

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA



TESIS DOCTORAL

Empleo de la resonancia magnética (RM) en el diagnóstico de perforaciones discales de la articulación temporomandibular: correlación clínico-radiológica

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Alejandrina Millón Cruz

Directores

Javier Arias Díaz
Farzin Falahat Noushzad
Salomé Merino Menéndez

Madrid

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Cirugía



TESIS DOCTORAL

**EMPLEO DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA (RM) EN EL
DIAGNÓSTICO DE PERFORACIONES DISCALES DE LA
ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. CORRELACIÓN
CLÍNICO-RADIOLÓGICA.**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Alejandrina Millón Cruz

DIRECTORES

Javier Arias Díaz

Farzin Falahat Noushzady

Salomé Merino Menéndez

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA



TESIS DOCTORAL

EMPLEO DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA (RM) EN EL DIAGNÓSTICO DE
PERFORACIONES DISCALES DE LA ARTICULACIÓN
TEMPOROMANDIBULAR. CORRELACIÓN CLÍNICO-RADIOLÓGICA.

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Alejandrina Millón Cruz

DIRECTORES

Javier Arias Díaz

Farzin Falahat Noushzady

Salomé Merino Menéndez

A Nora y Emilia, quienes siempre me acompañan

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero y pleno agradecimiento a:

A la Dra. Salomé Merino Menéndez, codirectora de esta tesis, por su ayuda y apoyo incondicional, ha sido para mí un pilar fundamental, representando la excelencia personal y profesional.

Al Profesor Farzin Falahat Noushzady, codirector de esta tesis, por su calidad humana y docente, sin su cariño, estímulo y apoyo no habría sido posible este trabajo.

Al Profesor Javier Arias Díaz, tutor y codirector de esta tesis, por su interés, su calidad académica y su predisposición, su confianza y sus consejos han sido fundamentales.

En especial, al Dr. Rafael Martín-Granizo, por su gran generosidad y el cual ha colaborado desinteresadamente en la realización y revisión de la presente tesis. Por inculcarnos el valor de la investigación en el ámbito de la cirugía maxilofacial y, sobre todo, en el área de la patología de ATM.

A todos mis profesores, compañeros y amigos, tanto de la Universidad de La Laguna como de la Universidad Complutense de Madrid, del Hospital Clínico San Carlos y Hospital Virgen de la Luz de Cuenca, que me han ayudado a ser mejor profesional y persona.

Al Profesor Luis Miguel Pérez Rodríguez, por representar el equilibrio, cariño y excelencia, en el ámbito personal y profesional, me ha transmitido las fuerzas necesarias para llevar a cabo este proyecto.

A Dña. Irene Serrano de la Unidad de apoyo metodológico a la investigación del servicio de Medicina Preventiva del Hospital Clínico San Carlos y a la Dra. María del Carmen Bravo Llatas de los Servicios informáticos de apoyo a la investigación de la UCM, por la ayuda prestada en el manejo estadístico e interpretación de los datos del estudio.

A mi familia y amigos, en especial a mis padres, por su entrega constante, gran amor y sacrificio infinito hacia mí.

A todas las personas que han sido importantes para mí y con las que he compartido tantas cosas buenas.

ÍNDICE

1.RESUMEN	1
2.SUMMARY	7
3.INTRODUCCIÓN	12
3.1 Anatomía funcional de la articulación temporomandibular (ATM)	13
3.1.1 Estructura anatómica de la articulación temporomandibular. El disco articular.....	13
3.1.2 Biomecánica de la articulación temporomandibular.....	21
3.2 Patología de la articulación temporomandibular	24
3.2.1 Trastornos de la articulación temporomandibular. Etiopatogenia.....	24
3.2.2 Disfunción temporomandibular o desórdenes internos.....	27
3.2.3 Perforaciones del disco articular.....	31
3.2.4 Patología degenerativa: osteoartrosis articular.....	34
3.3 Pruebas diagnósticas en la patología de la articulación temporomandibular	36
3.3.1 Resonancia magnética (RM) de la articulación temporomandibular.....	37
3.4 Clasificación de la disfunción temporomandibular	42
3.5 Tratamiento de la patología temporomandibular: perforaciones discales	44
4. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS	47
5. OBJETIVOS	49
5.1 Objetivo principal	50
5.2 Objetivos secundarios	50

6. MATERIAL Y MÉTODOS	51
6.1 Muestra	52
6.2 Resonancia magnética de la articulación temporomandibular	53
6.3 Artroscopia de la articulación temporomandibular	56
6.4 Método	58
6.4.1 Detección de perforaciones en artroscopia de ATM.....	58
6.4.2 Hallazgos patológicos en la resonancia magnética de ATM.....	60
6.5 Análisis estadístico	68
6.5.1 Cálculo del tamaño muestral.....	68
6.5.2 Test estadísticos.....	69
7. RESULTADOS	71
I. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.	
7.1 Composición y características de la muestra	72
7.1.1 Total de la muestra.....	72
7.1.2 Género de la muestra.....	72
7.1.3 Edad de la muestra.....	73
7.2 Frecuencia de los hallazgos en la artroscopia de ATM	73
7.2.1 Perforaciones discales.....	73
7.2.2 Localización de las perforaciones discales.....	74
7.2.3 Sinovitis.....	75
7.2.4 Condromalacia.....	76
7.2.5 Adherencias intraarticulares.....	77
7.3 Frecuencia de los hallazgos patológicos en la RM	78
7.3.1 Desplazamiento discal anterior con reducción (DDAcR).....	78

7.3.2 Desplazamiento discal anterior sin reducción (DDAsR).....	79
7.3.3 Alteración de señal en la zona media del disco articular.....	80
7.3.4 Deformidad del disco articular.....	81
7.3.5 Restos discales retrocondilares.....	82
7.3.6 Osteofitos.....	83
7.3.7 Signos degenerativos en la médula ósea condilar.....	84
7.3.8 Derrame articular del espacio articular superior (EAS).....	85
7.3.9 Derrame articular del espacio articular superior e inferior (EAS y EAI).....	86

II. ESTADÍSTICA INFERENCIAL.

7.4 Relación entre la presencia de perforaciones discales y la edad de la muestra.....	88
---	-----------

7.5 Relación de las perforaciones discales y lo hallazgos observados en la artroscopia de ATM.....	89
---	-----------

7.5.1 Relación entre la presencia de perforaciones y el tipo de sinovitis.....	89
7.5.2 Relación entre la presencia perforaciones y el estadio de condromalacia..	90
7.5.3 Relación entre la presencia perforaciones y el hallazgo de adherencias intraarticulares.....	92

7.6 Relación de las perforaciones discales y los signos observados en la resonancia magnética.....	93
---	-----------

7.6.1 Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de DDAcR.....	93
7.6.2 Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de DDAsR.....	94
7.6.3 Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de alteración de señal en la zona media del disco articular.....	95
7.6.4 Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de deformidad del disco articular.....	97
7.6.5 Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de restos discales retrocondilares.....	98
7.6.6 Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de osteofitos.....	100

7.6.7 Relación entre la presencia de perforaciones y el hallazgo de signos de degeneración de la médula ósea condilar.....	101
7.6.8 Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de derrame articular del EAS.....	103
7.6.9 Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de derrame del EAS y EAI.....	104
7.7 Regresión logística.....	106
7.7.1 Modelo predictivo 1.....	106
7.7.2 Modelo predictivo 2.....	108
7.7.3 Modelo predictivo 3.....	110
7.7.4 Modelo predictivo 4.....	112
7.8 Curva ROC.....	114
7.8.1 Coordenadas de la curva ROC. Cálculo de la Sensibilidad y Especificidad del modelo.....	115
7.9 Análisis árbol de decisión.....	116
7.9.1 Árbol de decisión 1.....	116
7.9.2 Árbol de decisión 2.....	120
7.9.3 Árbol de decisión 3.....	123
7.9.4 Árbol de decisión 4.....	126
8. DISCUSIÓN.....	130
9. CONCLUSIONES.....	159
10. BIBLIOGRAFÍA.....	162
11. ANEXOS.....	176

ÍNDICE DE TABLAS

1. INTRODUCCIÓN.

Tabla 1. Taxonomía ampliada para trastornos temporomandibulares (Peck y col. 2014).....	25
Tabla 2. Clasificación de Wilkes-Bronstein y Merrill de la DTM.....	42
Tabla 3. Clasificación Universal de Dimitroulis.....	43

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

Tabla 4. Clasificación de sinovitis aguda (Tabla de McCain, 1996).....	59
Tabla 5. Clasificación de condromalacia (Tabla de Quinn 1990).....	60

3. RESULTADOS.

I. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.

Tabla 6. Distribución de la muestra según el tipo de cirugía y el número de articulaciones incluidas.....	72
Tabla 7. Frecuencia de las perforaciones discales en la muestra.....	73
Tabla 8. Frecuencia de la localización de las perforaciones discales en la muestra.....	74
Tabla 9. Frecuencia del tipo de sinovitis en la muestra.....	75
Tabla 10. Frecuencia de los estadios de condromalacia en la muestra.....	76
Tabla 11. Frecuencia de las adherencias intraarticulares en la muestra.....	77
Tabla 12. Frecuencia del signo de DDaCR en la muestra.....	78
Tabla 13. Frecuencia del signo de DDAsR en la muestra.....	79
Tabla 14. Frecuencia del signo de alteración de señal en la zona media del disco articular en la muestra.....	80
Tabla 15. Frecuencia del signo de deformidad discal en la muestra.....	81
Tabla 16. Frecuencia del signo de restos discales retrocondilares en la muestra.....	82
Tabla 17. Frecuencia del signo de osteofitos en la muestra.....	83
Tabla 18. Frecuencia del signo de degeneración de la médula ósea condilar en la muestra.....	84
Tabla 19. Frecuencia del signo de derrame articular del EAS en la muestra.....	85

Tabla 20. Frecuencia del signo de derrame articular del EAS y EAI en la muestra.....	86
--	----

II. ESTADÍSTICA INFERENCIAL.

Tabla 21. Relación entre la presencia de perforaciones discales y la edad de la muestra.....	88
Tabla 22. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el tipo de sinovitis observada en la artroscopia.....	89
Tabla 23. Relación entre la presencia de perforación y el estadio de condromalacia.....	91
Tabla 24. Relación entre la presencia de perforación y el hallazgo de adherencias intraarticulares.....	92
Tabla 25. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de DDAcR en la RM.....	93
Tabla 26. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de desplazamiento discal sin reducción en la RM.....	95
Tabla 27. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de alteración de señal en la zona media del disco articular en la RM.....	96
Tabla 28. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de deformidad del disco articular en la RM.....	97
Tabla 29. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de restos discales retrocondilares en la RM.....	99
Tabla 30. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de osteofitos en RM.....	100
Tabla 31. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de degeneración de la médula ósea condilar en la RM.....	102
Tabla 32. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el hallazgo del signo de derrame en el EAS en la RM.....	103
Tabla 33. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de derrame del EAS y EAI en la RM.....	105
Tabla 34. Clasificación de datos muestrales del modelo predictivo 1.....	106
Tabla 35. Regresión logística del modelo predictivo 1.....	107
Tabla 36. Clasificación de datos muestrales del modelo predictivo 2.....	108

Tabla 37. Regresión logística del modelo predictivo 2.....	109
Tabla 38. Clasificación de datos muestrales del modelo predictivo 3.....	110
Tabla 39. Regresión logística del modelo predictivo 3.....	111
Tabla 40. Clasificación de datos muestrales del modelo predictivo 4.....	112
Tabla 41. Regresión logística del modelo predictivo 4.....	113
Tabla 42. Área bajo la curva de la muestra.....	115
Tabla 43. Puntos de corte del modelo analizado.....	115
Tabla 44. Comparación del hallazgo de perforación entre la RM y la artroscopia de ATM en el modelo analizado.....	116
Tabla 45. Área bajo la curva para el árbol de decisión 1.....	119
Tabla 46. Puntos de corte de la curva ROC para el árbol de decisión 1.....	120
Tabla 47. Área bajo la curva para el árbol de decisión 2.....	122
Tabla 48. Puntos de corte de la curva ROC para el árbol de decisión 2.....	123
Tabla 49. Área bajo la curva para el árbol de decisión 3.....	125
Tabla 50. Puntos de corte de la curva ROC para el árbol de decisión 3.....	126
Tabla 51. Área bajo la curva para el árbol de decisión 4.....	128
Tabla 52. Puntos de corte de la curva ROC para el árbol de decisión 4.....	129

4. DISCUSIÓN.

Tabla 53. Estudios que evaluaron la utilidad de la RM convencional en el diagnóstico de perforaciones discales.....	150
---	-----

ÍNDICE DE GRÁFICAS Y FIGURAS

1. INTRODUCCIÓN.

Figura 1. Localización y estructuras que conforman la ATM izquierda.....	13
Figura 2. Sección sagital de ATM izquierda en cadáver.....	15
Figura 3. Sección sagital de ATM tratada con tinción Tricrómica de Masson.....	16
Figura 4. Imagen de la musculatura del aparato estomatognático.....	20
Figura 5. Movimientos de apertura y cierre de la ATM izquierda.....	23
Figura 6. Fase 1: desplazamiento discal anterior con reducción.....	28
Figura 7. Fase 3: desplazamiento discal anterior sin reducción.....	30

Figura 8. Fase 4: cambios degenerativos.....	31
Figura 9. Imagen de las sucesivas alteraciones en la anatomía del disco articular.....	32
Figura 10. Imágenes de criosección de ATM izquierda en cadáver.....	32
Figura 11. Imágenes de RM en secuencias T1 y corte sagital.....	38

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

Figura 12. Aparato de RM General Electric Signa Exite HDxt.....	53
Figura 13. Plano de localización axial de la ATM.....	54
Figura 14. Obtención de los cortes Coroneles oblicuos.....	55
Figura 15. Obtención de cortes Sagitales oblicuos.....	55
Figura 16. Artroscopio.....	56
Figura 17. Material de artroscopia.....	56
Figura 18. Imágenes de artroscopia de ATM.....	57
Figura 19. Visión artroscópica de la ATM derecha.....	58
Figura 20. Detección de perforación discal en artroscopia.....	59
Figura 21. Desplazamiento discal con reducción.....	61
Figura 22. Desplazamiento discal con reducción (Cortes Sagitales en la RM de la ATM).....	61
Figura 23. Desplazamiento discal anterior sin reducción (Cortes Sagitales en la RM de la ATM).....	62
Figura 24. Alteración de señal de la zona media del disco articular (Cortes Sagitales en la RM de la ATM).....	63
Figura 25. Deformidades del disco articular (Cortes Sagitales en la RM de la ATM).....	64
Figura 26. Restos discales retrocondilares (Corte Sagital en la RM de la ATM).....	65
Figura 27. Osteofitos (Cortes Sagitales en la RM de la ATM).....	65
Figura 28. Signos de degeneración en la médula ósea condilar (RM de la ATM).....	66
Figura 29. Derrame articular en el EAS (RM de la ATM).....	67
Figura 30. Derrame articular en los EAS y EAI (RM de la ATM).....	67

3. RESULTADOS.

I. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.

Gráfica 1. Género de la muestra.....	73
Gráfica 2. Frecuencia de las perforaciones discales.....	74
Gráfica 3. Localización de las perforaciones discales.....	75
Gráfica 4. Frecuencia del tipo de sinovitis en el total de la muestra.....	76
Gráfica 5. Frecuencia de los estadios de condromalacia en el total de la muestra.....	77
Gráfica 6. Frecuencia de adherencias intraarticulares en el total de la muestra.....	78
Gráfica 7. Frecuencia del signo de DDAcR en la muestra.....	79
Gráfica 8. Frecuencia del signo de DDAsR en la muestra.....	80
Gráfica 9. Frecuencia del signo de alteración de señal en la zona media del disco articular.....	81
Gráfica 10. Frecuencia del signo de deformidad discal en la muestra.....	82
Gráfica 11. Frecuencia del signo de restos discales retrocondilares en la muestra.....	83
Gráfica 12. Frecuencia del signo de osteofitos en la muestra.....	84
Gráfica 13. Frecuencia del signo de degeneración de la médula ósea condilar en la muestra.....	85
Gráfica 14. Frecuencia del signo de derrame articular del EAS en la muestra.....	86
Gráfica 15. Frecuencia del signo de derrame articular del EAS y EAI en la muestra.....	87

II. ESTADÍSTICA INFERENCIAL.

Gráfica 16. Relación entre la presencia de perforación y la edad de la muestra...	88
Gráfica 17. Relación entre la presencia de perforaciones y el tipo de sinovitis...	90
Gráfica 18. Relación entre la presencia de perforación y el estadio de condromalacia.....	91

Gráfica 19. Relación entre la presencia de perforación y el hallazgo de adherencias intraarticulares.....	92
Gráfica 20. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de DDAcR en la RM.....	94
Gráfica 21. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de DDAsR en la RM.....	95
Gráfica 22. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de alteración de señal en la zona media del disco articular en la RM.....	96
Gráfica 23. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de deformidad del disco articular en la RM.....	98
Gráfica 24. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de restos discales retrocondilares en la RM.....	99
Gráfica 25. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de osteofitos en RM.....	101
Gráfica 26. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de degeneración de la médula ósea condilar en la RM.....	102
Gráfica 27. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el hallazgo del signo de derrame en el EAS en la RM.....	104
Gráfica 28. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de derrame del EAS y EAI en la RM.....	105
Gráfica 29. Curva ROC de la detección de perforaciones discales en la RM en la muestra del estudio.....	114
Gráfica 30. Importancia normalizada de las distintas variables de la RM en relación a la presencia de perforación discal.....	117
Figura 31. Árbol de decisión 1.....	118
Gráfica 31. Curva ROC para el árbol de decisión 1.....	119
Figura 32. Árbol de decisión 2.....	121
Gráfica 32. Curva ROC para el árbol de decisión 2.....	122
Figura 33. Árbol de decisión 3.....	124
Gráfica 33. Curva ROC para el árbol de decisión 3.....	125
Figura 34. Árbol de decisión 4.....	127
Gráfica 34. Curva ROC para el árbol de decisión 4.....	128

ABREVIATURAS

- **ATM:** Articulación temporomandibular.
- **EAS:** Espacio articular superior.
- **EAI:** Espacio articular inferior.
- **TTM:** Trastornos temporomandibulares.
- **DTM:** Disfunción temporomandibular.
- **DDAcR:** Desplazamiento discal anterior con reducción.
- **DDAsR:** Desplazamiento discal sin reducción.
- **RM:** Resonancia magnética.
- **TC:** Tomografía computarizada.
- **CI:** Consentimiento informado.
- **LOPD:** Ley Orgánica de Protección de Datos.
- **Curva ROC:** curva de características operativas del receptor (*receiver operating characteristics*).
- **AUC:** área bajo la curva (*area under the curve*).
- **CHAID:** método de crecimiento de árboles de clasificación mediante la detección automática de interacciones utilizando el test Chi-cuadrado (*Chi-square Automatic Interaction Detection*).
- **CRT:** método de crecimiento para árboles de clasificación y regresión.
- **OR:** Odds Ratio.
- **VPP:** Valor predictivo positivo.
- **VPN:** Valor predictivo negativo.
- **PSM:** Signo de alteración de señal en la zona media del disco articular.
- **DMO:** Signo de degeneración de la médula ósea condilar.

1.RESUMEN

Introducción

La articulación temporomandibular (ATM) es una articulación diartrodial y que funciona de forma simétrica, y está formada por el cóndilo mandibular y el hueso temporal. En su interior se encuentra el disco articular, estructura cartilaginosa, aneural y avascular, el cual se interpone entre la superficie glenoidea del hueso temporal y la cabeza articular del cóndilo mandibular.

La patología articular más frecuente de la ATM es la relacionada con el disco articular, tanto por la alteración de su movilidad como por los cambios degenerativos que provoca su malposición. Estos cambios internos de la articulación suelen producir clínica de disfunción y dolor. Esta entidad se denomina Disfunción Temporomandibular (DTM) y existen diversas clasificaciones en relación a sus síntomas, hallazgos radiológicos y artroscópicos. La prueba de imagen *gold-standard* para esta patología es la Resonancia Magnética (RM).

Dentro de los cambios degenerativos avanzados de la ATM se encuentran las perforaciones discales, las cuáles suponen una pérdida de continuidad del tejido discal. Esta fractura del disco provoca una comunicación entre los espacios articulares superior e inferior y, por tanto, el contacto entre ambas superficies óseas y degeneración artrítica.

El hallazgo de la perforación se realiza, de forma casual, por visión directa en la cirugía abierta o artroscópica. Y no existe un consenso en la detección de perforaciones discales en las pruebas de imagen, principalmente la RM, requiriendo técnicas invasivas complementarias.

Las perforaciones discales no son frecuentes, pero se clasifican en el estadio más avanzado de DTM junto con cambios degenerativos tanto del tejido blando como duro. Los pacientes con esta patología presentan clínica severa y crónica, la cual suele ser refractaria al tratamiento conservador y requerirá un tratamiento quirúrgico. El tratamiento quirúrgico de elección en estadios avanzados de DTM es la cirugía abierta de ATM.

Justificación

La detección de perforaciones discales en la RM de ATM en pacientes que van a ser sometidos a tratamiento quirúrgico de DTM ayudaría a una mejor clasificación de las articulaciones previamente a la cirugía, en un estadio avanzado de DTM. Por lo tanto, eligiendo el tipo de tratamiento quirúrgico más adecuado, cirugía abierta de ATM, y evitando actos quirúrgicos innecesarios, la artroscopia de ATM.

Objetivos

El objetivo principal del estudio es evaluar la utilidad de la RM para la detección de las perforaciones discales en la muestra. Además, de obtener unas reglas de decisión clínica que ayude a predecir la presencia de perforación discal. Los objetivos secundarios son estudiar la relación y el grado de asociación entre la presencia de perforación discal en la artroscopia y el hallazgo de signos patológicos articulares en las imágenes de RM e identificar los predictores potenciales de perforación.

Material y métodos

Se realizó un estudio retrospectivo de la base de datos de pacientes sometidos a artroscopia de la ATM del servicio de Cirugía Oral y Maxilofacial del Hospital Clínico San Carlos durante el periodo comprendido entre enero de 2006 y diciembre de 2018. Se incluyeron pacientes sin cirugías previas de ATM y que se hubieran realizado la RM de ATM previamente a la cirugía y en el mismo centro hospitalario. La detección de perforaciones discales se realizó por visión directa durante la cirugía y el estudio de RM se realizó según el protocolo de ATM.

En las imágenes de RM se analizó la presencia de alteraciones patológicas articulares y dividiendo los hallazgos en signos directos e indirectos en relación al disco articular. Los signos directos fueron: desplazamiento discal anterior con reducción (DDAcR), desplazamiento discal anterior sin reducción (DDAsR), alteración de señal en la zona central de disco, deformidad del disco articular, y restos discales retrocondilares. Y los signos indirectos fueron: osteofitos, signos degenerativos en la medula ósea

condilar, derrame del espacio articular superior y derrame articular de ambos espacios articulares.

Tras la inclusión de los pacientes en el estudio, la muestra se dividió en un grupo con presencia de perforación discal diagnosticada en artroscopia y otro grupo con ausencia de perforación o disco intacto. Se analizó la relación entre los dos grupos con respecto a la presencia o no de los signos observados en la RM mediante el test de Chi-cuadrado. Y se analizó cuáles de los signos presentó mayor asociación con la presencia de perforaciones mediante el análisis de regresión logística.

Finalmente, se evaluó la validez diagnóstica de la RM en el diagnóstico de perforaciones discales de la ATM mediante el trazado de una curva ROC y la utilidad clínica mediante el desarrollo de reglas de decisión clínica utilizando el análisis de árboles de decisión.

Resultados

La muestra del estudio estuvo compuesta por 185 pacientes y se evaluaron un total de 353 articulaciones. En la artroscopia se observaron perforaciones discales en 52 articulaciones, presentando una incidencia del 14.7 %. La edad media fue mayor estadísticamente en el grupo de articulaciones con perforación.

En relación a los hallazgos observados en la RM y la presencia de perforación discal en artroscopia, se obtuvieron frecuencias mayores en el grupo de perforación en los signos de: DDAsR, alteración de señal en la zona central de disco, deformidad discal, restos discales retrocondilares, osteofitos, degeneración de la médula ósea condilar y derrame articular de ambos espacios articulares. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

En el estudio de regresión logística, se obtuvo que los signos que presentaron una asociación significativa con la presencia de perforación discal fueron el signo de alteración de señal en la zona media del disco articular, el cuál presentó una asociación 6.71 veces más alta de hallar perforación discal en la articulación ($p < 0.05$, OR 6.71, IC 95% 1.91 – 23.49); el signo de osteofitos que se asoció 3 veces más a que una

articulación presentara perforación discal ($p < 0.05$, OR 3, IC 95% 1.14 – 7.92); y el signo de degeneración de la médula ósea condilar que se asoció 2.25 veces más ($p < 0.05$, OR 2.25, IC 95% 1.15 – 4.39).

En la curva ROC se observó un área bajo la curva de 0.791 ($p < 0.05$, IC 95% 0.73 – 0.85) y la Sensibilidad fue del 88.5% y la Especificidad del 61.5%.

Los predictores potenciales de perforación fueron el signo de degeneración de la médula ósea condilar, la variable edad y el signo de alteración de señal de la zona media del disco. Los árboles de decisión que incluyeron la variable edad presentaron una mayor capacidad discriminativa, con un área bajo la curva de 0.818 ($p < 0.001$, IC 95% 0.76 – 0.877) y de 0.829 ($p < 0.001$, IC 95% 0.777 – 0.882), respectivamente.

Las reglas decisión clínica con mayor relevancia fueron, para la confirmación diagnóstica, la existencia del signo de degeneración de la médula ósea condilar y edad mayor de 55 años, con una probabilidad de presentar perforación del 72%. Y como regla de baja probabilidad, la cual descartaría la presencia de perforación, la ausencia del signo alteración de señal en la zona media del disco en la RM, siendo este signo el predictor principal y la probabilidad de presentar perforación sería sólo del 2.1%.

Conclusiones

Los signos observados en la RM que presentaron asociación significativa con la presencia de perforación discal fueron alteración de señal en la zona media del disco articular, osteofitos y signos de degeneración de la médula ósea condilar. Sin embargo, los predictores potenciales que presentaron mayor utilidad clínica fueron el signo de alteración de señal de la zona media del disco, degeneración de la médula ósea y la edad.

En nuestro medio, el empleo de la RM y las reglas de decisión clínica propuestas presentaron una capacidad diagnóstica aceptable pero la utilidad clínica fue limitada, al ser útiles para descartar el diagnóstico de perforación, pero no sustituyen a la artroscopia de ATM en la confirmación del diagnóstico.

Las pruebas de imagen son una herramienta útil para la toma de decisión del clínico, pero no sustituyen por completo a la evaluación clínica del paciente para elegir el tratamiento más adecuado. Se podría plantear un futuro estudio que incluyera otras variables clínicas, como años de evolución de la patología o severidad de los síntomas, para intentar aumentar la capacidad diagnóstica de las reglas de decisión clínica en articulaciones que van a ser sometidas a artroscopia de ATM.

2.SUMMARY

Introduction

The temporomandibular joint (TMJ) is a symmetrical and diarthrodial joint, which is formed by the mandibular condyle and the temporal bone. Inside the joint is the articular disc, a cartilaginous, aneural and avascular structure, which interposed between the glenoid surface of the temporal bone and the articular head of the mandibular condyle.

The most common joint pathology of TMJ is related to the articular disc, due to alteration of disc mobility and degenerative changes. These internal changes of the joint usually produce dysfunctional symptoms and pain. This entity named Temporomandibular Dysfunction (TMD) and there are various classification types in relation to symptoms, radiological and arthroscopic findings. The gold-standard imaging test for this pathology is the Magnetic Resonance Imaging (MRI).

Among the advanced degenerative changes of the TMJ are disc perforations, which suppose a loss of continuity of the disc tissue. The perforation causes communication between the superior and inferior articular spaces and, therefore, the contact between both bone surfaces and arthritic degeneration.

The perforation diagnostic is performed, incidentally, by direct vision in open or arthroscopic surgery. Moreover, there is no consensus in the detection of disc perforations in imaging tests, mainly MRI, and usually it is required complementary invasive techniques.

Disc perforations are not frequent findings, but when perforation is present, the joint is classified in the most advanced stage of TMD, along with degenerative changes in both soft and hard tissue. Patients usually present with severe symptoms and will require invasive treatment. The treatment of choice in advanced stages of TMD is open surgery.

Justification

Detection of disc perforations on MRI would help to classify better the joints prior to surgery, in an advanced stage of TMD, and, therefore, choosing the most

appropriate surgical treatment in each case and avoiding unnecessary surgeries, like TMJ arthroscopy. The treatment of choice would be open surgery.

Objectives

The main objective of the study was to evaluate the clinical usefulness of MRI for the detection of disc perforations in the sample. In addition, to develop clinical diagnostic rules to predict the presence of perforations. The secondary objectives were to study the relationship and the degree of association between the presence of disc perforation in arthroscopy and some pathological findings on MRI. Finally, to identify potential predictors of perforation.

Material and Methods

A retrospective study was performed in patients who underwent TMJ arthroscopy in the Maxillofacial Surgery Department of Hospital Clínico San Carlos from January 2006 to December 2018. The inclusion criteria were patients without prior TMJ surgeries and who had undergone MRI of the TMJ prior to surgery and in the same hospital. Detection of disc perforations was performed by direct vision during arthroscopic surgery and the MRI study was performed according to the TMJ protocol.

The presence of pathological alterations in TMJ was analysed on MRI and the findings were divided into direct and indirect signs in relation to the articular disc. The direct signs were anterior disc displacement with reduction (DDwR), anterior disc displacement without reduction (DDwoR), signal alteration in the disc middle area, disc deformity, and retrocondylar disc remains. The indirect signs were osteophytes, degenerative signs in the condylar bone marrow, effusion in the superior joint space and joint effusion in both joint spaces.

After the patients were included in the study, the sample was divided into two groups: a group with presence of disc perforation, which was diagnosed by arthroscopy, and another group with absence of perforation or intact disc. The presence or absence of the signs observed on MRI were compared between the two groups using the Chi-

square test and the association degree between the signs and the presence of perforation was evaluated using a regression analysis.

Finally, the diagnostic accuracy of MRI in the diagnosis of TMJ disc perforations was evaluated using a ROC curve and various diagnostic rules were developed using the decision tree analysis to evaluate the clinical usefulness of MRI.

Results

The study sample consisted of 185 patients and a total of 353 joints were evaluated. Arthroscopy revealed disc perforations in 52 joints, presenting an incidence of 14.7%. The mean age was statistically higher in the group with disc perforation.

Regarding the findings observed on MRI and the presence of disc perforation in arthroscopy, higher frequencies were obtained in the perforation group in relation to signs: DDwoR, signal alteration in the disc middle area, disc deformity, retrocondylar disc remains, osteophytes, condylar bone marrow degeneration and joint effusion in both joint spaces. These differences were statistically significant, $p < 0.05$.

In the regression analysis, the signs which presented a significant association with the presence of disc perforation were signal alteration in the disc middle area, which presented a 6.71 times higher association of finding a disc perforation in the joint ($p < 0.05$, OR 6.71, 95% CI 1.91 - 23.49); the sign of osteophytes that was 3 times more associated to the presence of disc perforation ($p < 0.05$, OR 3, 95% CI 1.14 - 7.92); and the sign of condylar bone marrow degeneration that was associated 2.25 times ($p < 0.05$, OR 2.25, 95% CI 1.15 - 4.39).

The area under the ROC curve was 0.791 ($p < 0.05$, 95% CI 0.73 - 0.85) and a Sensitivity of 88.5% and a Specificity of 61.5% was obtained.

The potential predictors of perforation were the variables of degenerative signs in the condylar bone marrow, age and signal alteration in the disc middle area. The decision trees which included the age variable presented a greater diagnostic accuracy,

with an area under the curve of 0.818 ($p < 0.001$, 95% CI 0.76 - 0.877) and 0.829 ($p < 0.001$, 95% CI 0.777 - 0.882), respectively.

The most relevant clinical decision rules were, for diagnostic confirmation, the presence on MRI of degenerative signs in the condylar bone marrow and age over 55 years, with a probability of presenting perforation of 72%. In addition, as a low probability rule, which would rule out the presence of perforation, it was the absence of the signal alteration in the disc middle area on MRI. This variable was the main predictor and the probability of presenting perforation would be only 2.1%.

Conclusions

The pathological findings observed on the MRI, which showed a significant association with the presence of disc perforation, were signal alteration in the disc middle area, osteophytes and degenerative signs in the condylar bone marrow. However, the potential predictors that showed clinical usefulness were signal alteration of the disc middle area, degenerative signs in the condylar bone marrow, and age.

In our sample, the use of MRI and the proposed clinical decision rules presented an acceptable diagnostic accuracy but the clinical usefulness was limited, because they were useful to rule out the diagnosis of perforation, but they do not replace TMJ arthroscopy in the confirmation of the diagnosis of perforations.

Imaging tests are useful tools for clinician decision-making, but they are not a complete substitute for clinical evaluation of patients to choose the most appropriate treatment. A future study could be proposed that would include other clinical variables, such as years of evolution of the pathology or severity of symptoms, to improve the diagnostic accuracy of the clinical decision rules in joints that will undergo TMJ arthroscopy.

3. INTRODUCCIÓN

3.1 ANATOMÍA FUNCIONAL DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (ATM).

La articulación temporomandibular (ATM) es una articulación de tipo sinovial bicondílea, conformada por la superficie articular temporal o cóndilo temporal, parte fija, y el cóndilo de la mandíbula, parte móvil. Entre ambas superficies se interpone una estructura cartilaginosa, el disco articular o menisco, el cual va a dividir la articulación en dos espacios: el espacio articular superior (EAS) y el espacio articular inferior (EAI).
Figura 1.

La ATM está situada por delante del canal auditivo externo y limitada anteriormente por el hueso cigomático. Es una articulación compleja y bilateral, que realiza movimientos tipo bisagra y de deslizamiento.

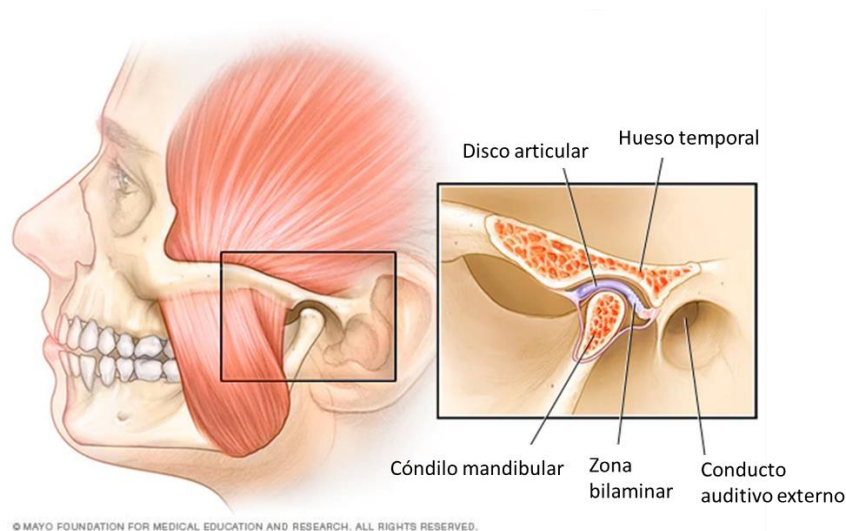


Figura 1. Localización y estructuras que conforman la ATM izquierda (Imagen disponible en mayoclinic.org).

3.1.1 Estructura anatómica de la articulación temporomandibular. El disco articular.

Los componentes de la ATM se describen a continuación:

> **Hueso temporal.**

La superficie articular se sitúa en la porción inferior del hueso temporal, anteriormente al proceso estiloideo y al conducto auditivo externo, y posteriormente al

proceso cigomático del hueso temporal. La cavidad glenoidea se divide en dos partes por la cisura de Glasser, una anterior que es la zona articular y otra posterior, no articular, que corresponde a la pared anterior de la región timpánica del hueso temporal.

> ***Cóndilo mandibular.***

El cóndilo mandibular se encuentra en la zona posterosuperior de la rama mandibular ascendente y se une a ésta por una zona estrecha denominada cuello condilar. El cóndilo tiene forma de elipse con el eje mayor oblicuo en sentido lateromedial¹.

> ***Cápsula articular.***

La cápsula articular envuelve la articulación y está formada por tejido fibroso. Esta estructura se encarga de nutrir los componentes articulares y realizar la función de propiocepción articular.

La cápsula se inserta cranealmente a lo largo del hueso cigomático y tubérculo articular, mientras que medialmente se inserta sobre la base de la espina del esfenoides. Y caudalmente se inserta en el cóndilo mandibular, aunque algunos haces se insertan también en el disco articular. La cápsula articular es más gruesa en su zona superior y está reforzada por el ligamento lateral o temporomandibular externo, el cual limita la rotación condilar. También está reforzada por el ligamento medial o temporomandibular interno y cuya función es proteger los tejidos retrodiscales al limitar la retrusión del cóndilo mandibular¹.

> ***Disco articular.***

El disco articular se encuentra en el interior de la cavidad glenoidea y es una estructura fibrocartilaginosa, avascular y aneural, cuya nutrición se realiza a través del líquido sinovial y no posee capacidad regenerativa. El disco se interpone a los dos huesos articulares y presenta propiedades viscoelásticas que le permite adaptarse a los movimientos, protegiendo las superficies articulares y distribuyendo las cargas funcionales^{2,3}.

El disco tiene forma elíptica, presentando una forma convexa en su zona posterosuperior y cóncava en zona anterosuperior en relación al tubérculo articular del temporal. La zona inferior es cóncava y se adapta al cóndilo mandibular. En el disco se pueden diferenciar tres zonas en sentido anteroposterior⁴: banda anterior, zona intermedia y banda posterior. Figura 2.

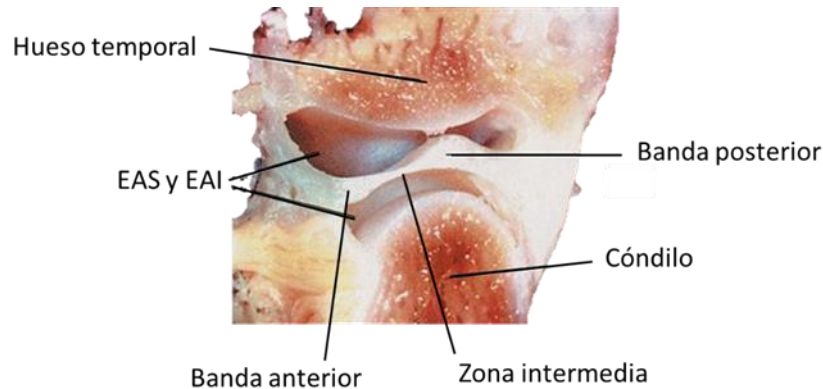


Figura 2. Sección sagital de ATM izquierda en cadáver. Se observan los tres segmentos que conforman el disco articular.

El disco presenta un mayor grosor en la banda posterior (3 -4 mm), que es el punto de inserción de la cápsula articular, la cual presenta una zona de engrosamiento denominada zona bilaminar, retrodiscal o ligamento posterior⁵. Esta zona bilaminar presenta un tejido conectivo altamente innervado (nervio auriculotemporal) y plexos venosos, pero esta zona no posee función articular⁴.

La inserción posterior del disco se realiza en su zona superior al hueso temporal y por su zona inferior se inserta medialmente a la fascia del músculo pterigoideo lateral y, lateralmente, al cóndilo mandibular.

La zona anterior y el borde medial del disco son más delgados (1-2 mm) y se insertan tanto al hueso temporal, al cóndilo mandibular y a una pequeña parte del tendón del músculo pterigoideo lateral. El borde lateral del disco se inserta a la cápsula articular.

Estas inserciones o ligamentos discales permiten la correcta función de la articulación y el desplazamiento del disco junto al cóndilo mandibular en la apertura y cierre bucal¹.

> **Histología del disco articular.**

El disco está compuesto por tejido cartilaginoso fibroso, formado a su vez por células y matriz extracelular. Las células que se encuentran en el disco articular son los condrocitos y fibroblastos y su distribución presenta diferencias según la zona del disco. En la zona central del disco predominan los condrocitos y en la periferia los fibroblastos⁵.

La matriz extracelular está compuesta por un 65-85% de agua y un 15-35 % de macromoléculas, las cuales consisten a su vez, principalmente, en un 85-90% de fibras de colágeno y un 10-15% de moléculas de proteoglicanos³. Figura 3.

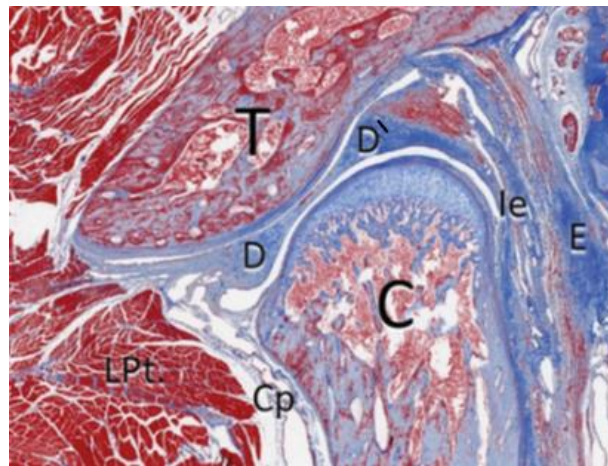


Figura 3. Sección sagital de ATM tratada con tinción Tricrómica de Masson. En la imagen se observa el disco articular (D), que obtiene un color azulado con la técnica por su alto contenido en fibras de colágeno; también se observa el hueso temporal (T) y el cóndilo mandibular (C). En la banda posterior del disco (D`) se observa la unión del mismo a la zona bilaminar, donde se diferencian su componente elástico e inelástico (le), y zonas teñidas en rojo al poseer plexos vasculares. En la zona anterior del corte se observa la cápsula articular (Cp) y el músculo pterigoideo lateral (LPt). (Imagen de Hardiman y col., 2019)⁶.

Las fibras de colágeno tipo I son las más abundantes en la matriz del disco, aunque también puede hallarse fibras tipo III, VI, IX y XII. Las fibras de elastina se disponen paralelas a las fibras de colágeno y se encuentran distribuidas en todas las regiones del disco articular.

La disposición de las fibras de colágeno presenta una estructura diferente según las capas del disco articular y está en relación con las propiedades biomecánicas del

disco. En las capas superficiales, tanto superior como inferior, las fibras se disponen perpendicularmente siguiendo una dirección anteroposterior y medio-lateral. En cambio, en la capa interna del disco la disposición de las fibras varía de una zona a otra según la capacidad para resistir la tensión en la carga articular. En la zona intermedia las fibras se disponen principalmente en dirección anteroposterior, mejorando la resistencia a la carga en esta dirección y en las bandas las fibras se disponen en dirección medio-lateral. Las fibras de la zona intermedia se entrelazan con las fibras en dirección medio-lateral de ambas bandas y forman una red³.

Las fibras de colágeno son las encargadas de mantener la morfología del disco y la elastina de devolverle la forma tras la carga articular⁷, permitiendo al disco adaptarse de forma continua para encajar en el espacio entre ambas superficies articulares y distribuir las fuerzas de carga en la articulación³.

Los proteoglicanos que encontramos en la matriz extracelular son, principalmente, condroitin sulfato y dermatán sulfato, y en menor cantidad proteoglicanos de menor tamaño, como queratán sulfato y heparán sulfato. Estas macromoléculas se disponen entre las fibras de colágeno, los de mayor tamaño se disponen preferentemente en las regiones centrales de la zona intermedia y banda anterior y posterior, las cuales reciben mayor carga articular. Estas moléculas presentan una alta capacidad de retención de agua, que aporta viscosidad y rigidez al disco y, por lo tanto, la resistencia a la compresión en los movimientos³.

Las propiedades biomecánicas y la composición molecular del disco varían en la patología de ATM y en procesos degenerativos. En discos con degeneración extensa se observan zonas de baja celularidad, hialinización y alteración de las fibras de colágeno que producen una pérdida de la extensibilidad del disco. Además, la sobrecarga articular produce aumento de fricción de las superficies articulares, cambios en las zonas de carga del disco y aumento de las fuerzas de cizallamiento que se asocian con fatiga y daño discal como perforaciones³.

> ***Cartílago o fibrocartílago articular.***

El cartílago articular tapiza las superficies articulares y también está formado por un tejido fibrocartilaginoso avascular, aneural y alinfático. Se divide en tres estratos:

- > Estrato superficial: formado por tejido conectivo fibroso y que se corresponde con la superficie funcional.
- > Estrato intermedio: formado por tejido mesenquimatoso indiferenciado, que es la zona proliferativa que ayuda a la adaptación de los cambios morfológicos y mecanismos de reparación.
- > Estrato profundo y cartilaginoso: que se subdivide en una zona fibrocartilaginosa y otra zona calcificada, más profunda, y que está firmemente adherida al hueso subcondral².

El resto de la articulación está recubierta por la membrana sinovial o sinovio, el cual está formada por tejido conectivo laxo y está ricamente vascularizado. El sinovio es el encargado de producir el líquido sinovial, el cual actúa como lubricante articular y evita la fricción.

> ***Musculatura y sistema ligamentoso accesorio de la articulación.***

La musculatura de la ATM se divide en dos grupos según la función que realizan:

- > Músculos elevadores: son los músculos del aparato estomatognático que se encargan de elevar la mandíbula para la masticación. Estos son los músculos masetero, temporal, pterigoideo externo y pterigoideo interno.
- > Músculos depresores: es el grupo de los músculos hioideos y depresores de la mandíbula. Se subdividen en la musculatura suprahioidea e infrahioidea. La musculatura suprahioidea está formada por los músculos digástrico, milohioideo, genihioideo y estilohioideo. Y la musculatura infrahioidea, por los músculos esternotiroideo, tirohioideo, omohioideo y esternocleidohioideo.

El músculo masetero está formado por dos fascículos musculares, los cuales se insertan a lo largo del arco cigomático y desciende para insertarse en la cara lateral de la rama mandibular y ángulo de la mandíbula. Su acción principal es elevar y protruir la

mandíbula, además de colaborar en los movimientos de lateralidad. Es el músculo que proporciona la fuerza necesaria para la masticación¹.

El músculo temporal tiene forma triangular y se inserta cranealmente en la fosa temporal, entre la cresta y línea temporal inferior; y caudalmente, en la superficie interna de la apófisis coronoides y borde anterior de la rama ascendente mandibular. Su acción es la de elevar la mandíbula y actúa en los movimientos de cierre, retropulsión y lateralidad.

El músculo pterigoideo interno o medial se origina en la fosa pterigoidea interna, insertándose en la apófisis pterigoides y se dirige en dirección posteroinferior para insertarse caudalmente en la cara interna de la rama y ángulo mandibular. Su acción es elevar, protruir y lateralizar la mandíbula.

El músculo pterigoideo externo o lateral tiene forma de cono y se aloja en la fosa infratemporal. Se divide en dos fascículos: el fascículo superior y el fascículo inferior.

- > El fascículo superior se inserta en el ala mayor del esfenoides y sigue una dirección horizontal para insertarse en el cóndilo de la mandíbula, así como fibras que se insertan en el disco y cápsula articular anterior. La función principal del fascículo superior es la de elevar y retruir.
- > El fascículo inferior se inserta en la parte lateral de la lámina externa de la apófisis pterigoides y proceso piramidal del hueso palatino, y tiene un trayecto ascendente para insertarse también el cóndilo mandibular. Cuando se contraen los dos fascículos inferiores bilaterales permiten la propulsión de la mandíbula, mientras que la contracción de un solo fascículo permite los movimientos de lateralidad⁸. Figura 4.

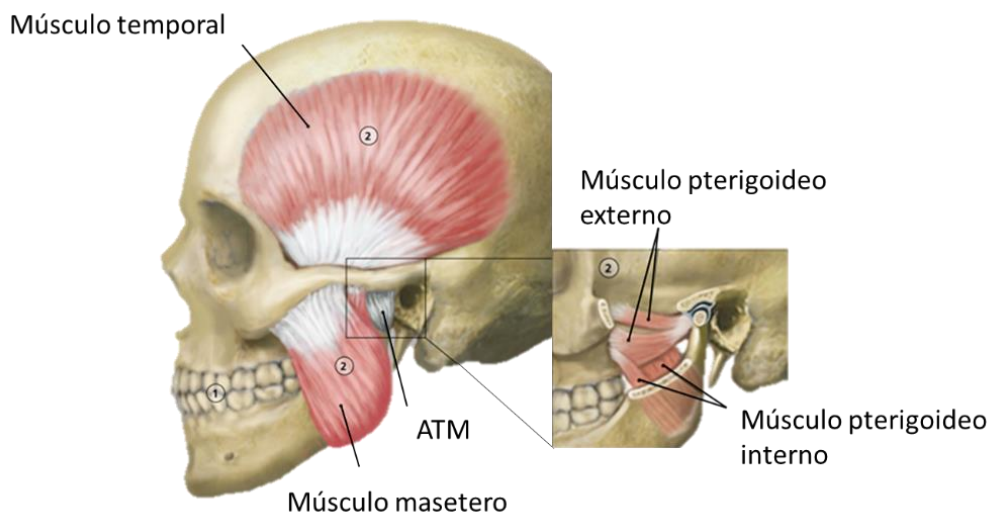


Figura 4. Imagen de la musculatura del aparato estomatognático. (Imagen disponible en aafp.org, © 2015 ENID HATTON).

Los ligamentos accesorios de la ATM son el ligamento esfenomandibular, el ligamento estilomandibular y el ligamento pterigomandibular; los cuales son importantes para la estabilidad de la articulación y limitan la amplitud de los movimientos mandibulares.

> ***Irrigación e inervación de la ATM.***

La irrigación de la ATM se encuentra a cargo de ramas de la arteria temporal superficial y ramas de la arteria maxilar, que a su vez son ramas de la arteria carótida externa. La arteria temporal superficial irriga la ATM desde la zona posterior y la arteria maxilar interna desde posterior e inferior. Adicionalmente, la ATM recibe irrigación de ramas directas que nacen de la arteria carótida externa.

Las ramas de la arteria maxilar implicadas en la irrigación de la ATM son: la arteria timpánica anterior, arteria meníngea media, arteria auricular profunda, arteria maseterina y la arteria temporal profunda. La arteria meníngea media y la arteria maseterina irrigan la articulación por su zona anterior. Por su parte, la arteria timpánica anterior transcurre por la zona retroarticular y una de sus ramas irriga la zona posterior de la cápsula articular y la zona bilaminar, contribuyendo a la vascularización de la articulación.

Los vasos que nutren la articulación forman un plexo alrededor de la cápsula articular, sobre todo en la zona posterior y medial. La porción posterior del disco está ampliamente vascularizada. La irrigación de esta zona se realiza por la arteria temporal superficial y por ramas de la arteria maxilar (arteria timpánica anterior y auricular profunda).

Además de los vasos antes descritos, el cóndilo también recibe irrigación a través de los canales medulares de ramas de la arteria alveolar inferior.

El drenaje venoso de la ATM forma un plexo que circunda la cápsula articular y es abundante en la zona retrodiscal. El drenaje se realiza a través de las venas temporales superficiales y del plexo pterigoideo, los cuales drenan a las venas maxilares.

En conjunto la inervación sensitiva de la ATM se realiza por la rama mandibular del nervio trigémino. Esta rama mandibular se divide en los nervios auriculotemporal, maseterino, temporales profundos y el nervio del músculo pterigoideo lateral. El nervio maseterino inerva la zona anterior y medial de la cápsula articular y los nervios temporales profundos inervan la zona anterolateral. En cambio, el nervio auriculotemporal da inervación sensitiva a la porción medial, lateral y posterior de la ATM⁹.

3.1.2 Biomecánica de la articulación temporomandibular.

La ATM es una articulación biartrodial simétrica, que permite dos tipos de movimientos: movimiento de rotación o bisagra (ginglimoide) y movimiento de deslizamiento o traslación (artrodial).

El movimiento de rotación es realizado por el complejo cóndilo-disco y el movimiento de traslación es permitido por el deslizamiento del disco sobre la fosa glenoidea, actuando el complejo cóndilo-disco-fosa articular¹. En la mayoría de movimientos mandibulares se produce una combinación de ambos movimientos, de bisagra y traslación, resultando en movimientos combinados y complejos que son los movimientos de apertura y cierre oral, lateralidad, propulsión y retropulsión¹⁰.

Los movimientos de la ATM responden a tres funciones del aparato estomatognático: masticación, deglución y fonación.

En la dinámica articular, cuando la articulación está en reposo y la persona se encuentra con la boca cerrada, el cóndilo mandibular se sitúa dentro de la cavidad glenoidea y en contacto con las zonas intermedia y posterior del disco articular, el cual está sometido a una mínima tracción por ambas inserciones posterior y anterior (aparato tensor del disco)¹⁰.

> **Apertura oral.**

Cuando se realiza la apertura oral, esta se produce por la contracción de los músculos depresores suprahioides y el descenso de la mandíbula por rotación del complejo disco-cóndilo, lo cual corresponde a una primera fase y a los primeros 20 mm de apertura oral. En la segunda fase se combinan los movimientos de rotación y traslación hasta llegar a la apertura máxima de 35 – 60 mm^{10,11}. En esta segunda fase se produce la tracción hacia atrás de los músculos depresores suprahioides y la tracción hacia delante del fascículo inferior del músculo pterigoideo externo. Este movimiento produce una traslación en dirección anterior del complejo cóndilo-disco a lo largo de la cara posterior de la eminencia temporal, el cual, en apertura máxima, puede situarse por debajo o incluso más anterior a la eminencia temporal. El movimiento de apertura se detiene por la tensión de los músculos antagonistas y de los ligamentos capsulares y extraarticulares.

> **Cierre oral.**

En el cierre oral se produce un deslizamiento posterior del cóndilo, también, en dos fases. En la primera fase se produce la contracción de fibras anteriores del músculo temporal que elevan la mandíbula, seguido en la siguiente fase de la contracción de los músculos retropulsores. Los músculos retropulsores son el músculo masetero, digástrico y pterigoideo externo, cuya contracción va a provocar también la compresión del menisco contra el cóndilo.

En el final de la acción, se produce la contracción del aparato tensor del disco por un arco reflejo al ocluir ambas arcadas dentales o morder algún objeto, protegiendo la retrusión del disco y estabilizando el cóndilo¹. Figura 5.

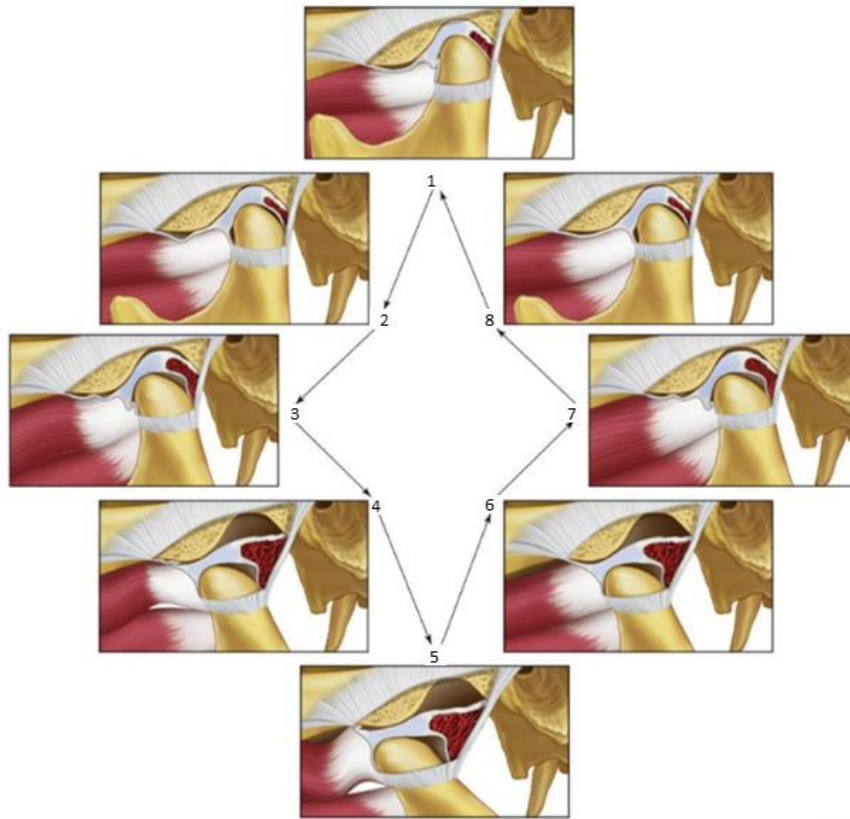


Figura 5. Movimientos de apertura y cierre de la ATM izquierda. En las imágenes de 1 - 3 se observa la primera fase de apertura, con movimiento de rotación, y en las imágenes de 4 - 5 se observa la segunda fase, con traslación del cóndilo mandibular. (Imagen de Okeson, 2013)¹².

3.2 PATOLOGÍA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR.

3.2.1 Trastornos de la articulación temporomandibular. Etiopatogenia.

Existe un amplio espectro de las patologías que pueden afectar a la ATM, como la patología congénita, neoplásica o inflamatoria, pero la más frecuente son los trastornos temporomandibulares (TTM) o *temporomandibular disorders*, como se conocen en la literatura anglosajona¹³. Este síndrome de dolor orofacial engloba un amplio espectro de síntomas, alteraciones morfológicas y de la función articular, que pueden ir de simples molestias musculares, dolor articular intenso o limitación de la apertura oral hasta cambios degenerativos irreversibles.

Este síndrome fue descrito por primera vez en 1943 por Costen¹⁴ y a lo largo de los años se han ido revisando sus características y terminología¹⁵, hasta llegar a su definición más aceptada, en la cual se define como una enfermedad musculoesquelética que incluye un amplio espectro de trastornos que afectan a los músculos masticatorios, la articulación temporomandibular y sus estructuras asociadas¹⁶. Además, la clasificación del TTM se ha ido actualizando, incluyendo más trastornos^{17,18}. Tabla 1.

<p>I. TRASTORNOS TEMPOROMANDIBULARES</p> <p>1. Dolor articular</p> <p>A. Artralgia</p> <p>B. Artritis</p> <p>2. Alteraciones articulares y/o intracapsulares</p> <p>A. Alteración del disco articular</p> <p>1. Desplazamiento discal con reducción</p> <p>2. Desplazamiento discal con reducción con bloqueos intermitentes</p> <p>3. Desplazamiento discal sin reducción con limitación de apertura oral</p> <p>4. Desplazamiento discal sin reducción sin limitación de apertura oral</p> <p>B. Hipomovilidad articular</p> <p>1. Adherencias articulares</p> <p>2. Anquilosis articular</p> <p>a. Fibrosa</p> <p>b. Ósea</p> <p>C. Hipermovilidad articular</p> <p>1. Subluxación</p> <p>2. Luxación</p> <p>3. Patología articular</p> <p>A. Degenerativa</p> <p>1. Osteoartrosis</p> <p>2. Osteoartritis</p> <p>B. Enfermedad inflamatoria sistémica</p> <p>C. Reabsorción condilar idiopática</p> <p>D. Osteocondritis disecante</p>	<p>E. Osteonecrosis</p> <p>F. Neoplasias</p> <p>G. Condromatosis sinovial</p> <p>4. Fracturas</p> <p>5. Alteraciones congénitas y/o del desarrollo</p> <p>A. Aplasia</p> <p>B. Hipoplasia</p> <p>C. Hiperplasia</p> <p>II. ALTERACIONES DEL SISTEMA MUSCULAR MASTICATORIO</p> <p>1. Dolor muscular</p> <p>A. Mialgia</p> <p>1. Dolor local</p> <p>2. Dolor miofascial</p> <p>3. Dolor miofascial y referido</p> <p>B. Tendinitis</p> <p>C. Miositis</p> <p>D. Espasmos</p> <p>2. Contractura</p> <p>3. Hipertrofia</p> <p>4. Neoplasias</p> <p>5. Alteración funcional</p> <p>A. Discinesia orofacial</p> <p>B. Distonía oromandibular</p> <p>6. Dolor muscular en relación a enfermedades centrales o sistémicas</p> <p>A. Fibromialgia</p> <p>III. CEFALEA</p> <p>1. Cefalea atribuida a SDTM</p> <p>IV. ESTRUCTURAS ASOCIADAS</p> <p>1. Hiperplasia de la apófisis coronoide</p>
---	--

Tabla 1. Taxonomía ampliada para trastornos temporomandibulares (Peck y col. 2014)¹⁸.

EL TTM es una entidad frecuente y se estima que alrededor de un 30 % de la población puede presentar o haber presentado algún síntoma a lo largo de su vida¹⁹. Así en Estados Unidos, en el estudio de Scrivani y col.²⁰, se describió una prevalencia en adultos que variaba del 40 al 75 % sí existía al menos algún signo como desviación mandibular en apertura o ruidos articulares, a una prevalencia media del 33% en personas que presentaban al menos un síntoma, como dolor a la masticación o cefalea.

En relación a la incidencia, en Estados Unidos se realizó un estudio de cohortes prospectivo en una muestra de adultos de 18 a 44 años, denominado el estudio OPPERA²¹. En dicho estudio se observó una incidencia del 3,9 % por año de un primer síntoma doloroso, la cual iba aumentando con la edad, siendo el dolor recurrente la manifestación más frecuente.

El TTM se presenta más frecuentemente en la edad adulta, de 20 a 50 años, siendo más prevalente en mujeres con una ratio mujer-hombre que varía del 3:1 al 9:1²⁰.

> ***Etiopatogenia.***

Actualmente se considera que la etiología del TTM es multifactorial, y se debe tanto a factores biológicos, factores ambientales o factores de comportamiento, como los hábitos parafuncionales. Estos factores actuando solos o en combinación provocan la aparición de síntomas o signos de disfunción en la articulación^{22,23}. Tanto la predisposición a estos factores, como su inicio y perpetuación de los mismos en el tiempo, puede llevar a una alteración tanto en el componente neuromuscular como a alteraciones de la biomecánica articular.

Aunque no se conoce con exactitud el mecanismo por el cual se producen los cambios, existe un modelo en relación a la actividad muscular y la desregulación de las vías de dolor a nivel del Sistema Nervioso Central, y otro modelo biomecánico, siendo este último el más estudiado.

En el modelo biomecánico, el trauma agudo o crónico en la articulación debido por ejemplo a hábitos parafuncionales mandibulares, genera pequeñas hemorragias y daños en la articulación que exceden los sistemas de reparación y adaptación, produciendo dolor y limitación de la función²⁴. Este modelo se explica por los trabajos de Chang y col. y Israel y col.^{25,26}, donde la sobrecarga articular altera el ciclo de hipoxia-reoxigenación de los tejidos, produciendo la liberación de mediadores inflamatorios y radicales libres que se acumulan en la articulación. Estas sustancias llevan a la degradación del cartílago articular y alteración del sistema de lubricación articular y el sinovio²⁷; todo ello provoca un aumento de fricción entre las superficies articulares, inflamación sinovial y cambios de las estructuras articulares. Finalmente, estos cambios provocan alteraciones de la dinámica articular, que producen trastornos articulares intracapsulares, y, en consecuencia, cambios histológicos y degenerativos.

En nuevos trabajos, se ha estudiado la relación entre diversos polimorfismos genéticos, genes del metabolismo de las catecolaminas y receptores adrenérgicos a nivel del sistema límbico, los cuales están relacionados con la modulación y respuesta al dolor, los cuales están asociados más frecuentemente a pacientes con TTM²⁰. También,

se han estudiado los polimorfismos de receptores estrogénicos, debido a la relación con el sexo femenino del TTM, observando que la presencia de un tipo de receptor estrogénico en la articulación aumenta el riesgo en 2 o 3 veces de padecer TTM a diferencia de mujeres que no lo poseen²⁸.

3.2.2 Disfunción temporomandibular o desórdenes internos.

La disfunción tempormandibular (DTM) o los desórdenes internos de la articulación (*internal derangement*, en la literatura anglosajona) se denomina al cuadro clínico que se produce por la alteración en la relación anatómica entre el disco, el cóndilo y la superficie articular del hueso temporal en los movimientos mandibulares²⁹.

Dentro de la DTM se encuentran las siguientes entidades:

- > Desplazamiento discal con reducción.
- > Desplazamiento discal con reducción y bloqueos intermitentes.
- > Desplazamiento discal sin reducción con limitación de apertura.
- > Desplazamiento discal sin reducción y sin limitación de apertura o crónico.
- > Síndrome de disco adherido (*stuck disc*).

Los desplazamientos discales pueden ser anterior, medial lateral o posterior, pudiendo producirse una combinación de ellos. El desplazamiento discal más frecuente es el desplazamiento anterior.

Se considera que existe desplazamiento discal anterior cuando la zona intermedia y posterior del disco se sitúa más anterior con respecto al cóndilo mandibular en boca cerrada. Cuando se produce la apertura oral, si el disco recupera su verticalidad y se interpone correctamente entre cóndilo y eminencia temporal se considera que existe reducción del disco (DDAcR); si esto no se produce, se considera que existe desplazamiento sin reducción (DDAsR).

En la literatura, clásicamente, se describió la evolución natural de la DTM en cuatro fases de una forma progresiva, de menor a mayor severidad²⁹. No se ha demostrado en estudios longitudinales que en todos los casos los pacientes progresen y empeoren clínicamente, pudiendo desaparecer algunos síntomas o signos

espontáneamente. Además, se constató la misma probabilidad de desaparecer un signo en un paciente sintomático como aparecer el mismo en un paciente asintomático³⁰.

Estadios clínicos.

> Fase 1.

En esta primera fase, existe desplazamiento discal anterior pero el disco se reduce en apertura oral. El paciente puede presentar chasquidos articulares recíprocos, en apertura y cierre, debido al paso del cóndilo por debajo de la banda posterior del disco. Los chasquidos pueden asociarse a dolor y cuanto más tardío se produce el chasquido en la apertura oral máxima, mayor es el desplazamiento discal. Por el contrario, en diversos estudios se ha observado que el desplazamiento discal con reducción es un hallazgo frecuente en resonancia magnética en pacientes asintomáticos³¹. Figura 6.

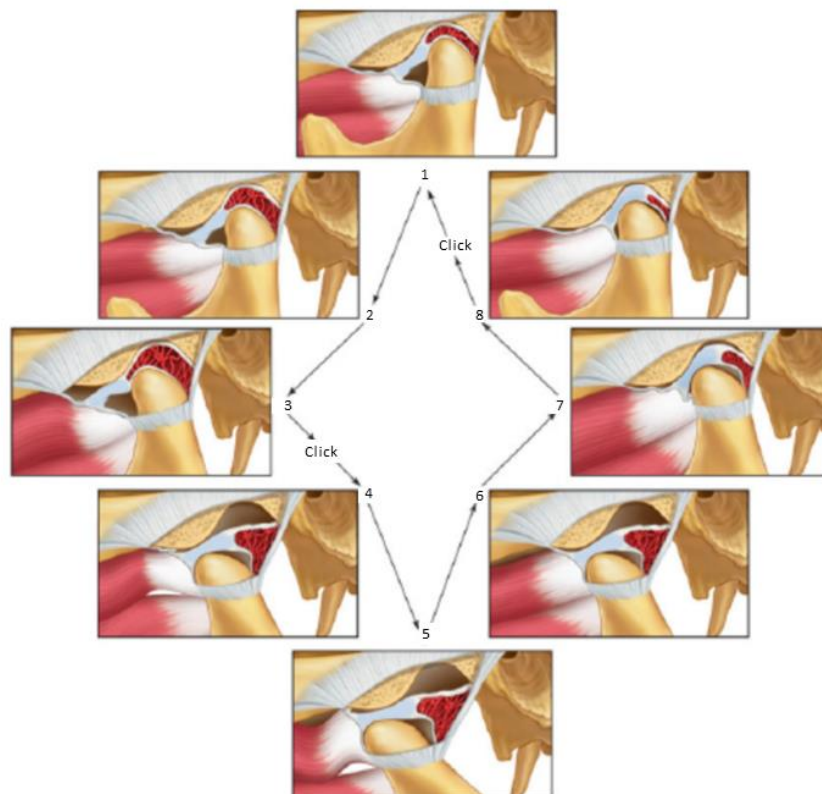


Figura 6. Fase 1: desplazamiento discal anterior con reducción. En la imagen 1, con boca cerrada, el disco se encuentra desplazado y cuando se produce la apertura oral, este se reduce y se interpone correctamente entre las superficies articulares (imagen de 3-5). En el cierre el disco vuelve a desplazarse anteriormente produciendo el chasquido de cierre (imagen 8 -1). (Imagen de Okeson 2015)²³.

> **Fase 2.**

Se considera Fase 2 si estas alteraciones progresan y se acompañan de episodios ocasionales de bloqueos articulares y limitación de apertura oral. Estos bloqueos, donde el disco no se reduce, pueden remitir espontáneamente o tras movimientos mandibulares, que permiten al paciente superar la interferencia. Y suele asociarse a clínica dolorosa.

> **Fase 3.**

A medida que progresa el trastorno, en esta fase, el disco no se reduce, permaneciendo por delante del cóndilo mandibular e impidiendo la correcta traslación del cóndilo mandibular; la carga masticatoria se produce sobre la zona bilaminar que provoca inflamación de los tejidos. Clínicamente, el sujeto presenta, en fases iniciales y aguda, limitación de apertura oral (menor de 30 mm)³⁰ y dolor articular intenso, pero los ruidos articulares previos cesan.

Cuando el desplazamiento discal se cronifica, las fibras de la zona bilaminar se van elongando al ir desplazando el cóndilo al disco hacia adelante, lo que lleva a un aumento de la apertura oral a pesar de que el disco continúa desplazado. Figura 7.

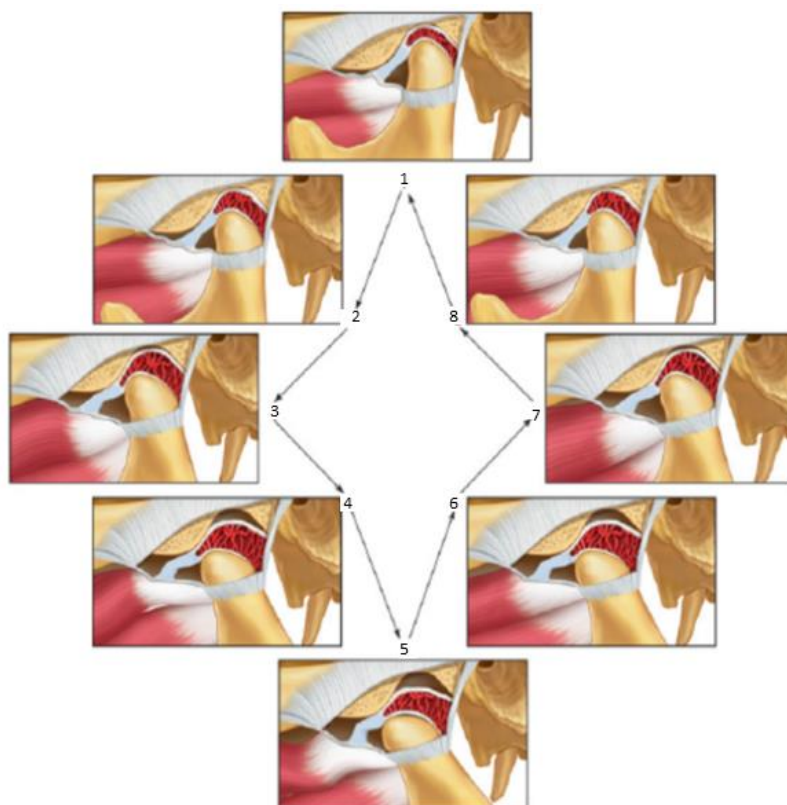


Figura 7. Fase 3: desplazamiento discal anterior sin reducción. En la apertura oral, imágenes de 2 – 5, el disco no vuelve a su posición normal, manteniéndose desplazado anteriormente, y no se interpone entre ambas superficies articulares. (Imagen de Okeson 2015)²³.

> **Fase 4.**

En la última fase se producirán cambios degenerativos en la articulación. Los pacientes presentaran con frecuencia dolor y crepitación articular con los movimientos mandibulares, pero podrían presentar una mejora de la apertura oral debido a la formación de un pseudo-disco en la zona bilaminar. Debido a la carga masticatoria continua en esta zona se producen cambios de fibrosis, engrosamiento y pérdida de elasticidad³². Mientras continúe la carga articular sobre la zona bilaminar, esta zona sufrirá un proceso de adelgazamiento y degeneración. Estos cambios en la zona bilaminar junto con la degeneración del cartílago del disco articular, puede llevar a zonas de ruptura de la unión de ambos o en el propio disco, produciéndose perforaciones e incluso cuerpos libres articulares.

Frecuentemente, en estos casos crónicos se aprecian alteraciones óseas, además de las antes descritas. Las alteraciones óseas, que se engloban en esta fase,

probablemente ocurran a lo largo de todas las fases, en menor o mayor grado, degenerando en una osteoartrosis de la articulación. Figura 8.

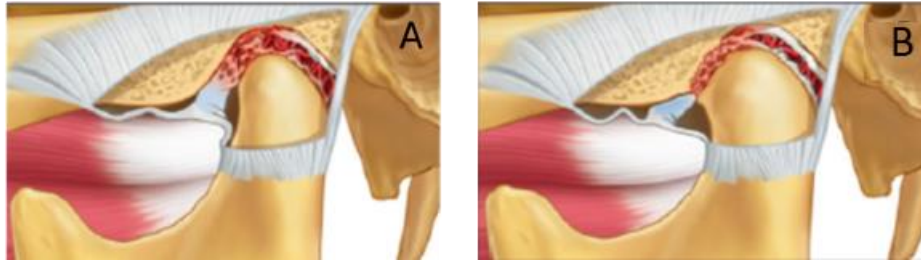


Figura 8. Fase 4: cambios degenerativos. En la imagen A se observa deformidad discal e inflamación en la zona bilaminar (retrodiscitis) y en la imagen B se observan cambios artríticos con irregularidad de las superficies articulares y perforación discal o ruptura ligamentosa. (Imagen de Okeson 2015)²³.

El diagnóstico de los trastornos intracapsulares de la ATM se realiza mediante la clínica, exploración física y radiológica, siendo la resonancia magnética (RM) la prueba de elección.

3.2.3 Perforaciones del disco articular.

Las perforaciones discales son una interrupción de la continuidad de la superficie del disco articular, quedando conectado el espacio articular superior con el inferior, si la perforación es de gran tamaño puede verse expuesta la superficie articular del cóndilo mandibular. Las perforaciones discales se suelen encontrar en articulaciones que presentan cambios degenerativos avanzados, siendo frecuente la presencia de otros cambios articulares, como desplazamiento discal crónico, deformidad discal, cambios degenerativos en el sinovio y cartílago articular, y alteraciones óseas articulares como osteofitos u otras alteraciones de la superficie articular. Figuras 9 y 10.

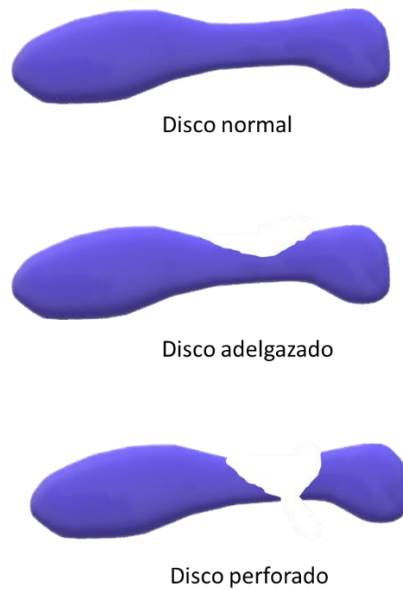


Figura 9. Imagen de las sucesivas alteraciones en la anatomía del disco articular.

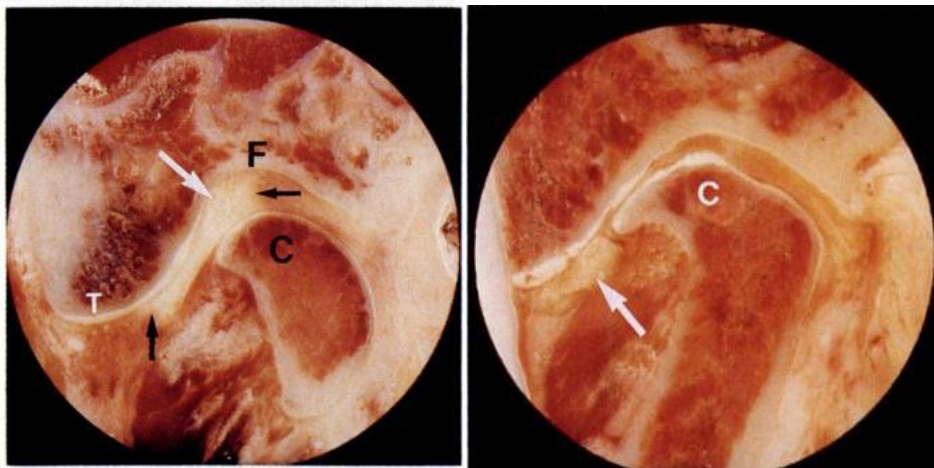


Figura 10. Imágenes de criosección de ATM izquierda en cadáver. A. Imagen de ATM sin patología, donde el disco se sitúa correctamente en una posición superior (F- fosa, C- cóndilo, T- eminencia temporal). Las flechas negras indican las zonas de unión anterior y posterior del disco y la flecha blanca la banda posterior del disco. B. Imagen de ATM con patología avanzada, se observan cambios óseos con osteofitos anteriores y perforación del disco, la flecha blanca indica la posición anterior del disco. (Imágenes de Westesson y col. 1987)³³.

En relación a la clínica, los pacientes con perforaciones discales no presentan un signo o síntoma específicos, sin embargo, se ha relacionado las perforaciones frecuentemente con dolor y crepitación articular, a pesar de ello no ha podido ser demostrado^{34,35}.

No se conoce de forma exacta las causas de la formación de perforaciones discales en la ATM. En la literatura, según diversos autores, la causa principal en la formación de perforaciones es la alteración en la relación del disco articular con el cóndilo mandibular y el hueso temporal, en relación al DDA_sR³⁵⁻³⁷. Esta alteración en la dinámica articular produciría cambios que llevarían a la degeneración y destrucción del cartílago articular, con la consiguiente formación de las perforaciones, principalmente, en la zona posterior del disco articular (localización anatómica más frecuente)^{34,38}.

El desplazamiento discal produce que el tejido retrodiscal se sitúe entre el cóndilo mandibular y el hueso temporal, provocando una extensión excesiva de estos tejidos que llevaría a una pérdida de elasticidad y deformidad, que junto con el aumento de presión por la sobrecarga en esta zona y la fricción de las superficies articulares, provocarían el adelgazamiento del disco y la producción de perforaciones^{12,37,39,40}.

Por el contrario, otros autores consideran que la formación de perforaciones se debe a cambios artríticos en la articulación y no exclusivamente al desplazamiento discal, al observarse las perforaciones más frecuentemente en estadios avanzados de la DTM y en casos de osteoartrosis⁴¹.

La formación de perforaciones se explicaría por la teoría de Nitzan y col.²⁷, donde la alteración del sistema de lubricación articular debido a los mediadores inflamatorios y radicales libres, conlleva un aumento de la fricción en las superficies articulares y la activación de enzimas que degradan el cartílago articular.

Goss y col.⁴², sugirieron una causa traumática para la formación de perforaciones discales. En su estudio de artroscopia en articulaciones con trauma agudo observaron un alto grado de perforaciones y fibrilación de los tejidos. Hansson y col.⁴³ sugirieron otra teoría para la formación de perforaciones, en la cual la disminución del grosor del disco y la consiguiente perforación, eran el resultado de cambios óseos de remodelación o degenerativos de las superficies articulares del cóndilo mandibular y hueso temporal. Para estos autores la impronta repetida de las irregularidades óseas adyacentes al disco durante la carga articular llevaría a la formación de la perforación.

Sea cualquiera la causa que provoque el daño en el disco articular, el fibrocartílago que conforma el mismo, al no poseer células mesenquimales pluripotenciales, no es capaz de regenerarse y reparar el daño.

En experimentación con modelos animales, se ha constatado que tras realizar una perforación discal se producían cambios degenerativos tanto en el tejido adyacente como en las superficies articulares. Narinobou y col.⁴⁴, en un estudio con conejos, demostraron que tras realizar una perforación se observaba en una primera etapa zonas de hipertrofia del cartílago articular, por lo tanto, procesos de adaptación. Sin embargo, a las pocas semanas, se comenzaban a observar cambios artríticos debido a la incapacidad parcial o total del disco de cubrir el cóndilo. Esta degeneración artrítica iba disminuyendo en el tiempo, lo que sugería que tras la perforación tienen lugar procesos de remodelación. En el estudio de Lin y col., donde se evaluaron las perforaciones de diferentes medidas realizadas en un modelo animal con cabras, concluyeron que las perforaciones menores de 1 mm lograban regenerarse, pero que, a partir de perforaciones de 3 a 5 mm, no eran capaces de curar por sí mismas y llevaban a procesos degenerativos articulares, más severos en cuanto mayor tamaño tuviera la perforación⁴⁵.

El diagnóstico de perforación discal se realiza principalmente por visión directa artroscópica o como hallazgo en cirugía abierta. La artroscopia de la ATM permite observar nítidamente la morfología, el tamaño y la localización de la perforación, además, de otras alteraciones intraarticulares asociadas como sinovitis, condromalacia o adherencias.

3.2.4 Patología degenerativa: osteoartrosis articular.

La osteoartrosis de la ATM es una enfermedad degenerativa y no inflamatoria relacionada con la edad, la cual se caracteriza por presentar destrucción del cartílago articular, alteraciones óseas de remodelación y degenerativas y sinovitis secundaria⁴⁶.

Existe evidencia en la literatura de la asociación de la osteoartrosis con estadios avanzados de la DTM y con la presencia perforaciones discales⁴⁶.

La prevalencia aumenta con la edad, siendo alta a partir de los 65 años y más frecuente en el sexo femenino (6:1). Esta entidad puede afectar a una o ambas articulaciones⁴⁷. Los pacientes pueden presentar una clínica variable, siendo más frecuentemente asintomáticos, aunque pueden presentar dolor, crepitación y limitación de apertura oral.

La etiología de la osteoartrosis de ATM es múltiple, estando significativamente asociada a los cambios degenerativos que se producen con la edad y a los mismos factores que se observan en la etiopatogenia del TTM, antes descritos.

Las alteraciones óseas que se observan en las pruebas de imagen son: aplanamiento condilar, esclerosis y/o erosión de las superficies articulares, geodas subcondrales, osteofitos; y edema y/o degeneración de la médula ósea, entre otros⁴⁸.

3.3 PRUEBAS DE IMAGEN EN LA PATOLOGÍA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR.

Las pruebas de imagen de la ATM se utilizan para complementar el diagnóstico clínico en la DTM, las cuales deben permitir una correcta visualización de las estructuras de la articulación y sus posibles alteraciones. Actualmente, las principales pruebas de imagen disponibles para el estudio de la ATM son la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética.

La radiología simple y tomografía fueron las primeras pruebas utilizadas para el estudio de la ATM, las cuales aportaban información relativamente útil de los cambios o alteraciones óseas de la articulación, pero no era posible observar las alteraciones de los tejidos blandos articulares. Además, los hallazgos observados en las imágenes no se correlacionaban con la clínica del paciente⁴⁹ y fue en la década de los años 70 del siglo XX con la introducción de la técnica de artrografía de ATM, cuando las alteraciones en la posición del disco articular fueron clínicamente relevante en los síntomas y signos del paciente con DTM^{50,51}.

La artrografía de ATM fue la primera prueba utilizada en el diagnóstico de desplazamiento discal en la ATM en los años 70 y 80 del siglo XX⁴⁹. La técnica, al ser invasiva y técnicamente compleja, fue cayendo en desuso y sustituyéndose por pruebas más precisas, como la TC y la RM. También la artrografía se ha utilizado para la detección de perforaciones discales⁵²⁻⁵⁴, como método indirecto. Se diagnosticaba perforación sí al inyectar contraste en uno de los espacios articulares, compartimento superior o inferior, también este fluía al espacio articular contiguo.

La técnica de la TC es una modalidad de radiología diagnóstica que utiliza también radiaciones ionizantes, la cual mediante de un computador y procesador de datos, trata matemáticamente las mediciones obtenidas de la atenuación de los rayos a su paso por el paciente y reconstruye una imagen seccional del objeto. El uso de la TC en la patología de la ATM está ampliamente extendido, y es el método fundamental para el estudio de las alteraciones óseas de la articulación. Aporta imágenes precisas de la

anatomía ósea en diferentes planos, axial, coronal y sagital; además, aporta imágenes con reconstrucción en 3D^{55,56}. Esta técnica ha demostrado ser superior al compararla con la radiología simple o la ortopantomografía⁵⁷. Sin embargo, la TC no ha demostrado fiabilidad para el diagnóstico de alteraciones discales⁵⁸, debido a que aporta imágenes imprecisas de los tejidos blandos.

La RM, desde su introducción en los años 80 del siglo XX, ha sido la prueba de imagen de elección para el estudio de los tejidos blandos, y, por lo tanto, de la patología articular.

3.3.1 Resonancia magnética (RM) de la articulación temporomandibular.

La RM es una técnica no invasiva y que no utiliza radiaciones ionizantes. Esta técnica aporta información de todos los elementos articulares, tanto de tejidos blandos como duros, con precisión y exactitud⁵⁸.

La obtención de las imágenes de RM está basada en el fenómeno de resonancia magnética nuclear, donde el paciente es sometido a un campo electromagnético intenso y, luego, a ondas de radiofrecuencia que provocan la excitación y relajación de los protones de las moléculas de hidrógeno. Al detenerse las ondas de radiofrecuencia, estas moléculas volverán a su estado de relajación inicial, el cual se alcanzará en unos tiempos característicos (secuencias T1 y secuencias T2), liberando o absorbiendo energía, que se traduce en el índice de movilidad molecular. Estos tiempos característicos van a depender del tipo de tejido, teniendo cada tejido su propia densidad de protones; estos parámetros se utilizarán para construir la imagen tomográfica en los diferentes planos¹.

En secuencias T1, los tejidos que presentan un índice de movilidad molecular alta, como los ricos en lípidos, dan una señal alta en T1, hiperintensa o brillante. En cambio, los tejidos con bajo índice de movilidad, como los tejidos fibrosos o ricos en proteínas, producen una señal baja o hipointensa, al igual que las colecciones gaseosas. Como excepción, está el agua libre tisular que a causa de su gran movilidad aporta una imagen hipointensa en T1. En secuencias T2, las zonas ricas en protones libres, como colecciones libres acuosas, exudados o edemas, aportan una señal hiperintensa, brillante¹.

La RM aporta imágenes precisas tanto espaciales como morfológicas de las estructuras de la ATM, además en secuencias T2 aporta información sobre enfermedad. Es la prueba *gold-standard* para valorar la posición y la morfología del disco articular, al poder realizar la prueba en posición de boca cerrada y abierta (prueba funcional), permite evaluar la movilidad del disco y de la articulación^{59,60}.

La posición discal se determina en las imágenes de RM con el paciente en posición de boca cerrada y se utiliza de referencia de normalidad, en los cortes sagitales, cuando la banda posterior discal se sitúa justo encima de la zona más superior del cóndilo; y se conoce como posición de 12 en punto o superior⁶¹. En la posición de boca abierta el disco, que acompaña el movimiento del cóndilo, se interpone entre los dos componentes óseos. Y en los cortes coronales de RM el disco se observa perfectamente centrado sobre el cóndilo mandibular. Figura 11.

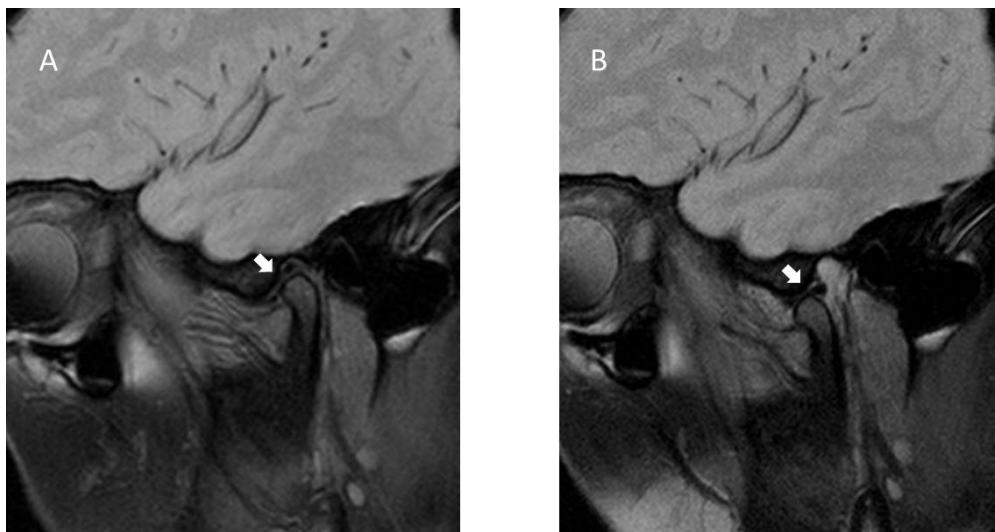


Figura 11. Imágenes de RM en el plano sagital con secuencia T2*. En la imagen A, el paciente se encuentra en posición de boca cerrada y el disco se posiciona correctamente entre cóndilo y eminencia temporal. En la imagen B, se observa la posición de boca abierta y el complejo cóndilo-disco se traslada correctamente hacia adelante. Se puede observar las tres zonas del disco: banda anterior, zona intermedia y banda posterior.

Cualquier variación de la posición de normalidad se considera desplazamiento discal, pudiendo ser en las cuatro direcciones y siendo el desplazamiento anterior el más frecuente seguido del desplazamiento anterolateral. Los desplazamientos laterales o

mediales puros son muy poco frecuentes, al igual que el desplazamiento posterior del disco⁵⁹. En el estudio de Drace y Enzmann⁶² se consideró que la posición del disco era normal cuando la unión de la banda posterior con la zona bilaminar no superaba los 10 grados de desplazamiento anterior de la posición de 12 en punto. Estos autores posicionaron la línea de referencia vertical a lo largo del eje mayor del cóndilo mandibular, a diferencia de Rammelsberg y col.⁶³ que utilizaron una línea perpendicular al plano horizontal de Frankfort. Estos últimos autores observaron que, en el 85% de las articulaciones estudiadas de pacientes asintomáticos, la banda posterior se localizaba a menos de 26 grados de la posición de 12 en punto y concluyeron que el criterio de posición de 11 en punto o de hasta 30 grados de desplazamiento anterior debe considerarse en la norma.

En las imágenes de RM en posición de boca abierta, si el disco recupera la verticalidad y se posiciona correctamente se determina que existe reducción del desplazamiento; si esto no se produce y el disco sigue desplazado en posición de boca abierta se considera que no existe reducción.

El disco presenta una señal hipointensa homogénea en RM pudiendo identificarse la banda anterior, zona intermedia y banda posterior. Aumentos de intensidad de señal tanto en secuencias T1 como T2 en la zona posterior discal se suelen relacionar con procesos degenerativos⁶⁴. Esto es debido a que las áreas de mayor intensidad de señal en T1 se corresponden a zonas de tejido condroide con fibras de colágenos en disposición anárquica y horizontal, que difieren a la disposición habitual de las fibras, lineal y vertical⁶⁵. Orhan y col.⁶⁶ demostraron que existía más frecuentemente una mayor intensidad de señal del disco en la banda posterior en discos que estaban desplazados.

La morfología discal también se determina en imágenes de RM y los discos sanos presentan una morfología bicóncava. La alteración de la morfología discal se asocia más frecuentemente a discos con desplazamiento sin reducción y degeneración articular, pudiendo observarse desde un engrosamiento de la banda posterior a una pérdida de longitud del disco y alteración de la morfología, a una biconvexa o disco redondeado⁶⁶.

La RM ha mostrado también ser exacta y fiable para el diagnóstico de inflamación y derrame articular⁶⁷.

El derrame articular se observa como un aumento de la intensidad de señal de uno o ambos espacios articulares, tanto EAS como EAI, en las secuencias de T2⁶⁷.

También la RM es la única prueba capaz de visualizar directamente la médula ósea in vivo⁶⁰ y, por lo tanto, también es capaz de evaluar sus alteraciones; la presencia de edema en el hueso se manifiesta en forma de hipointensidad de señal en T1 e hiperintensidad en T2. Las alteraciones de la médula ósea condilar han sido descritas como edema, esclerosis o una combinación de ambas. Suponen signos de inflamación y degeneración, además de estar relacionado, en algunos casos, con osteocondritis disecante y osteonecrosis condilar⁶⁸. Estas alteraciones de señal en la médula ósea, principalmente edema, se observan en aproximadamente el 30% de los pacientes con patología de ATM⁶⁹.

En un estudio acerca de las alteraciones de derrame articular y signos de degeneración de la médula ósea condilar en pacientes con DTM y voluntarios, Larheim y col.⁷⁰ observaron que pequeñas cantidades de derrame articular se podían observar en el grupo de voluntarios, pero el derrame articular moderado y severo era significativamente mayor en el grupo de pacientes sintomáticos. El derrame articular moderado y severo estaba asociado a dolor, desplazamiento discal y alteraciones de la médula ósea condilar. Estos resultados también han sido descritos por otros investigadores^{59,69,71,72}.

Respecto a la detección de perforaciones discales y adherencias, la RM tiene un valor limitado en comparación con otra prueba de imagen como la artrografía^{37,66}. Esto es debido a que las estructuras como el disco articular, el cartílago, hueso cortical y fluido sinovial presentan intensidad de señal similar en secuencias T1 en la RM⁷³. En las secuencias en T2, según algunos autores como Kuribayashi y col.⁷⁴, el valor diagnóstico es también limitado, debido a que es necesario la presencia de derrame articular severo para poder llegar a observar adecuadamente la falta de continuidad del disco, por lo tanto, la perforación (efecto artrográfico).

En un reciente estudio en 2020, Verhelst y col.⁷⁵ evaluaron la correlación entre los hallazgos en artroscopia de ATM y las alteraciones observadas en RM, concluyendo que en general el nivel de concordancia era bajo, incluyendo entre los hallazgos artroscópicos a las perforaciones discales.

También se pueden valorar con la RM otras estructuras blandas de la articulación, como el tejido retrodiscal y la musculatura. Sano y col.⁷⁶, observaron que un aumento en la intensidad de señal en secuencias T2 en el tejido retrodiscal, se asociaba significativamente con articulaciones dolorosas; concluyeron que se debía al aumento de vascularización e inflamación de la zona. Por el contrario, una disminución de señal se asocia a cambios fibróticos en pacientes con desplazamiento discal crónico, y a la formación de un pseudo-disco⁷⁷.

En relación a la visualización de los tejidos duros articulares, la RM ha demostrado en diversos estudios, que su precisión es similar a la tomografía para la evaluación de las superficies articulares o de los cambios óseos que se pueden presentar en la patología degenerativa de la ATM^{46,67}. Li y col.⁴⁶, estudiaron la correlación entre las alteraciones óseas observadas en RM y los cambios histopatológicos en pacientes sometidos a cirugía abierta de ATM por DTM refractaria al tratamiento conservador. Los autores concluyeron que la RM es una prueba de imagen efectiva para evaluar los cambios óseos como erosiones corticales, osteofitos y aplanamiento condilar. Por lo tanto, la RM es útil para el diagnóstico de la osteoartritis de ATM.

Los cambios óseos que se pueden observar son: osteofitos, aplanamiento del cóndilo mandibular, erosión de las superficies articulares, esclerosis cortical, eburnación y disminución del espacio articular, quistes subcondrales o geodas y cuerpos libres intra-articulares.

En diferentes estudios se ha observado que en las articulaciones que presentan DDAsR presentan con mayor frecuencia estas alteraciones óseas y se ha demostrado que poseen un riesgo significativamente mayor de degeneración artrítica^{60,72}. Sin embargo, estos cambios degenerativos también se pueden observar en articulaciones con discos correctamente posicionados, además no todas las articulaciones con discos desplazados progresarán hacia dolor y cambios artríticos.

3.4 CLASIFICACIÓN DE LA DISFUNCIÓN TEMPOROMANDIBULAR.

En el manejo clínico del paciente con trastornos intracapsulares, se utiliza de forma más habitual la clasificación de Wilkes y que fue publicada en 1989 por C. Wilkes⁷⁸. Esta clasificación agrupa los cuatro estadios clásicos descritos en el apartado 4.2 en cinco estadios bajo criterios clínicos-radiológicos. Esta clasificación fue completada en 1992 por Bronstein y Merril⁷⁹, añadiendo los hallazgos artroscópicos observados en cada estadio. Tabla 2.

ESTADIOS	SIGNOS/SÍNTOMAS	HALLAZGOS EN TOMOGRAFÍA Y RM	HALLAZGOS ARTROSCÓPICOS
I - INICIAL	Chasquidos recíprocos, no dolor.	Desplazamiento discal leve, no alteración de la morfología discal.	Elongación incipiente de la zona bilaminar. Sinovial y disco sin alteraciones.
II – INICIAL / INTERMEDIO	Chasquido más intenso y tardío. Dolor ocasional y cefaleas. Algún bloqueo articular.	Desplazamiento discal leve y comienzo de deformidad discal. Engrosamiento de la zona posterior del disco.	Elongación de la zona bilaminar, sinovitis con adherencias en fase inicial y prolapso antelolateral de la cápsula.
III- INTERMEDIO	Dolor y cefaleas más frecuentes. Episodios de bloqueo y limitación de apertura. Dolor funcional.	Desplazamiento discal sin reducción con alteración de la morfología discal y engrosamiento marcado de la zona posterior del disco. No cambios óseos.	Elongación importante de la zona bilaminar. Sinovitis moderada, adherencias y condromalacia de leve a moderada (I-II). Disminución del receso lateral.
IV– INTERMEDIO / AVANZADO	Cronicidad de los síntomas variables y curso ondulante. Dolor y limitación de apertura variable y episódico.	Aumento de la intensidad de los cambios del disco. Cambios óseos de leves a moderados.	Hialinización del ligamento posterior. Sinovitis, adherencias y condromalacia moderada-severa (II-III).
V- AVANZADO	Crepitantes articulares. Dolor variable y episódico con posible limitación crónica de la apertura. Dificultad para la función mandibular	Gran deformidad anatómica del disco y tejidos duros. Cambios artríticos articulares.	Hialinización del tejido retrodiscal. Perforación discal y fibrilación de las superficies articulares. Sinovitis y adherencias severas. Condromalacia avanzada (IV).

Tabla 2. Clasificación de Wilkes-Bronstein y Merril de la DTM. A la Tabla de clasificación de Wilkes (1989)⁷⁸ se ha añadido la clasificación de hallazgos artroscópicos de Bronstein y Merril⁷⁹.

Posteriormente, en 2013, Dimitroulis publicó una nueva clasificación para los TTM, la clasificación Universal de Dimitroulis⁸⁰, la cual integra todas las patologías de la ATM y se divide en cinco categorías. Esta clasificación aúna los criterios clínico-

radiológicos con el diagnóstico de la patología y propone el tratamiento más adecuado según la gravedad de cada categoría. Tabla 3.

	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2	CATEGORÍA 3	CATEGORÍA 4	CATEGORÍA 5
	ATM normal	Cambios leves	Cambios moderados	Cambios severos	ATM catastrófica
CLÍNICA	Dolor ATM No ruidos ni bloqueos	Dolor ocasional Chasquidos Bloqueos esporádicos	Limitación dolorosa de la apertura Inflamación recurrente articular Luxación recurrente dolorosa	Dolor articular constante Crepitación Limitación de apertura Dolor a la masticación	Dolor constante Crepitación Bloqueo Maloclusión Imposibilidad para la masticación
RADIOLOGÍA	OPG y RM normales	OPG -normal RM - DDAcR. Disco y cóndilo sin alteraciones	OPG – normal RM – DDAcR. Disco con alteración leve de la morfología. Eminencia prominente	OPG – cambios leves condilares TC – degeneración condilar de leve a moderada RM – deformidad y degeneración severa del disco, perforación? Cambios iniciales óseos.	OPG – cambios severos condilares TC – degeneración severa condilar RM - restos discales o no se visualiza disco
DIAGNÓSTICO	Artritis aguda Sd. Miofascial Otalgia Neurogénico	SDTM - Trastornos intracapsulares iniciales Inflamación articular	SDTM - Trastornos intracapsulares moderados Luxación de ATM recidivante Condromatosis sinovial Fractura condilar luxada	SDTM - Trastornos intracapsulares avanzados Enfermedad inflamatoria articular	Osteoartritis Reabsorción condilar Anquilosis ATM Neoplasia ATM
TRATAMIENTO	Conservador	Artrocentesis Artroscopia - lisis y lavado	Artroscopia operativa Artroplastia: reposición discal, eminectomía Reducción abierta de fractura	Artrotomía: discectomía, condiloplastia. Desbridamiento de la fosa glenoidea. Eminectomía	Resección ATM Recambio articular

Tabla 3. Clasificación Universal de Dimitroulis⁸⁰.

En la clasificación de Wilkes las perforaciones discales se encuentran en el estadio avanzado o V, acompañándose de clínica crónica y cambios severos en el sinovio y cartílago articular. Por otro lado, en la clasificación de Dimitroulis, las perforaciones se encontrarían en la categoría 4, donde existe degeneración y deformidad del disco. Además, en esta categoría existirían cambios degenerativos óseos y el tratamiento recomendado es la artrotomía o cirugía abierta articular.

3.5 TRATAMIENTO DE LA PATOLOGÍA TEMPOROMANDIBULAR: PERFORACIONES DISCALES.

El objetivo del tratamiento quirúrgico de la patología de la ATM y de la DTM es, fundamentalmente, la desaparición del dolor y mejorar la función mandibular, alcanzando rangos de normalidad en los movimientos mandibulares; secundariamente, también se persigue restaurar la correcta relación cóndilo-disco-fosa. Por lo tanto, la indicación del tratamiento quirúrgico va a depender, no solo de los hallazgos observados en las pruebas de imagen, sino principalmente de la clínica del paciente y su evolución.

Los tratamientos quirúrgicos de la ATM engloban la artrocentesis, la artroscopia y la cirugía abierta o artrotomía de la ATM.

En relación al tratamiento de las articulaciones con perforación discal, varios autores han subrayado la importancia de establecer un plan de tratamiento adecuado y específico, debido a que una mayor movilidad articular produciría una reducción de fuerzas de estrés sobre la perforación y mejor distribución de las fuerzas de carga articulares, que llevarían a una estabilización del proceso y a una menor progresión a cambios artrósicos articulares⁸¹⁻⁸³.

Tradicionalmente, las articulaciones con perforación discal han sido tratadas con cirugía abierta, utilizando técnicas de reparación del disco articular y reposición, discectomía o reemplazamiento discal⁸⁴.

La artrotomía de la ATM fue la primera técnica empleada en el manejo de pacientes con dolor y DTM; fue descrita por primera vez en 1887⁸⁵. Esta técnica quirúrgica ha sido la más extendida y estudiada en la literatura. Todavía el uso de la bioingeniería para la creación de un neodisco o el uso de células mesenquimales para reparar las perforaciones se encuentran en fases preclínicas de estudio⁸⁶.

La discectomía o meniscectomía se realiza cuando existe una perforación de gran tamaño siendo disco no funcional, y, por consiguiente, no siendo adecuada la sutura discal. Existen múltiples estudios que demuestran altas tasas de éxito de esta técnica, con disminución significativa del dolor y buena función mandibular⁸⁷. Además, múltiples

estudios presentan seguimientos a largo plazo⁸⁸⁻⁹¹. En relación a la reparación y reposición discal, en el estudio de Abramowicz y col.⁹², se demostraron buenos resultados con la cirugía a los 20 años de seguimiento.

A pesar de todo, esta cirugía no está exenta de riesgos como complicaciones precoces de sangrado y lesión nerviosa; y complicaciones tardías, como crepitación articular o cambios artrósicos en pruebas de imagen, pero que suelen estabilizarse en el tiempo⁹³. De forma anecdótica, se han detectado casos de reabsorción condilar o anquilosis tras la cirugía.

La cirugía artroscópica de ATM fue introducida en los años 70 del siglo XX por Ohnishi⁹⁴; primero se utilizó como técnica diagnóstica y luego como tratamiento de la DTM. La artroscopia tiene sus orígenes en la traumatología y es una técnica mínimamente invasiva, pero menos extendida que la cirugía abierta al ser técnicamente más compleja y requerir un material y equipamiento específico.

Las técnicas que se pueden realizar son lisis de adherencias y lavado articular, artroscopia operativa, que incluye desbridamiento de superficies articulares, electrocoagulación de las superficies articulares tratando sinovitis y adherencias, reposición discal y discopexia.

La artroscopia también ha demostrado ser una técnica efectiva en pacientes con DTM⁹⁵⁻⁹⁸, principalmente en relación a la disminución del dolor y mejoría de la función mandibular, y en estadios iniciales e intermedios de Wilkes. Esta técnica presenta una menor tasa de complicaciones y baja morbilidad, siendo la técnica de primera elección para muchos autores^{96,100-102}.

Para el tratamiento de las perforaciones discales con artroscopia, Quinn y col.⁸¹ publicaron un estudio sobre la eficacia de la artroscopia operativa para el tratamiento de las perforaciones discales, obteniendo buenos resultados clínicos a los 3 años. En un estudio más reciente, Muñoz-Guerra y col.⁸² también evaluaron la eficacia de la artroscopia en articulaciones con perforación discal. Los autores observaron que el tratamiento abrasivo artroscópico de las perforaciones es efectivo principalmente en articulaciones que presentaron perforaciones de pequeño tamaño, menos de un tercio

de la superficie condilar, disminuyendo significativamente el dolor y mejorando la limitación de apertura a los 4 años, y solo un 5% de su muestra precisó posteriormente cirugía abierta.

Machon y col.¹⁰³, también evaluaron el tratamiento de las perforaciones con artroscopia obteniendo buenos resultados en dolor y apertura oral a los 12 meses; pero en su muestra el 28% de los pacientes precisó cirugía abierta de rescate (discectomía) por continuar con los síntomas.

En las revisiones sistemáticas de la efectividad de ambas técnicas quirúrgicas realizada por Rigon y col.¹⁰⁴ y Al-Moraissi¹⁰⁵, no se demostró la superioridad de la artroscopia frente a los resultados obtenidos con la cirugía abierta. En la revisión de Al-Moraissi¹⁰⁵, en los diversos estudios analizados, la cirugía abierta fue superior en reducción del dolor y similar en mejoría de la apertura oral, función y ruidos articulares. Además, se ha demostrado que, en los pacientes sometidos a cirugía abierta y tras fracaso de la artroscopia, presentan una menor tasa de éxito que los pacientes que no fueron sometidos a artroscopia previa¹⁰⁶.

En un estudio sobre el fracaso tras la artroscopia de ATM¹⁰⁷, se observó que la mayoría de articulaciones que eran sometidas a una segunda cirugía presentaban estadios avanzados de Wilkes, IV y V.

Por lo tanto, la cirugía abierta supone una técnica más adecuada para estadios avanzados de Wilkes, principalmente estadio V, en cuyo caso se encuentran las articulaciones que presentan perforación discal.

4. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

Las perforaciones discales de la ATM no presentan una clínica específica que oriente al diagnóstico de las mismas, pero se observan en articulaciones con estadios avanzados de degeneración. Los pacientes que se encuentran en estos estadios suelen presentar clínica de dolor crónico con alteración de la función mandibular. En los casos donde el tratamiento conservador fracasa, la cirugía es el tratamiento más adecuado en los estadios avanzados. Los pacientes con estadios avanzados, estadio V de Wilkes y, por lo tanto, perforación discal, se benefician de la cirugía abierta de ATM acompañada o no de discectomía. Este procedimiento quirúrgico es el que presenta mayor evidencia científica en dicho estadio, con mejoría de la función mandibular, disminución del dolor y resultados estables a largo plazo.

Existen diversas pruebas de imagen para la evaluación de la patología articular de ATM, siendo el *gold-standard* la Resonancia Magnética funcional de ATM. En la literatura existen escasas publicaciones relacionadas con la validez y utilidad de esta prueba de imagen en la detección de perforaciones discales y muchos autores consideran que su capacidad de diagnóstico es limitada. Al realizar la búsqueda con los términos *TMJ disc perforation + MRI* en la plataforma de MEDLINE, únicamente existen 7 publicaciones. Esto se debe a la dificultad para el diagnóstico de estructuras tan pequeñas, como el disco articular y la similar intensidad de señal de las estructuras circundantes. Además, para el diagnóstico de perforaciones esta prueba se complementa con otras técnicas invasivas como la artrografía o la artroscopia.

Por lo tanto, es necesario realizar un estudio en nuestra población de pacientes con diagnóstico de DTM que van a ser sometidos a artroscopia de ATM para conocer la utilidad de la RM en la detección de perforaciones discales y establecer predictores potenciales de perforación; lo cual nos permita decidir la alternativa terapéutica más adecuada, la cirugía abierta en caso de perforación discal, y evitar una artroscopia diagnóstica y una segunda cirugía.

> **Hipótesis-pregunta de investigación.**

La RM es una prueba de imagen útil para la detección de perforaciones discales en nuestra muestra de pacientes diagnosticados de DTM.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO PRINCIPAL.

Evaluar la utilidad de la RM en la detección de perforaciones discales en la muestra estudiada.

5.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS.

- > Identificar las alteraciones artroscópicas más frecuentes en articulaciones que presenten perforación discal.
- > Identificar los hallazgos patológicos en las imágenes de resonancia magnética (RM) más frecuentemente relacionados con el diagnóstico de perforación discal en la artroscopia.
- > Analizar cuál de los hallazgos patológicos de la RM presenta asociación con la presencia de perforación discal y su magnitud.
- > Evaluar la validez de la RM en la detección de perforaciones discales en la muestra.
- > Identificar los predictores potenciales de perforación discal en la muestra.
- > Desarrollar una regla de decisión clínica para predecir el diagnóstico de perforación discal.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 MUESTRA.

La muestra del estudio se tomó de la base de datos de los pacientes sometidos a artroscopia de la ATM que acudieron al Servicio de Cirugía Oral y Maxilofacial del Hospital Clínico San Carlos en el periodo comprendido entre enero de 2006 y diciembre de 2018. En este periodo se sometieron a artroscopia de ATM un total de 260 pacientes y 503 articulaciones.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes con diagnóstico de DTM (Estadio III de Wilkes), que presentaban fracaso de medidas conservadoras tras, al menos, 6 meses de tratamiento; pacientes sometidos a artroscopia de la ATM y que hubieran realizado la RM de ATM previa a la cirugía en el mismo centro hospitalario (en un periodo menor de 6 meses).

Los criterios de exclusión fueron: pacientes con antecedentes de cirugía abierta o artroscopia previa de ATM y que hubieran realizado la RM de ATM previa a la cirugía en otro centro o no estuviera disponible en el momento del estudio.

Todos los pacientes firmaron previamente a la cirugía un consentimiento informado (CI) sobre la técnica quirúrgica, pero no se solicitó de forma expresa un CI específico de investigación al tratarse de un estudio retrospectivo, sin ningún tipo de intervención sobre los pacientes. Además, el presente estudio se enmarcaría dentro de la obligación, por parte de los profesionales, de revisión y mejora continua de los procesos asistenciales de cualquier servicio clínico.

Todos los datos fueron tratados bajo el cumplimiento de la ley orgánica de protección de datos (LOPD) 3/2018; así los datos de filiación no fueron incluidos en el cuaderno de recogida de datos.

El estudio fue evaluado por el Comité Ético para la Investigación Clínica del Hospital Clínico San Carlos y referencia: 18/022-E_Tesis. El Comité estipuló que el estudio cumple los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y en sus posteriores revisiones, así como aquellos exigidos por la normativa legal aplicable en función de las características del estudio.

6.2 RESONANCIA MAGNÉTICA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR.

Los estudios de RM de los pacientes de la muestra se realizaron en el Servicio de Radiología Diagnóstico por imagen del Hospital Clínico San Carlos de Madrid.

En todos los casos, para el estudio de imagen, se utilizó el equipo de Resonancia Magnética de General Electric modelo Signa Exite HDxt 1,5 T, el cual presenta un imán superconductor con una potencia de 1,5 Teslas y bobinas de alta intensidad para distintas regiones anatómicas y tipos de exámenes, obteniendo imágenes y reconstrucciones en alta resolución. Figura 12.

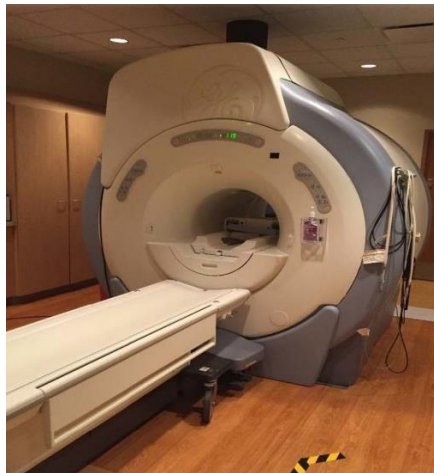


Figura 12. Aparato de RM General Electric Signa Exite HDxt.

Todos los pacientes siguieron el mismo protocolo para el estudio de ATM. La prueba de imagen se realizó sin contraste y se utilizó una antena especial para delimitar el campo de exploración y que se situó a ambos lados de la cabeza del sujeto. Cada paciente se colocó en posición de decúbito supino, con los brazos a lo largo del cuerpo y la cabeza en posición neutra. Las secuencias del estudio se realizaron en posición de boca cerrada y boca abierta para analizar la dinámica articular. Todos los pacientes recibieron las mismas órdenes, así para boca cerrada se buscó la posición de máxima intercuspidad, y para la posición de boca abierta se utilizó una jeringa de 20 ml para mantener la apertura bucal y evitar el temblor.

Las secuencias utilizadas y los parámetros (TE/TR aproximados) utilizados para el estudio de la ATM fueron:

- Secuencias axial y coronal T1 (TE13 y TR585) con FOV de 160 y 4 mm de espesor de corte.
- Secuencias sagital oblicua gradiente T2* (TE16 y TR562) con saturación grasa, FOV de 140 y 3 mm de espesor de corte
- Secuencia sagital oblicua T1 (TE 9,88 y TR555) con FOV de 140 y 3 mm de espesor de corte.

La secuencia T1 en los planos axial y coronal se utilizaron fundamentalmente para la valoración de morfología, señal y posición del disco articular mientras que en las secuencias gradiente T2* con saturación grasa en sagital oblicua se valoró sobre todo la presencia de líquido libre o derrame intraarticular y edema óseo. Las secuencias sagitales oblicuas en T1 y gradiente T2* se obtuvieron tanto con boca abierta como con boca cerrada.

Para la obtención de estos cortes coronales y sagitales, primero se realizó el plano de localización axial de la articulación temporomandibular, visualizando la rama y el cóndilo mandibular. La secuencia coronal oblicua se obtuvo trazando una línea longitudinal que atravesara en toda su longitud el cóndilo mandibular (perpendicular a la rama mandibular) y abarcando la ventana de exploración toda la articulación y cuya angulación fue longitudinal a la rama mandibular. Para las secuencias en el plano sagital, en la imagen axial se trazó una línea que recorriera la longitud de la rama mandibular y fuese perpendicular al cóndilo y que también, la ventana de exploración abarcara toda la articulación y presentara la misma angulación de la rama mandibular. Las ventanas de exploración incluyeron 6 cortes de un grosor de 3 mm cada uno. Figuras 13-15.

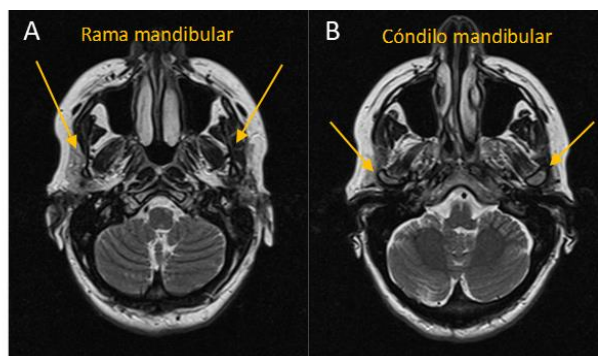


Figura 13. Plano de localización axial de la ATM. A. Corte axial para la localización de la rama mandibular. B. Corte axial para la localización del cóndilo mandibular.

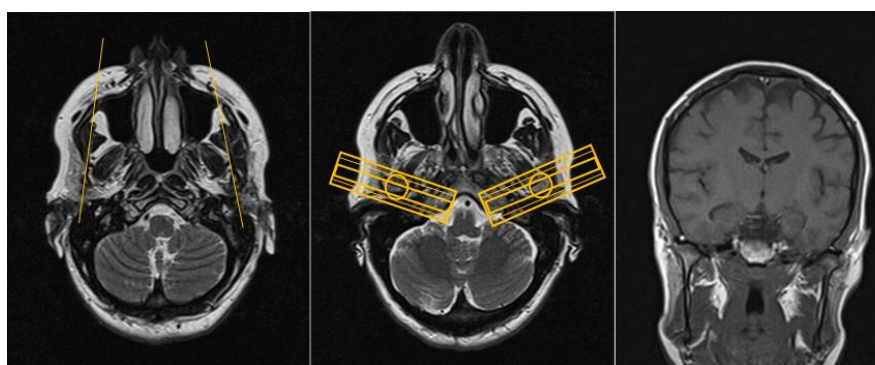


Figura 14. Obtención de los cortes coronales oblicuos.

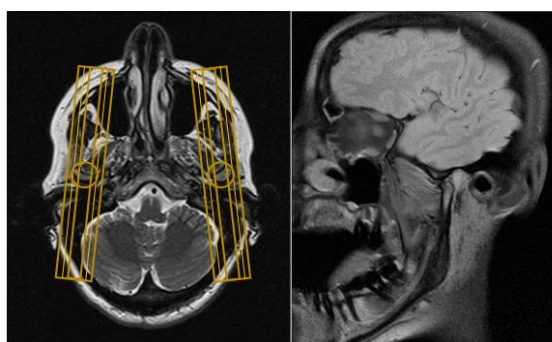


Figura 15. Obtención de cortes sagitales oblicuos.

Los estudios de RM de la ATM fueron evaluados por el mismo radiólogo especialista en Cabeza y Cuello del Servicio de Radiología del Hospital Clínico San Carlos, y en caso de dudas fue consultado un segundo radiólogo especialista del mismo departamento.

6.3 ARTROSCOPIA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR.

Todos los pacientes fueron sometidos a artroscopia de la ATM, en 243 pacientes se trató de artroscopia bilateral y en 17 pacientes de artroscopia unilateral. La cirugía fue realizada y/o supervisada siempre por el mismo cirujano. El procedimiento quirúrgico se realizó bajo anestesia general en quirófano y se utilizó el artroscopio modelo Dyonics HD 900 (Smith & Nephew Inc., EEUU). El artroscopio consta de una lente de 1,9 mm de diámetro y una angulación de 30º, junto con una fuente de luz y sistema de video para obtener y procesar las imágenes. Además, se utilizó el material de cánulas de protección de 2,2 mm de diámetro y trócares, e instrumental específico para realizar tanto la artroscopia diagnóstica como terapéutica. Figuras 16 y 17.

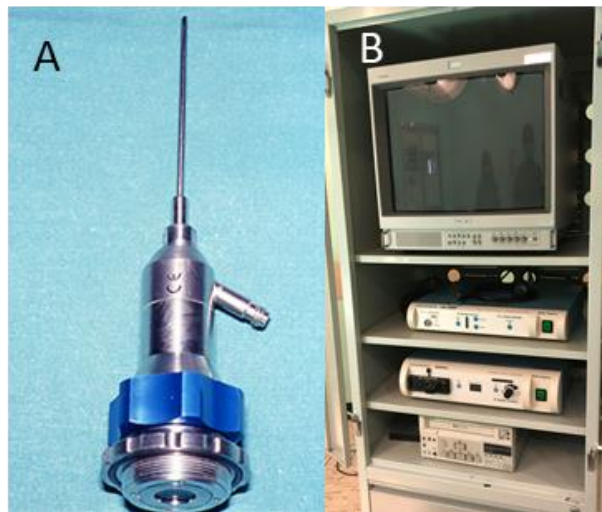


Figura 16. Artroscopio. A. Artroscopio Dyonics HD 900. B. Torre de Artroscopio con fuente de luz y sistema de video.

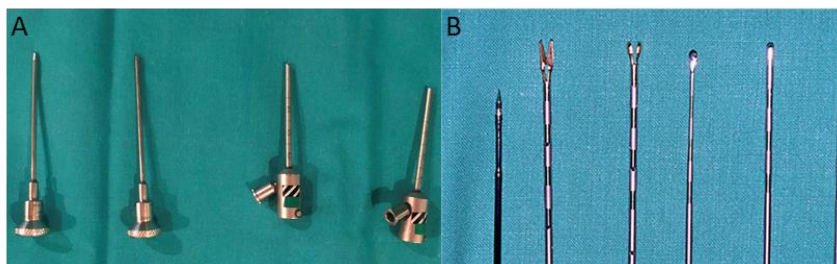


Figura 17. Material de artroscopia. A. Cánulas y trócares para el sistema de artroscopia. B. Material específico para artroscopia operatoria (kit de McCain).

En todos los casos se llevó a cabo el mismo protocolo quirúrgico: tras infiltrar con solución anestésica la zona de la cirugía y distender la articulación, se introdujo la primera cánula junto con el trocar en el espacio articular superior, se retiró el trocar y se conectó el sistema de irrigación de suero a la cánula. Seguidamente, se introdujo el artroscopio a través de la cánula y se colocó una aguja intramuscular para el drenaje. Figura 18.

Tras obtener una imagen nítida del EAS de la articulación, se exploró tanto el receso articular posterior como anterior, superficies articulares y zona medial, realizando un diagnóstico por visión directa de la articulación. Figura 19.

En los casos que fue necesario tratar la articulación, se introdujo una segunda vía de acceso en el receso anterior, mediante una segunda cánula y utilizando la técnica de triangulación, para realizar una artroscopia operatoria.

Todos los datos obtenidos en la cirugía se recogieron en una ficha de artroscopia del Servicio de Cirugía Oral y Maxilofacial del Hospital. Anexo 1.

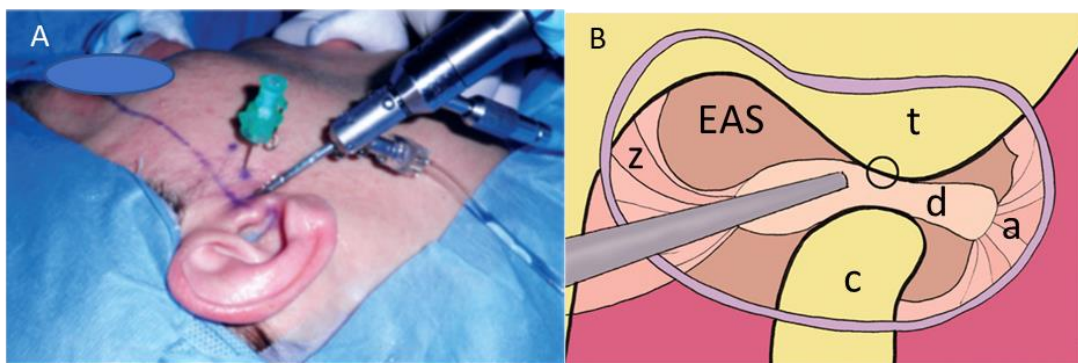


Figura 18. Imágenes de artroscopia de ATM. A. En la imagen se observa una artroscopia de ATM derecha, el artroscopio se introduce en el receso posterior del espacio articular superior. B. Dibujo de la anatomía quirúrgica de la artroscopia de ATM derecha. EAS, espacio articular superior; z, zona bilaminar; c, cóndilo mandibular; d, disco articular; t, hueso temporal; a, inserción anterior del disco. (Imagen de González-García y col., 2011)¹⁰⁸.

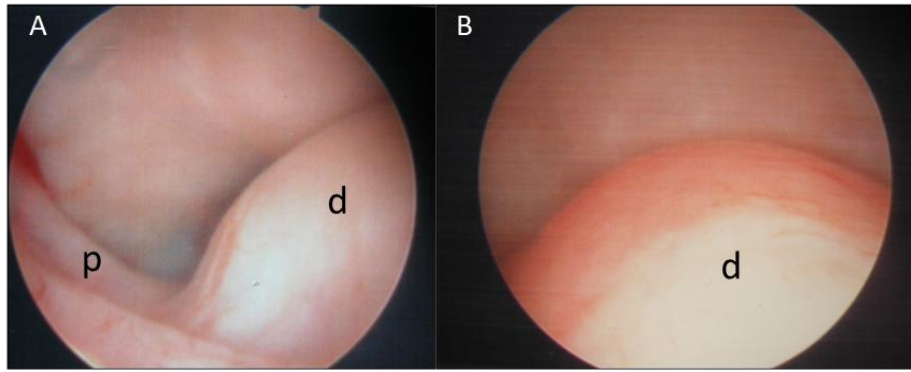


Figura 19. Visión artroscópica de la ATM derecha. A. En la imagen se observa el receso posterior del EAS, la banda posterior (p) y mitad distal del disco articular (d). B. En la imagen se observa disco articular (d) intacto.

6.4 MÉTODO

6.4.1 Detección de perforaciones discales en la artroscopia de ATM.

La detección en la cirugía de las perforaciones discales se realizó por visión directa en la exploración artroscópica. Se determinó la presencia de perforación al observarse una solución de continuidad en el disco articular que deja al descubierto el espacio articular inferior y el cóndilo mandibular, y que según el tamaño se puede acceder al espacio inferior con el artroscopio. Pudiéndose observar fibrilación de la superficie del disco y bordes de la perforación, aunque en perforaciones crónicas los bordes suelen ser lisos y bien definidos.

Se recogió la localización de las perforaciones en el disco: anterior, zona media o posterior del mismo. Figura 20.

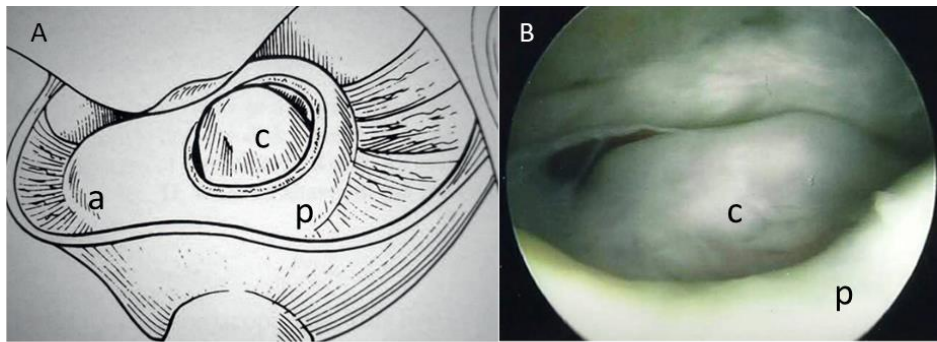


Figura 20. Detección de perforación discal en artroscopia. A. Esquema de una perforación en la zona posterior de disco de la ATM izquierda. C, cóndilo mandibular; p, perforación; a, banda anterior del disco articular (Imagen de McCain, 1996)¹⁰⁹. B. Imagen artroscópica de una perforación discal de gran tamaño y localización central.

También se valoró la presencia de adherencias intraarticulares, el grado de sinovitis y condromalacia de cada articulación. Las adherencias intraarticulares se diagnostican por visión directa y se definen como bandas fibrosas de tejido conectivo que unen las paredes y estructuras de la articulación, y que según su tamaño o extensión pueden limitar la movilidad discal.

El tipo de sinovitis o inflamación del sinovio se diagnosticó en relación al incremento de la vascularización observada en el mismo siguiendo los criterios de McCain (1996)¹⁰⁹. Tabla 4.

TIPO	VASODILATACIÓN	HIPEREMIA
1	Mínima	No
2	Moderada	Ligera
3	Severa	Moderada
4	Obliteración vascular	Total

Tabla 4. Clasificación de sinovitis aguda (Tabla de McCain, 1996)¹⁰⁹.

El grado de condromalacia o degeneración del cartílago articular se diagnosticó según los criterios de Quinn (1990)¹¹⁰. Los grados varían desde el reblandecimiento del cartílago por edema del tejido, que se determina a la presión con un palpador artroscópico, a la exposición y daño del hueso subcondral. Tabla 5.

ESTADIOS	DESCRIPCIÓN Y HALLAZGOS
I	Reblandecimiento e inflamación del cartílago. Fóvea a la presión
II	Surcos en el cartílago de la fosa y eminencia
III	Fibrilación y ulceración del cartílago
IV	Exposición del hueso subcondral

Tabla 5. Clasificación de condromalacia (Tabla de Quinn 1990)¹¹⁰.

6.4.2 Hallazgos patológicos en la resonancia magnética de ATM.

En el estudio de RM se analizó la presencia de signos de alteración o patología articular, los cuales se presentan en pacientes con DTM y/o patología degenerativa articular. Los signos se dividieron en signos directos, en relación a la patología propia del disco articular, y signos indirectos, cuando las alteraciones o patología afectaban a otras estructuras de la articulación.

Los signos directos a analizar fueron:

- > **Desplazamiento discal anterior con reducción (DDAcR):** la posición discal se evaluó en las secuencias en T1 con boca cerrada y boca abierta. Para valorar la presencia de desplazamiento discal anterior se utilizaron los cortes sagitales en posición de boca cerrada, con el cóndilo asentado en la cavidad glenoidea y en la posición de 12 en punto. Se trazó una línea vertical que pasara por el punto central del cóndilo mandibular y otra línea que pasara por la zona de unión del disco articular y la banda posterior, y que ambas se cruzaran en el cóndilo

mandibular. Figura 21.A.

El desplazamiento discal anterior se determinó cuando el ángulo entre la línea vertical condilar y la línea posterior del disco fuese mayor de 30° ^{63,77}. Figura 21.B. Se determinó que el disco se reducía cuando al analizar las secuencias en boca abierta, el disco articular recupera la verticalidad y se sitúa en su posición habitual entre el cóndilo y la eminencia articular. Figuras 21.C y 22.

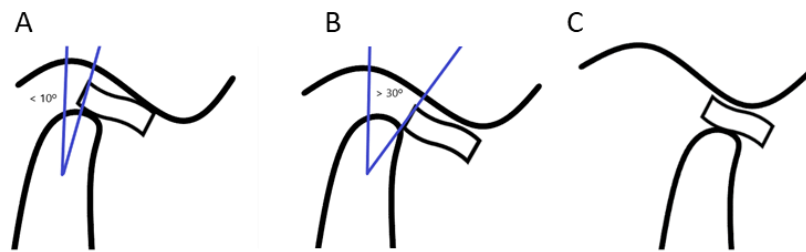


Figura 21. Desplazamiento discal con reducción. A. Dibujo de la articulación en posición de boca cerrada, el cóndilo se encuentra en la cavidad glenoidea y el disco presenta una posición correcta (angulación $< 10^{\circ}$). B. Dibujo en posición en boca cerrada, pero en este caso, el disco se sitúa anterior al cóndilo articular con una angulación mayor de 30° . C. Dibujo que ilustra la posición en boca abierta, tras la rotación y traslación condilar, el disco se interpone correctamente entre cóndilo mandibular y la eminencia temporal.

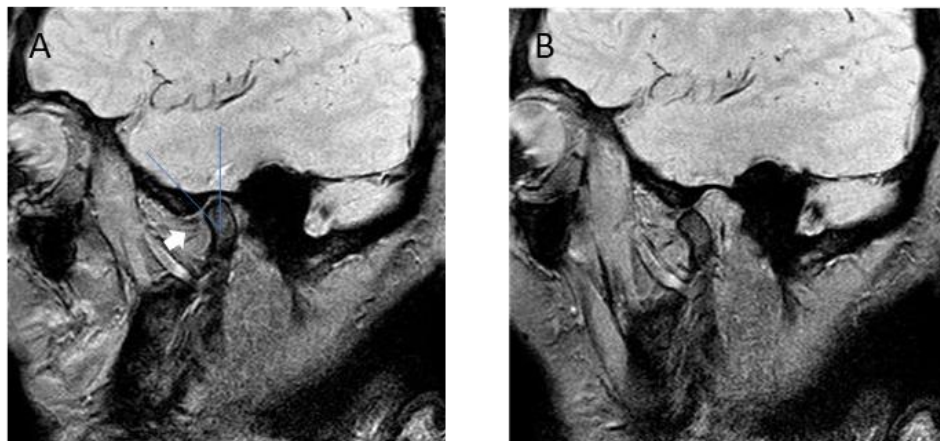


Figura 22. Desplazamiento discal con reducción (secuencia gradiente T2* en el plano sagital oblicuo en RM). A. En posición de boca cerrada, se observa el disco articular desplazado anteriormente (ángulo $> 30^{\circ}$). B. En secuencias en boca abierta, el disco se reduce y se interpone correctamente entre cóndilo mandibular y eminencia temporal.

- > **Desplazamiento discal anterior sin reducción (DDAsR):** se determinó cuando, tras observarse desplazamiento discal en la posición de boca cerrada, al realizar las secuencias con la posición de boca abierta, el disco se mantiene desplazado y por delante del cóndilo mandibular sin reposicionarse. Figura 23.

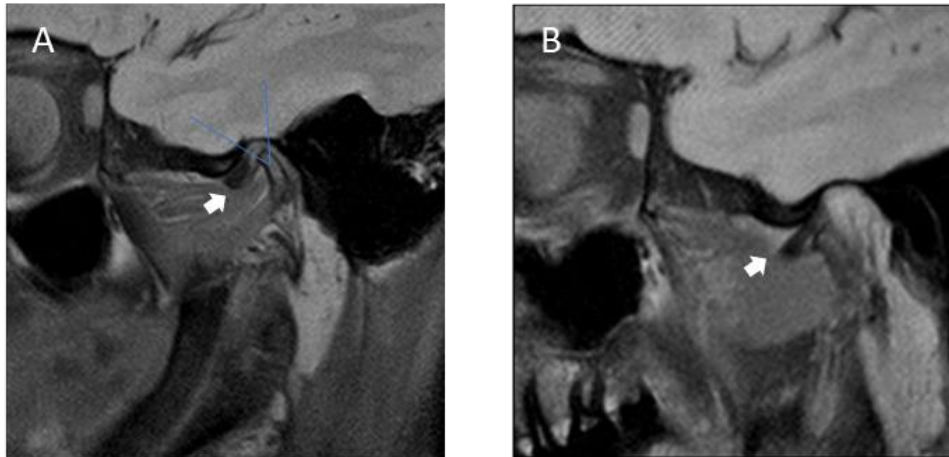


Figura 23. Desplazamiento discal anterior sin reducción (secuencia gradiente T2* con saturación grasa en el plano sagital oblicuo de la ATM). A En posición de boca cerrada, se observa desplazamiento anterior del disco articular (> 30°). B En posición de boca abierta, el disco articular no se reduce situándose anteriormente al cóndilo mandibular.

- > **Alteración de señal en la zona media del disco articular:** se evaluó como una discontinuidad en la intensidad de señal de la zona central del disco. En las secuencias T1, y en ocasiones también en las secuencias gradiente T2*, se puede observar una alteración de señal en dicha zona del disco; en algunos casos puede ir acompañada de una zona de aumento de señal también en la zona posterior del disco. Estas imágenes se relacionan con una alteración de la estructura del disco articular⁶⁴. Figura 24.

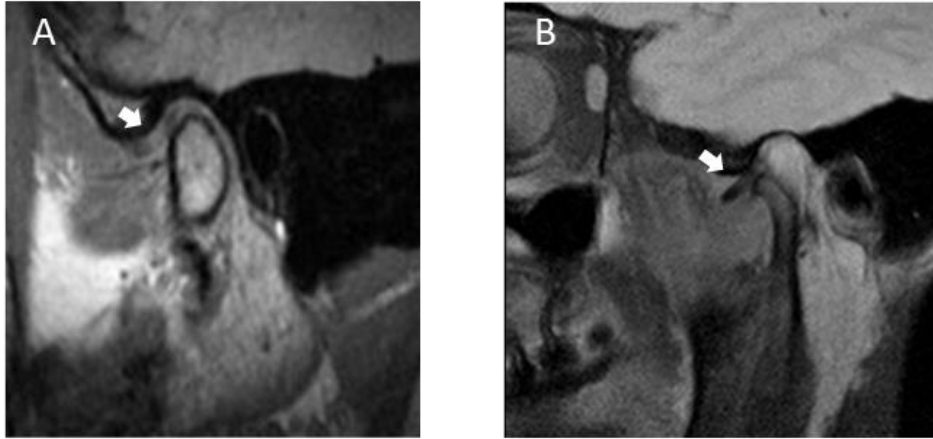


Figura 24. Alteración de señal de la zona media del disco articular en secuencia T1 en el plano sagital oblicuo (figura A). En la secuencia sagital oblicua gradiente T2* también se observa una alteración de señal en la zona central y posterior del disco articular (figura B).

- > **Deformidades del disco articular:** se determinó como presencia de deformidad cuando el disco no presentaba la característica morfología bicóncava en los cortes sagitales oblicuos. La deformidad discal se estableció según los criterios de Incesu y col.¹¹¹, pudiendo observarse el disco con morfología redondeada, biconvexo, en forma de “C” o morfología alargada. Figura 25.

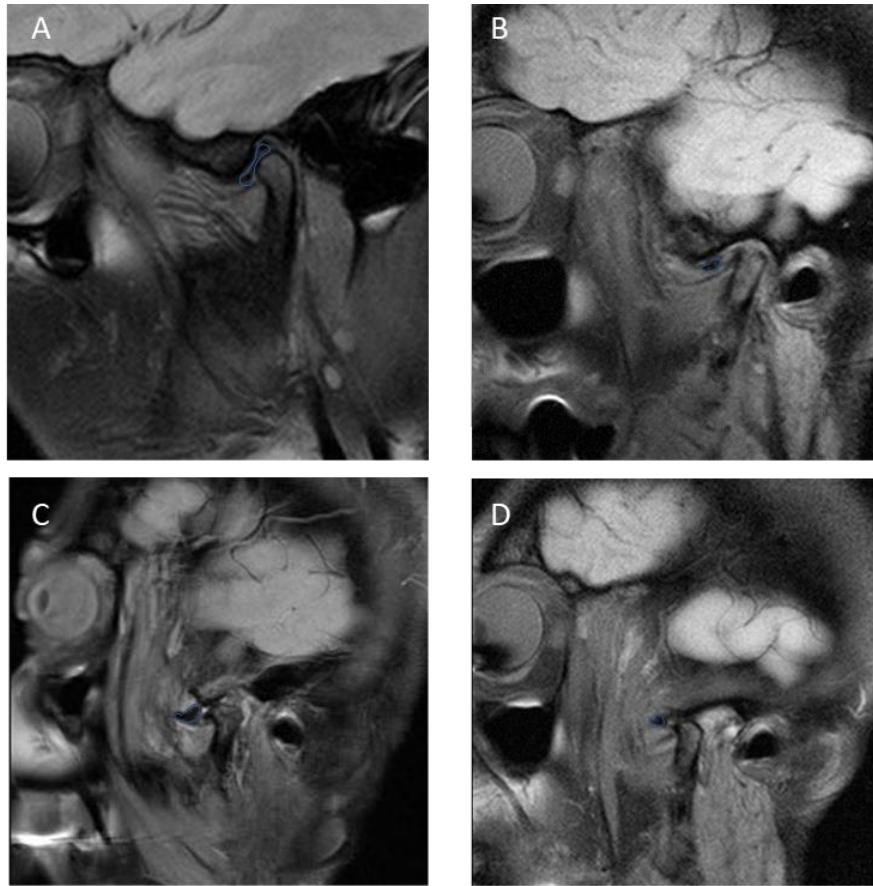


Figura 25. Deformidades del disco articular (Cortes sagitales en la RM de la ATM). A. En la imagen en posición de boca cerrada, se observa disco con morfología normal. B. En posición de boca cerrada, se observa disco con morfología biconvexa y desplazado anteriormente. C. En posición de boca abierta, se observa disco con morfología en “C” y desplazado. D. En posición de boca abierta, se observa disco con morfología redondeada y desplazado.

- > **Restos discales retrocondilares:** cuando en la evaluación de las imágenes de RM se observaron varios fragmentos correspondientes al disco articular en la zona posterior del espacio articular superior. Figura 26.



Figura 26. Restos discales retrocondilares (secuencias gradiente T2* con saturación grasa en el plano sagital oblicuo). En la imagen en posición de boca cerrada, se observa un fragmento del disco articular en la zona posterior del espacio articular superior (flecha).

Y los signos indirectos fueron:

- > **Osteofitos:** presencia de excrecencia ósea en las zonas marginales de la superficie articular condilar. Figura 27.

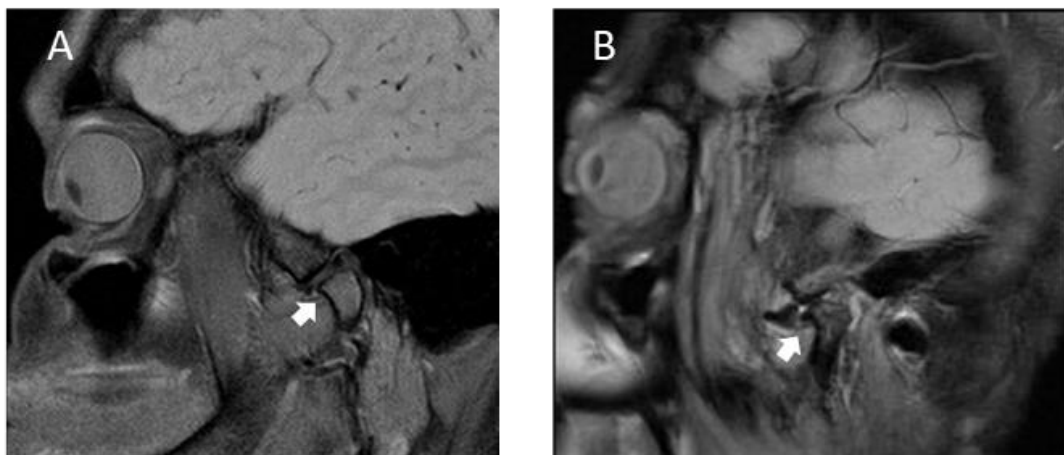


Figura 27. Osteofitos (Cortes sagitales en la RM de la ATM). A. En la imagen se observa osteofito anterior y aplanamiento condilar. B. En la imagen se observa osteofito anterior y disco desplazado.

- > **Signos de degeneración de la médula ósea del cóndilo mandibular:** se determinó como una alteración en la intensidad de señal de la médula ósea del cóndilo mandibular en secuencias T1 y T2. Se observó como un aumento de la intensidad de señal en secuencias gradiente T2* y zonas hipointensas en secuencias T1. Figura 28.

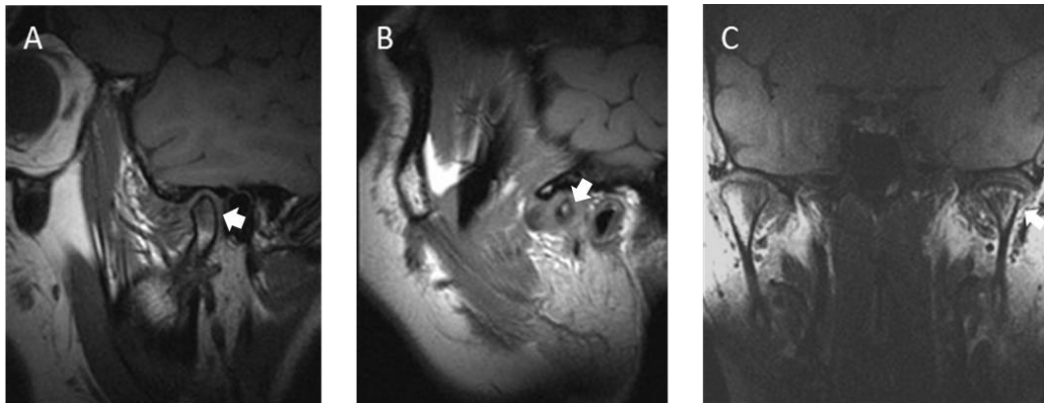


Figura 28. Signos de degeneración en la médula ósea del cóndilo. A y B. En secuencia T1 sagital se observa hipointensidad de señal en la médula ósea del cóndilo en las imágenes A y B (flechas). En el plano coronal también en secuencia T1 se aprecia la misma alteración de señal del cóndilo, también visible en el cóndilo contralateral.

- > **Derrame articular del espacio articular superior (EAS):** se determinó la presencia de derrame articular cuando existía abundante fluido intraarticular en el EAS. El derrame en el EAS se observó como un área de hiperintensidad de señal en secuencias gradiente T2* en la RM, principalmente en el receso anterior de este espacio⁷⁷. Figura 29.

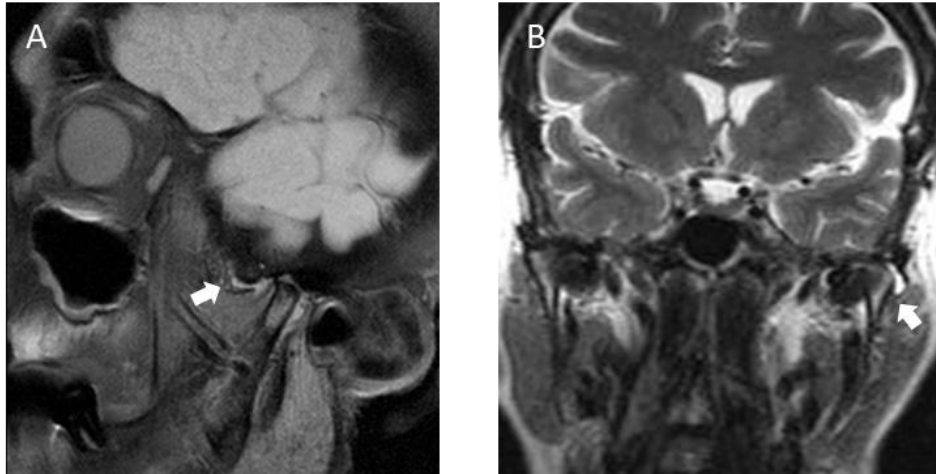


Figura 29. Derrame articular en el EAS (RM de la ATM). A. En el corte sagital oblicuo con secuencia gradiente T2* se observa hiperintensidad de señal del espacio articular superior (flecha) correspondiente a la presencia de líquido libre. B. Dicho derrame se observa también en secuencia gradiente T2* obtenida en el mismo paciente en el plano coronal en el lado izquierdo (flecha).

- > **Derrame articular del espacio articular superior e inferior (EAS y EAI):** en este caso el acúmulo de fluido se encuentra en ambos compartimentos articulares y en las imágenes de RM se puede observar resaltada la morfología del disco articular (efecto artrográfico). Figura 30.

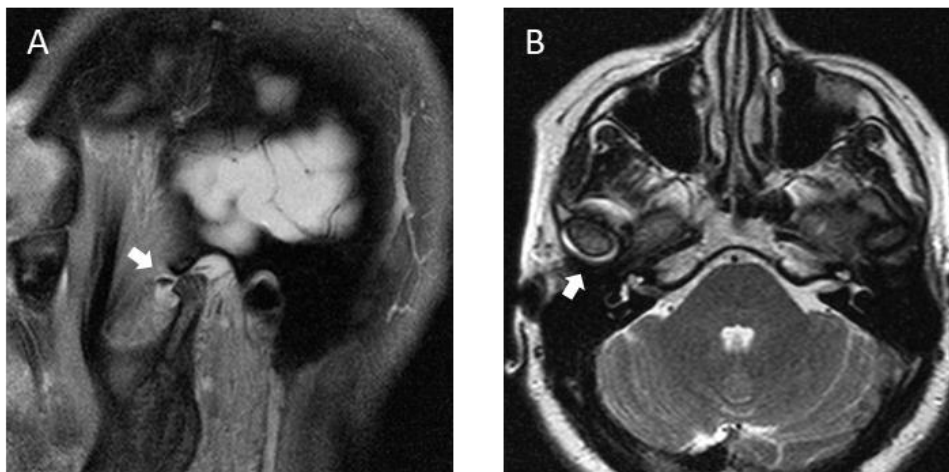


Figura 30. Derrame articular en los EAS y EAI. A. En secuencia gradiente T2* se observa derrame en ambos compartimentos articulares y se puede observar de forma clara el disco articular (efecto artrográfico, flecha). B. En secuencia gradiente T2* en el plano axial, se observa derrame en cantidad significativa en la ATM derecha (flecha).

6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis estadístico de los datos se realizó en colaboración con la Unidad de Apoyo Metodológico a la Investigación (UAMI) del Servicio de Medicina Preventiva del Hospital Clínico San Carlos y el servicio informático de Apoyo a la Investigación de la UCM. Para el análisis de los datos se utilizó el programa IBM SPSS 25.00 para Windows (SPSS inc. CA, USA) y para todos los test se estableció un nivel de significación menor del 5 % ($p < 0.05$).

6.5.1 Cálculo del tamaño muestral.

Para el cálculo del tamaño muestral se tomó como referencia un estudio piloto con una muestra de 61 pacientes y 122 articulaciones, en el cual se estudiaron los distintos signos en la RM en relación a la presencia de perforación discal en la artroscopia.

En el estudio piloto solo los signos de deformidad del disco articular, restos discales retrocondilares y derrame articular del EAS no presentaron una relación significativa con la presencia de perforación discal. Para el cálculo del tamaño muestral del estudio se determinó cuánto habría que aumentar la muestra para que estos signos obtuvieran una relación significativa con la presencia de perforación discal.

Para el cálculo se consideró el tamaño muestral más alto obtenido en cada uno de estos signos, con una confianza del 95% y una potencia estadística del 80%. En el caso del signo de derrame articular del EAS, se esperó que hubiera una frecuencia del 3% de derrame cuando exista perforación y una frecuencia del 1% de derrame cuando no exista perforación. Al calcular la muestra necesaria se obtuvo un resultado de 755 articulaciones, lo que no resulta posible en nuestro medio y, por lo tanto, se redujo a un tamaño muestral mínimo de 300 articulaciones; tamaño suficiente para que el siguiente signo que requería más tamaño muestral que era deformidad del disco articular fuese significativo.

Limitaciones

El tamaño muestral cubre el 78% de los objetivos.

6.5.2 Test estadísticos.

Se realizó un análisis descriptivo de las variables cualitativas, expresado en frecuencias. Y para las variables cuantitativas, se expresó en media y desviación estándar.

En el análisis comparativo la muestra se dividió en dos grupos: un grupo con presencia de perforación discal diagnosticada en artroscopia y otro grupo con ausencia de perforación o disco intacto. Se analizó la relación entre los dos grupos con respecto a la edad de la muestra utilizando el Test T de Student y con respecto a los hallazgos artroscópicos y la presencia o no de los hallazgos de signos directos e indirectos en la RM utilizando el Test de Chi-Cuadrado de Pearson.

Se analizó la asociación y magnitud de asociación de los signos observados en la RM con la presencia de perforaciones discales, utilizando el Test de Regresión Logística. Para esta prueba se comprobó la bondad de ajuste de los modelos mediante la prueba de Hosmer y Lemeshow, analizando la diferencia entre los valores pronosticados y los valores observados.

Además, a partir de los modelos predictivos, se calculó la probabilidad de presentar perforación discal.

Posteriormente, se analizó la validez de la RM en el diagnóstico de perforaciones discales en la muestra mediante el trazado de una Curva ROC (*Receiver operating characteristics*, características operativas del receptor) para pruebas diagnósticas.

Se calculó el área bajo la curva, AUC (*area under the curve*), y se valoró la exactitud del test según los criterios de Swets¹¹² determinando:

- > AUC = 0.5: el test no tiene capacidad discriminativa o nula exactitud (la proporción de verdaderos y falsos positivos es igual).
- > AUC = 0.5-0.7: el test presenta capacidad discriminativa baja.
- > AUC= 0.7 -0.9: la capacidad discriminativa del test es aceptable.
- > AUC > 0.9: la capacidad discriminativa del test es alta.

Además, se evaluaron las diferentes variables mediante el análisis de árboles de decisión para establecer predictores potenciales de perforación discal y se trazó para cada árbol de decisión una curva ROC.

Se utilizaron dos métodos de crecimiento¹¹³:

- > CHAID (*CHI-square Automatic Interaction Detection*): detección automática de interacciones mediante test Chi-cuadrado. En cada paso, CHAID eligió la variable independiente (predictora) que presentó la interacción más fuerte con la variable dependiente.
- > CRT: Árboles de clasificación y regresión. Este método dividió los datos en segmentos lo más homogéneos que fueran posible respecto a la variable dependiente.

7. RESULTADOS

I. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

7.1. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA.

7.1.1 Total de la muestra.

La muestra total de pacientes, tras los criterios de exclusión, fue de 185 individuos. En 168 pacientes de esta muestra se realizó artroscopia de ambas articulaciones temporomandibulares en el mismo tiempo quirúrgico, y sólo 17 pacientes fueron sometidos a artroscopia unilateral. Por lo tanto, un total de 353 articulaciones fueron sometidas a artroscopia y se incluyeron en el estudio. Tabla 6.

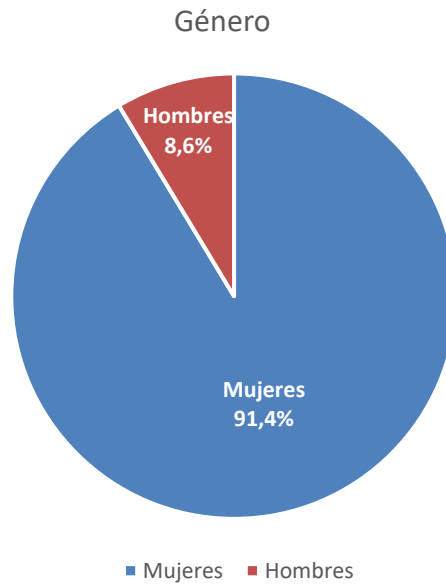
El total de articulaciones analizadas en RM fue de 370, en los 185 pacientes de la muestra. Tabla 6.

ARTROSCOPIA	PACIENTES	ARTICULACIONES
UNILATERAL	17	17
BILATERAL	168	336
TOTAL	185	353
RM	185	370

Tabla 6. Distribución de la muestra según el tipo de cirugía y el número de articulaciones incluidas.

7.1.2. Género de la muestra.

La muestra estuvo constituida por 169 pacientes mujeres y 16 hombres, el porcentaje de mujeres fue del 91.4% y sólo el 8.6 % fueron hombres. Gráfica 1.



Gráfica 1. Género de la muestra (porcentajes).

7.1.3. Edad de la muestra.

Los pacientes de la muestra presentaron edades comprendidas entre 21 y 67 años y la edad media fue de 39.39 +/- 10.32 años de desviación estándar.

7.2. FRECUENCIA DE LOS HALLAZGOS EN LA ARTROSCOPIA DE ATM.

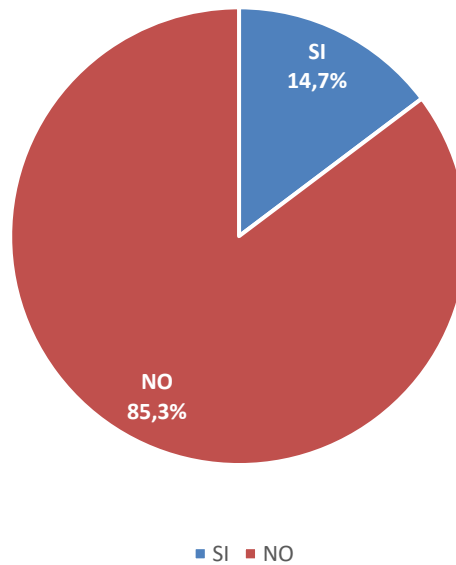
7.2.1. Perforaciones discales.

En el total de las 353 articulaciones se pudo valorar la integridad del disco articular. En 52 articulaciones se observó perforación del disco, un 14.7% del total de las articulaciones exploradas. Por el contrario, el 85.3% de las articulaciones restantes presentaron un disco intacto. Tabla 7. Gráfica 2.

PERFORACIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	52	14.7
NO	301	84.3
TOTAL	353	100

Tabla 7. Frecuencia de las perforaciones discales en la muestra.

Perforaciones



Gráfica 2. Frecuencia de las perforaciones discales (porcentajes).

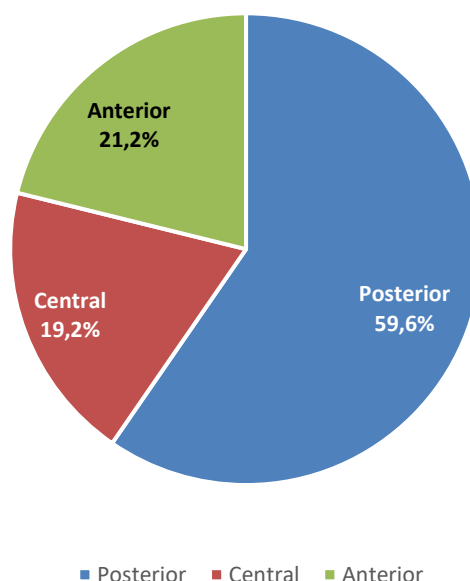
7.2.2. Localización de las perforaciones discales.

La localización más frecuente de las perforaciones discales en la muestra fue en la zona posterior del disco, el 59.6% de las perforaciones observadas se encontraban en dicha zona; a diferencia del 21.1% de las perforaciones que presentaron una localización anterior y el 19.23% una localización central. Tabla 8. Gráfica 3.

LOCALIZACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
POSTERIOR	31	59.6
CENTRAL	10	19.2
ANTERIOR	11	21.2
TOTAL	52	100

Tabla 8. Frecuencia de la localización de las perforaciones discales en la muestra.

Localización



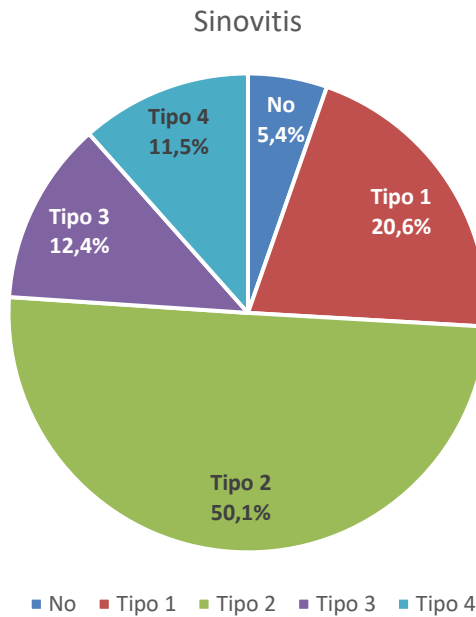
Gráfica 3. Localización de las perforaciones discales (porcentajes).

7.2.3. Sinovitis.

En el total de la muestra, el tipo de sinovitis más frecuentemente observado fue el tipo 2, en el 50.1% de las articulaciones; seguido del tipo 1 con un porcentaje del 20.6%. La sinovitis avanzada, tipo 3 y 4, se observó en el 12.4% y 11.5% de las articulaciones, respectivamente. Únicamente el 5.4% de las articulaciones exploradas no presentó alteraciones del sinovio. Tabla 9. Gráfica 4.

SINOVITIS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NO	19	5.4
1	73	20.6
2	177	50.1
3	44	12.4
4	40	11.5
TOTAL	353	100

Tabla 9. Frecuencia del tipo de sinovitis en la muestra.



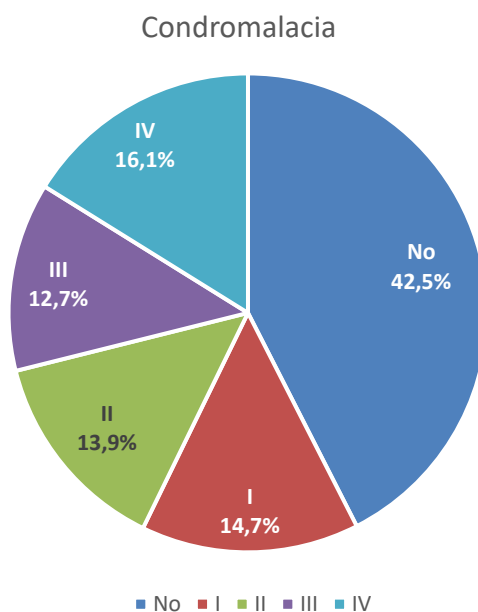
Gráfica 4. Frecuencia del tipo de sinovitis en el total de la muestra (porcentajes).

7.2.4. Condromalacia.

En el 42.5% de las articulaciones sometidas a artroscopia no se observó ninguna alteración del cartílago articular, por lo tanto, de condromalacia. El estadio de condromalacia más frecuentemente observado fue el IV, con un 16.1% de las articulaciones estudiadas; seguido de los estadios I y II, que se presentaron en el 14.7% y 13.9% de las articulaciones, respectivamente. Tabla 10. Gráfica 5.

CONDROMALACIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NO	150	42.5
I	52	14.7
II	49	13.9
III	45	12.7
IV	57	16.1
TOTAL	353	100

Tabla 10. Frecuencia de los estadios de condromalacia en la muestra.



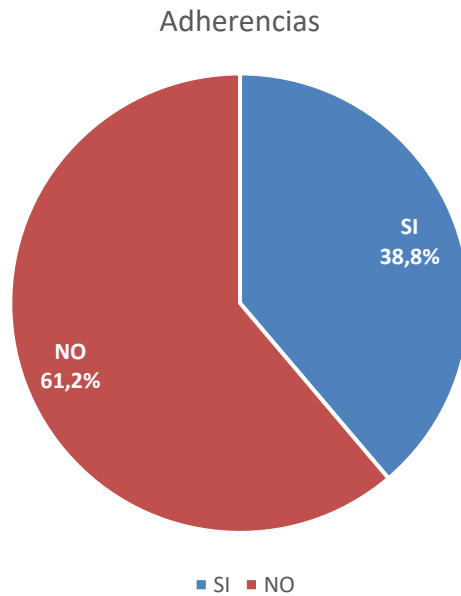
Gráfica 5. Frecuencia de los estadios de condromalacia en el total de la muestra (porcentajes).

7.2.5. Adherencias intraarticulares.

Se observaron adherencias intraarticulares en 139 articulaciones, un 39.2%, y el resto, 216 articulaciones no presentaron ninguna adherencia, el 60.8% del total. Tabla 11. Gráfica 6.

ADHERENCIAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	137	38.8
NO	216	61.2
TOTAL	353	100

Tabla 11. Frecuencia de las adherencias intraarticulares en la muestra.



Gráfica 6. Frecuencia de adherencias intraarticulares en el total de la muestra (porcentajes).

7.3 FRECUENCIA DE LOS SIGNOS OBSERVADOS EN LA RM.

Signos directos

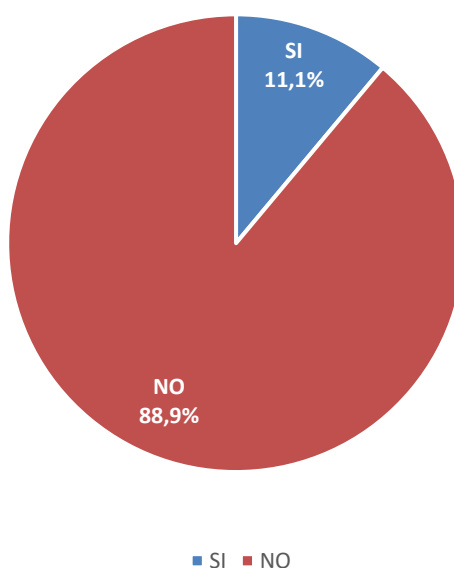
7.3.1. Desplazamiento discal anterior con reducción (DDAcR).

Se observó el signo de DDAcR en 41 de las articulaciones analizadas en la RM, un 11.1 % del total; el 88.9% restante no presentó este signo. Tabla 12. Gráfica 7.

DESPLAZAMIENTO DISCAL ANTERIOR CON REDUCCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	41	11.1
NO	329	88.9
TOTAL	370	100

Tabla 12. Frecuencia del signo de DDAcR en la muestra.

Desplazamiento discal anterior con reducción



Gráfica 7. Frecuencia del signo de DDaCR en la muestra (porcentajes).

7.3.2. Desplazamiento discal anterior sin reducción (DDAsR).

El signo de DDAsR se observó en un 48.1% de la muestra, en 177 articulaciones. Y el resto de articulaciones, el 51.9%, no presentó dicha alteración. Tabla 13. Gráfica 8.

DESPLAZAMIENTO DISCAL ANTERIOR SIN REDUCCIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO
Válido	SI	177	47.8	48.1
	NO	191	51.6	51.9
	total	368	99.5	100
PERDIDOS		2	0.5	
TOTAL		370	100	

Tabla 13. Frecuencia del signo de DDAsR en la muestra.

Desplazamiento discal anterior sin reducción

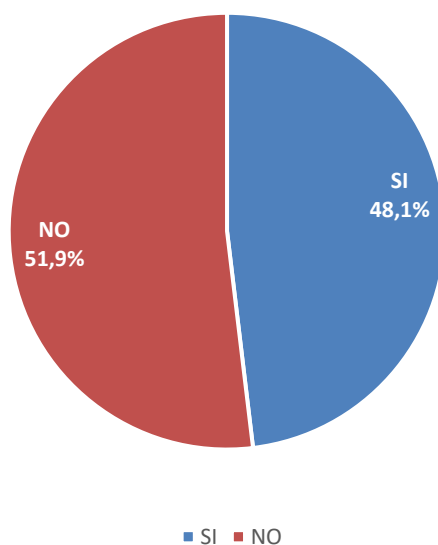


Gráfico 8. Frecuencia del signo de DDAsR en la muestra (porcentajes).

7.3.3. Alteración de señal en la zona media del disco articular.

La alteración de señal en la zona media del disco articular se observó en un 58.9% de las articulaciones, 218 articulaciones, frente al 41.1% de las mismas que no presentaron este signo. Tabla 14. Gráfica 9.

ALTERACIÓN DE SEÑAL ZONA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MEDIA DISCO		
SI	218	58.9
NO	152	41.1
TOTAL	370	100

Tabla 14. Frecuencia del signo de alteración de señal en la zona media del disco articular en la muestra.

Alteración de señal en la zona media del disco

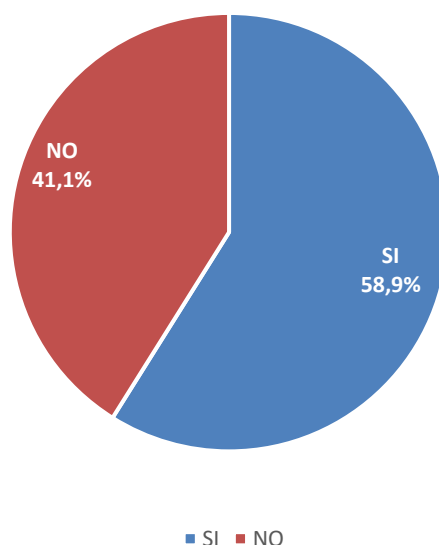


Gráfico 9. Frecuencia del signo de alteración de señal en la zona media del disco articular (porcentajes).

7.3.4. Deformidad del disco articular.

El hallazgo del signo de deformidad del disco articular se observó en 96 articulaciones, un 25.9% de las articulaciones analizadas en la RM. El 74.1% de las articulaciones restantes, 274, no presentaban alteración en la morfología discal. Tabla 15. Gráfica 10.

DEFORMIDAD DISCAL	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	96	25.9
NO	274	74.1
TOTAL	370	100

Tabla 15. Frecuencia del signo de deformidad discal en la muestra.

Deformidad discal

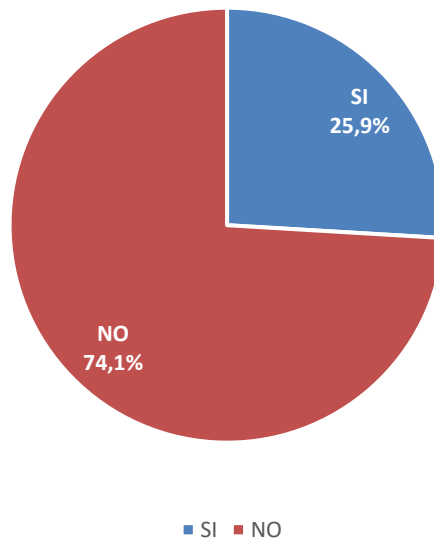


Gráfico 10. Frecuencia del signo de deformidad discal en la muestra (porcentajes).

7.3.5. Restos discales retrocondilares.

Se observó el signo de restos discales retrocondilares en sólo 7 articulaciones del total, suponiendo un porcentaje del 1.9% de la muestra. Tabla 16. Gráfica 11.

RESTOS DISCALES RETROCONDILARES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	7	1.9
NO	363	98.1
TOTAL	370	100

Tabla 16. Frecuencia del signo de restos discales retrocondilares en la muestra.

Restos discales retrocondilares

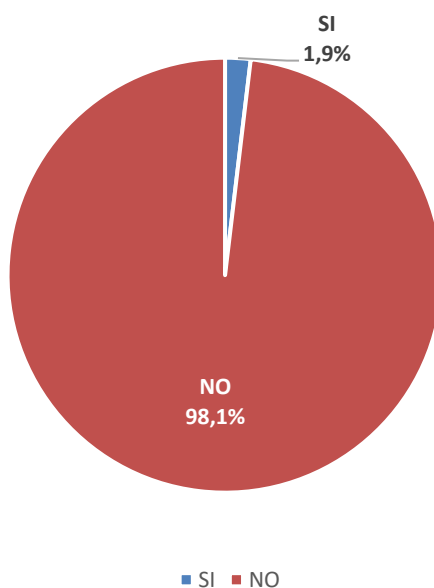


Gráfico 11. Frecuencia del signo de restos discales retrocondilares en la muestra (porcentajes).

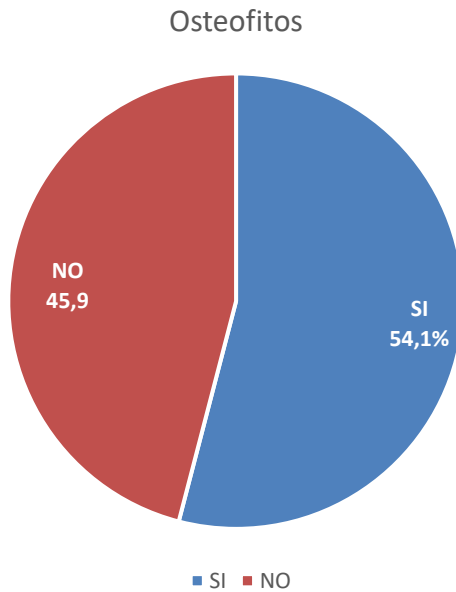
Signos indirectos

7.3.6. Osteofitos.

Se observó el signo de osteofitos en el 54.1% de las articulaciones analizadas en las imágenes de RM, un total de 200 articulaciones. Por el contrario, 170 articulaciones, el 45.9%, no presentaron este signo. Tabla 17. Gráfica 12.

OSTEOFITOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	200	54.1
NO	170	45.9
TOTAL	370	100

Tabla 17. Frecuencia del signo de osteofitos en la muestra.



Gráfica 12. Frecuencia del signo de osteofitos en la muestra (porcentajes).

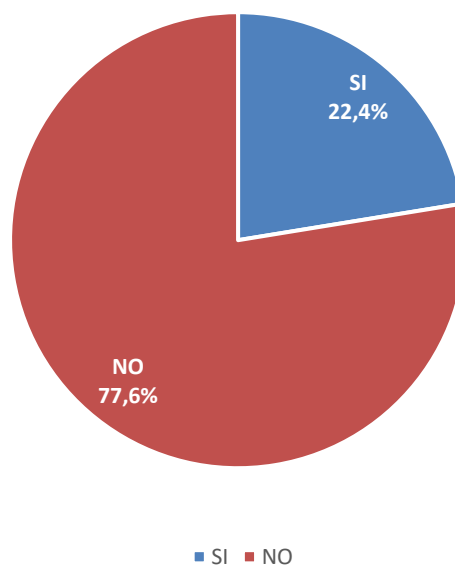
7.3.7. Signos de degeneración de la médula ósea condilar.

Los signos de degeneración de la médula ósea condilar se observaron en el 22.4% de las articulaciones estudiadas en la RM, en 83 articulaciones. El 77.6% restante de la muestra, 287 articulaciones, no presentó este signo. Tabla 18. Gráfica 13.

SIGNOS DE DEGENERACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MEDULA ÓSEA CONDILAR		
SI	83	22.4
NO	287	77.6
TOTAL	370	100

Tabla 18. Frecuencia del signo de degeneración de la médula ósea condilar en la muestra.

Degeneración de la médula ósea condilar



Gráfica 13. Frecuencia del signo de degeneración de la médula ósea condilar en la muestra (porcentajes).

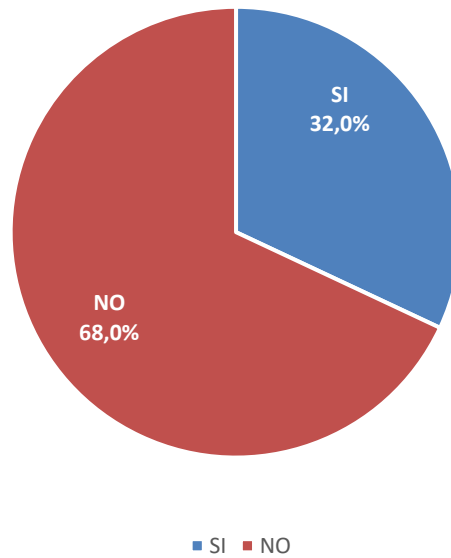
7.3.8. Derrame articular del espacio articular superior (EAS).

Se analizó la presencia de derrame articular en un total de 344 articulaciones, del cual un 32% (110 articulaciones) presentó derrame articular del EAS. El resto de articulaciones, el 68% del total, no presentó este signo. Tabla 19. Gráfica 14.

DERRAME ARTICULAR EAS		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO
VÁLIDO	SI	110	29.7	32
	NO	234	63.2	68
	Total	344	93	100
Perdidos		26	7	
TOTAL		370	100	

Tabla 19. Frecuencia del signo de derrame articular del EAS en la muestra.

Derrame EAS



Gráfica 14. Frecuencia del signo de derrame articular del EAS en la muestra (porcentajes).

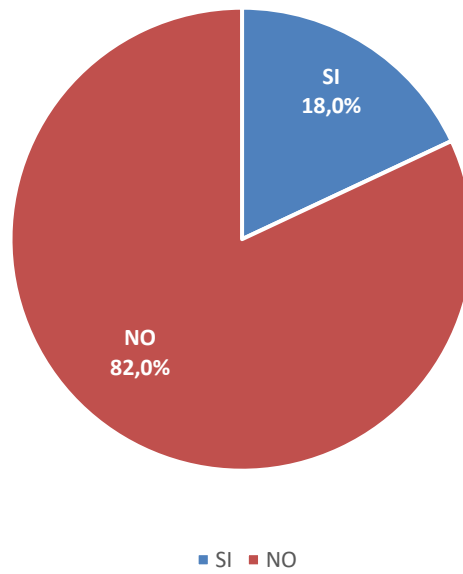
7.3.9. Derrame articular del espacio articular superior e inferior (EAS y EAI).

Se observó derrame articular en ambos espacios articulares en las imágenes de RM, únicamente, en el 18% de las 344 articulaciones estudiadas. El resto de articulaciones, el 82%, no presentó este signo. Tabla 20. Gráfica 15.

DERRAME ARTICULAR		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE
EAS + EAI				VÁLIDO
VÁLIDO	SI	62	16.8	18
	NO	282	76.2	82
	Total	344	93	100
PERDIDOS		26	7	
TOTAL		370	100	

Tabla 20. Frecuencia del signo de derrame articular del EAS y EAI en la muestra.

Derrame EAS + EAI



Gráfica 15. Frecuencia del signo de derrame articular del EAS y EAI en la muestra (porcentajes).

II. ESTADÍSTICA INFERENCIAL.

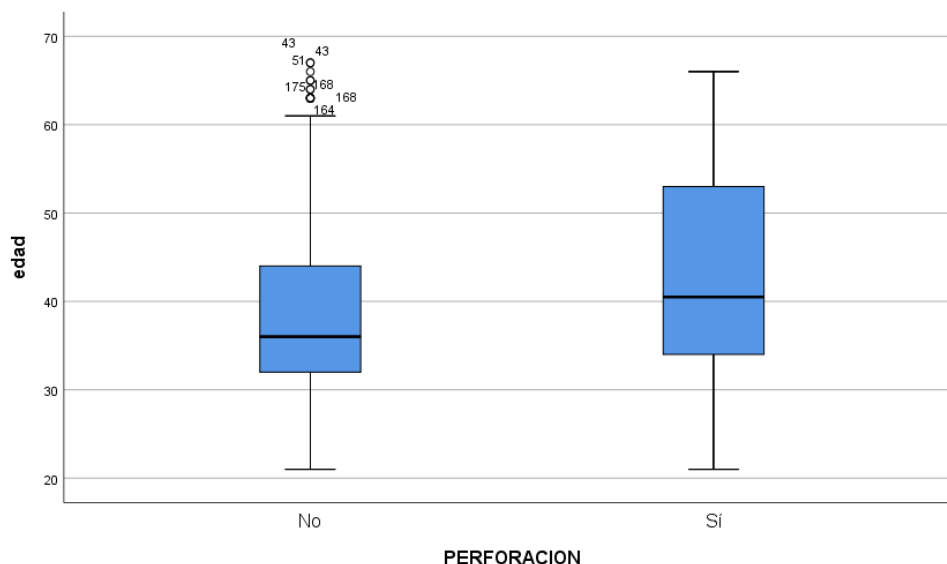
7.4 RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE PERFORACIONES DISCALES Y LA EDAD DE LA MUESTRA.

En relación a la edad de los pacientes de la muestra, se observó que la media de edades fue superior en el grupo de articulaciones con diagnóstico de perforación discal en la artroscopia de ATM, presentando una edad media de 42.87 años frente a los 38.79 años del grupo sin perforación. Tabla 21.

Esta diferencia observada fue estadísticamente significativa tras realizar el análisis de T-Student ($p < 0.05$). Gráfica 16.

		EDAD MEDIA	Desviación estándar	TOTAL	T-STUDENT
PERFORACIÓN	SI	42.87	11.73	52	
	NO	38.79	9.95	301	0.008

Tabla 21. Relación entre la presencia de perforaciones discales y la edad de la muestra. Se expresa en años.



Gráfica 16. Relación entre la presencia de perforación y la edad de la muestra. Mayor edad media en el grupo de articulaciones con diagnóstico de perforación discal (test de T-Student $p = 0.008$).

7.5 RELACIÓN DE LAS PERFORACIONES DISCALES Y LOS HALLAZGOS OBSERVADOS EN LA ARTROSCOPIA DE ATM.

7.5.1 Relación entre la presencia de perforaciones y el tipo de sinovitis.

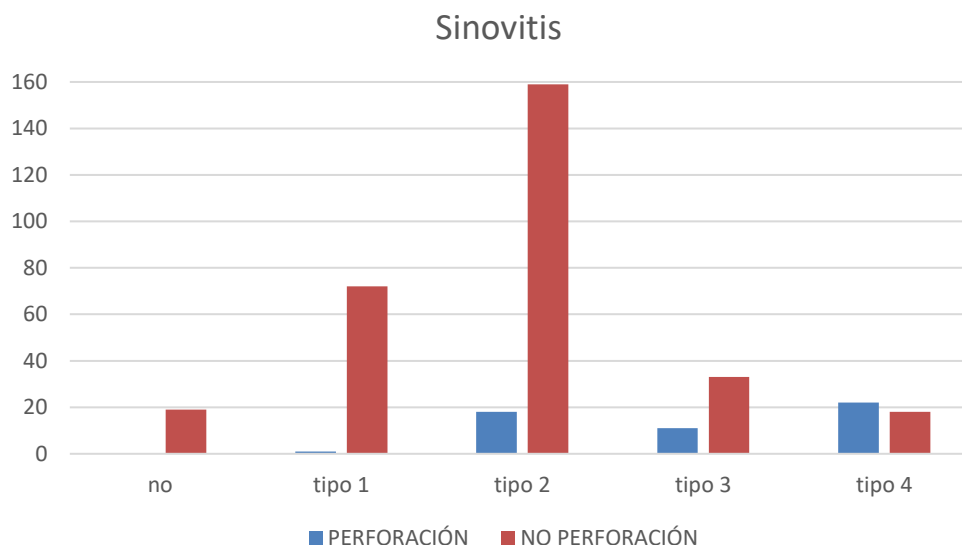
En relación al hallazgo de sinovitis en la artroscopia de ATM, dentro del grupo de articulaciones con diagnóstico de sinovitis leve, tipo 1 y 2, se observó que solo el 1.4% y 10.2% de las mismas presentaron perforación discal, respectivamente; a diferencia 98.6% y 89.9% de las articulaciones sin perforación que presentaron sinovitis tipo 1 y 2, respectivamente.

Al comparar dichos resultados con el grupo de articulaciones con diagnóstico de sinovitis avanzada, tipo 3 y 4, se halló una mayor frecuencia en articulaciones con perforación discal, 25% y 55%, respectivamente, frente a las articulaciones con disco intacto que fue del 75% y 45% restante. Además, ninguna articulación con perforación presentó un sinovio sin alteraciones. Tabla 22.

En el análisis comparativo mediante el test de Chi-cuadrado, se observó que estas diferencias eran estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Gráfica 17.

		SINOVITIS (%)					TOTAL	Chi-cuadrado
		NO	1	2	3	4		
PERFORACIÓN	SI	0 (0)	1 (1.4)	18 (10.2)	11 (25)	22 (55)	52	<0.001
	NO	19 (100)	72 (98.6)	159 (89.8)	33 (75)	18 (45)	301	
TOTAL		19	73	177	44	40	353	

Tabla 22. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el tipo de sinovitis observada en la artroscopia. Se expresa en porcentajes.



Gráfica 17. Relación entre la presencia de perforaciones y el tipo de sinovitis. Mayor frecuencia de articulaciones con el hallazgo de sinovitis tipo 4 en el grupo de perforación (test de Chi-cuadrado $p < 0.001$).

7.5.2 Relación entre la presencia de perforaciones y el estadio de condromalacia.

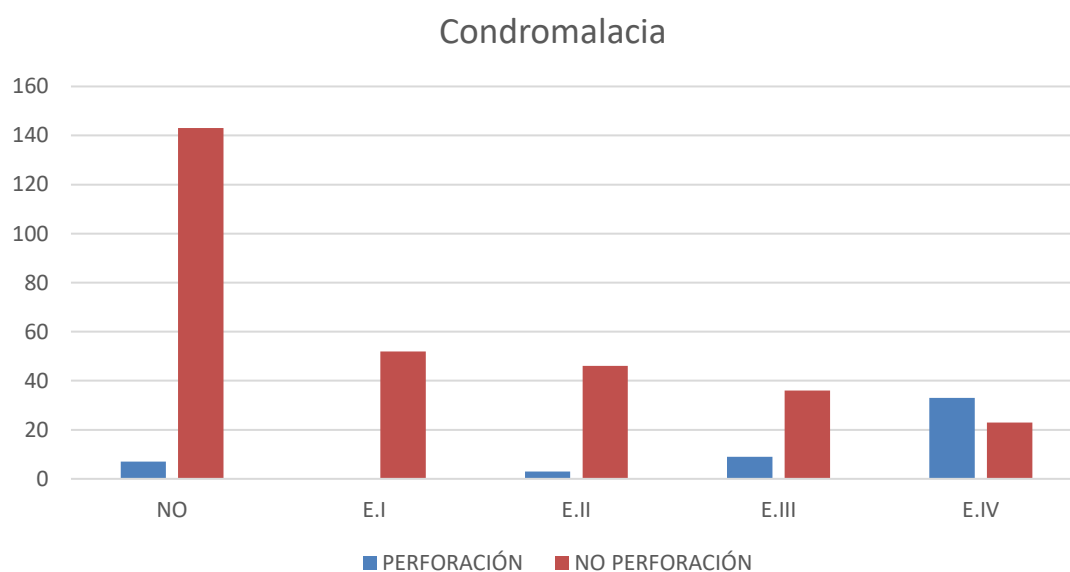
En las 150 articulaciones donde no se observó alteración del cartílago, el 95.3% de las mismas tampoco presentaron perforación discal a diferencia del 4.7% que sí presentó perforación. En el grupo de articulaciones con diagnóstico de condromalacia leve, estadios I y II, el porcentaje de articulaciones con perforación fue inferior al observado en articulaciones con disco intacto. Así, sólo 6.1% de las articulaciones del grupo de condromalacia estadio II presentó perforación en comparación al 95.3% de las articulaciones con disco intacto y ninguna articulación del grupo de condromalacia estadio I.

En relación al grupo de articulaciones con diagnóstico de condromalacia avanzada, estadios III y IV, el porcentaje de articulaciones con perforación sólo fue mayor en el caso de condromalacia estadio IV. En este grupo se halló perforación en el 58.9% de las articulaciones a diferencia de las 41.1% restantes que no presentaron perforación. Además, el estadio de condromalacia más frecuentemente observado en articulaciones con perforación fue el más avanzado, el estadio IV, presentándolo 33 de las 52 de las articulaciones. Tabla 23.

Estas diferencias observadas fueron estadísticamente significativas en el análisis de Chi-cuadrado ($p < 0.001$). Gráfica 18.

		CONDROMALACIA (%)					TOTAL	Chi-cuadrado
		NO	I	II	III	IV		
PERFORACIÓN	SI	7 (4.7)	0 (0)	3 (6.1)	9 (19.6)	33 (58.9)	52	<0.001
	NO	143 (95.3)	52 (100)	46 (93.9)	37 (80.4)	23 (41.1)	301	
TOTAL		150	52	49	46	56	353	

Tabla 23. Relación entre la presencia de perforación y el estadio de condromalacia.



Gráfica 18. Relación entre la presencia de perforación y el estadio de condromalacia. Mayor frecuencia de articulaciones con el hallazgo de condromalacia estadio IV en el grupo de perforación (test de Chi-cuadrado $p < 0.001$).

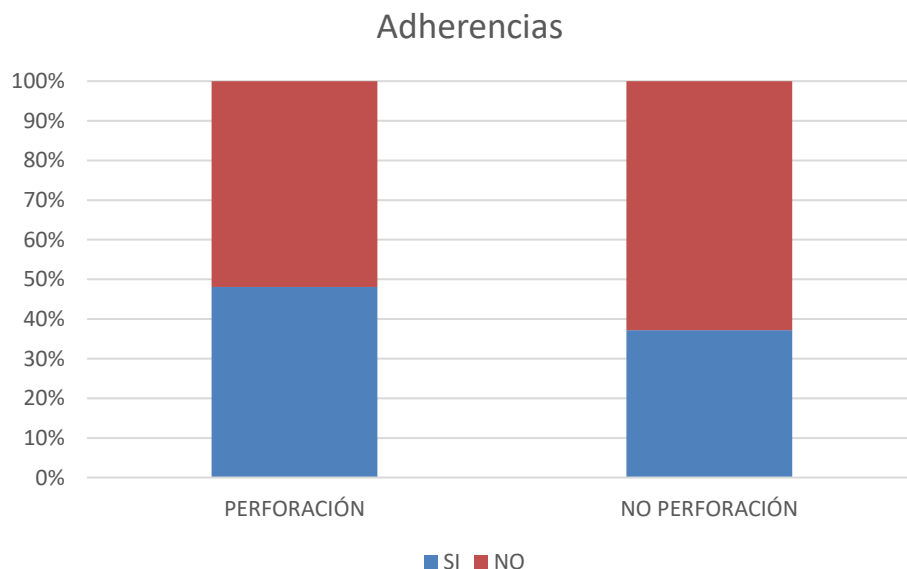
7.5.3 Relación entre la presencia de perforaciones y el hallazgo de adherencias intraarticulares.

En el grupo de articulaciones que presentaron perforación discal, el porcentaje de adherencias fue del 48.1% de las mismas en comparación con el 51.9% de las articulaciones sin adherencias que presentaron perforación. Las articulaciones que no presentaron perforación, el 37.3% sí presentó adherencias frente al 62.7 que no las presentó. Tabla 24.

Al analizar estos resultados mediante el test Chi-cuadrado se evidenció que estas diferencias no fueron significativas ($p > 0.05$). Gráfica 19.

		ADHERENCIAS (%)		TOTAL	Chi-cuadrado
		SI	NO		
PERFORACIÓN	SI	25 (48.1)	27 (51.9)	52	0.142
	NO	112 (37.3)	189 (62.7)	301	
TOTAL		137	216	353	

Tabla 24. Relación entre la presencia de perforación y el hallazgo de adherencias intraarticulares.



Gráfica 19. Relación entre la presencia de perforación y el hallazgo de adherencias intraarticulares. No diferencias significativas entre la presencia de perforación y el hallazgo artroscópico de adherencias intraarticulares (test de Chi-cuadrado $p = 0.142$).

7.6 RELACIÓN DE LAS PERFORACIONES DISCALES Y LOS SIGNOS OBSERVADOS EN LA RESONANCIA MAGNÉTICA.

Signos directos

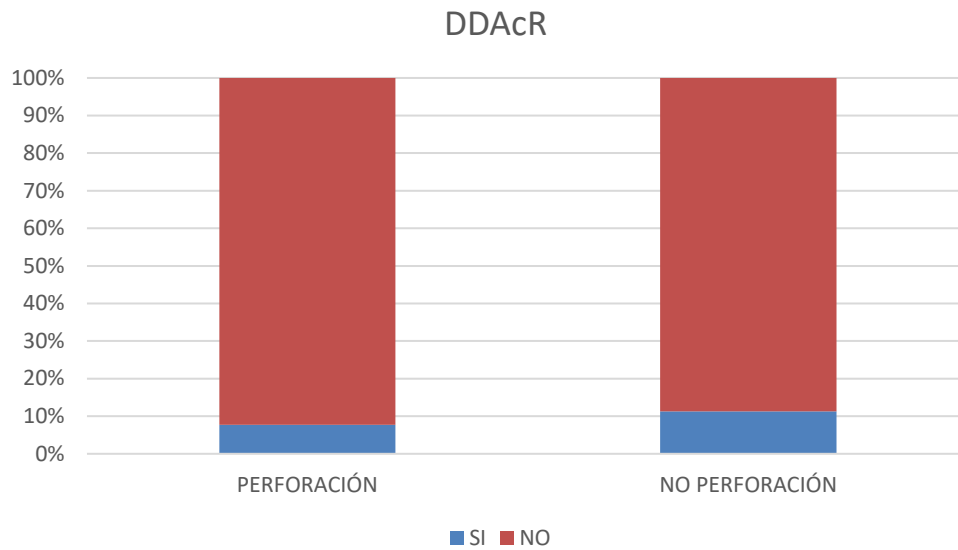
7.6.1. Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de DDaCR.

Al estudiar el hallazgo de DDaCR en la RM y la presencia de perforación discal en artroscopia, se observó que en el grupo de articulaciones con diagnóstico de perforación discal sólo el 7.7 % presentó este signo en RM. El grupo de articulaciones que no fueron diagnosticadas de perforación discal presentó un porcentaje mayor de DDaCR en la RM, un 11.3%. Por el contrario, este signo no se observó en el 92.3% de las articulaciones del grupo de perforación discal y en el 88.7% de las articulaciones del grupo de disco intacto. Tabla 25.

Estas diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$), al realizar el estudio comparativo mediante el Test Chi-cuadrado. Gráfica 20.

		DDaCR (%)		TOTAL	Chi-cuadrado
		SI	NO		
PERFORACIÓN	SI	4 (7.7)	48 (92.3)	52	0.439
	NO	34 (11.3)	267 (88.7)	301	
TOTAL		38	315	353	

Tabla 25. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de DDaCR en la RM. Se expresa en porcentajes.



Gráfica 20. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de DDAcR en la RM. No diferencias significativas entre la presencia de perforación y el signo de DDAcR (test de Chi-cuadrado $p = 0.439$).

7.6.2. Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de DDAsR.

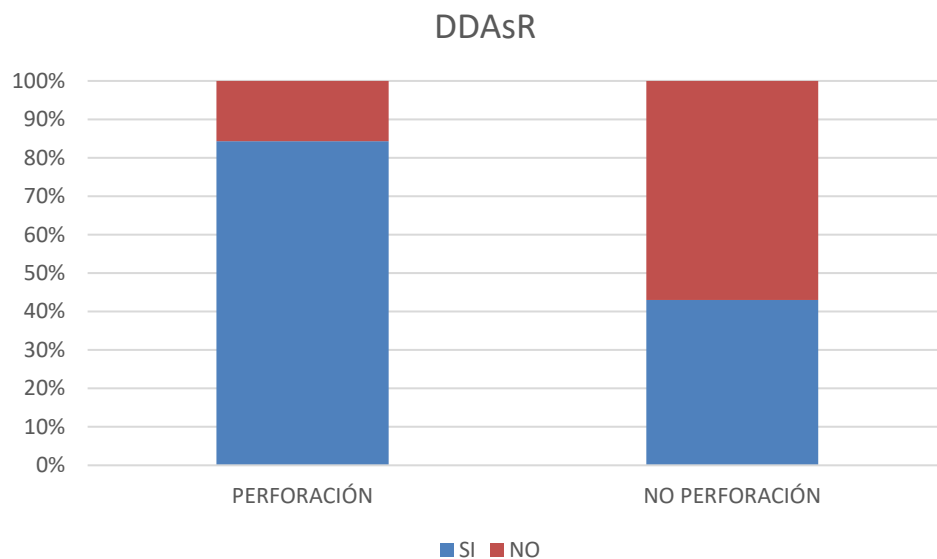
El signo de DDAsR se observó en el 84.3% de las articulaciones del grupo de perforación discal, por el contrario, en el grupo de articulaciones que no fueron diagnosticadas de perforación discal se observó una frecuencia menor, un 43% de articulaciones presentaron este signo en la RM.

En el grupo de perforación solo el 4.5% de las articulaciones no presentaron este tipo de desplazamiento discal en comparación con el 57% de las articulaciones del grupo de disco intacto. Tabla 26.

Al analizar los resultados mediante el Test de Chi-cuadrado, se objetivó que las diferencias observadas entre ambos grupos fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Gráfica 21.

		DDAsR (%)		TOTAL	Chi-cuadrado
		SI	NO		
PERFORACIÓN	SI	43 (84.3)	8 (15.7)	51	<0.001
	NO	129 (43)	171 (57)	300	
TOTAL		172	179	351	

Tabla 26. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de desplazamiento discal sin reducción en la RM. Se expresa en porcentajes.



Gráfica 21. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de DDAAsR en la RM. Mayor frecuencia de articulaciones que presentaron este signo en el grupo de perforación (test de Chi-cuadrado $p < 0.001$).

7.6.3. Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de alteración de señal en la zona media del disco articular.

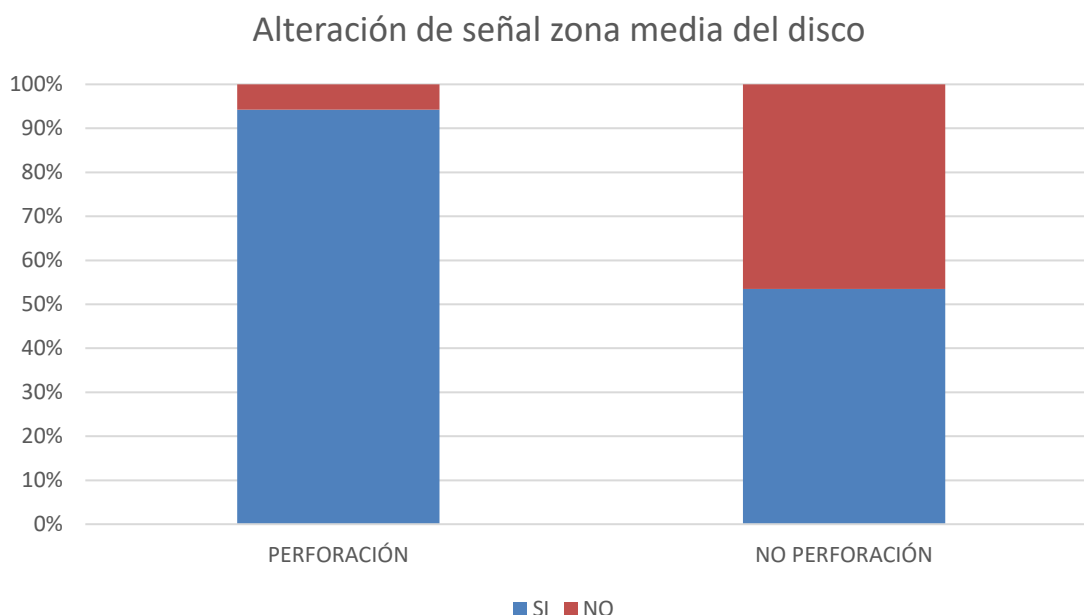
Al estudiar el signo de perforación discal y su relación con la presencia de alteración de señal en zona media del disco articular, se observó que el 94.2% de las articulaciones del grupo de perforación discal presentaron este signo en la RM preoperatoria; a diferencia del grupo de articulaciones sin perforación, las cuales presentaron un porcentaje menor de este signo en la RM, un 53.5%.

Este signo no se observó en el 5.8% de las articulaciones con perforación en comparación con el grupo sin perforación, cuyo porcentaje fue del 46.5%. Tabla 27.

Al realizar el análisis comparativo mediante el test de Chi-Cuadrado, se objetivó que estas diferencias entre ambos grupos fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Gráfica 22.

		ALTERACIÓN DE SEÑAL EN ZONA MEDIA DEL DISCO ARTICULAR (%)		TOTAL	Chi-cuadrado
		SI	NO		
PERFORACIÓN	SI	49 (94.2)	3 (5.8)	52	<0.001
	NO	161 (53.5)	140 (46.5)	301	
TOTAL		210	143	353	

Tabla 27. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de alteración de señal en la zona media del disco articular en la RM. Se expresa en porcentajes.



Gráfica 22. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de alteración de señal en la zona media del disco articular en la RM. Mayor frecuencia de articulaciones con este signo en el grupo de perforación (test de Chi-cuadrado $p < 0.001$).

7.6.4. Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de deformidad del disco articular.

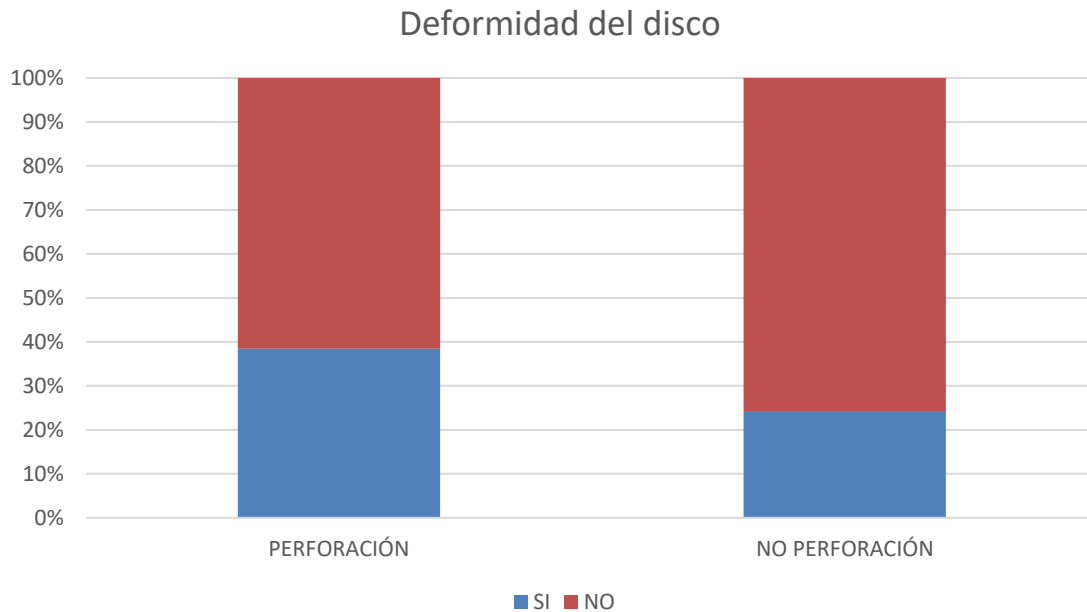
Con respecto a la relación entre la presencia de perforaciones discales en artroscopia y el hallazgo del signo de deformidad del disco articular en la RM preoperatoria, se observó que el 38.5 % de las articulaciones del grupo con perforación discal presentaron este signo. Frente a este porcentaje en el grupo de articulaciones sin perforación en artroscopia, fue observada una frecuencia menor con un 24.3% de las articulaciones.

El 75.5% del grupo de articulaciones sin perforación no presentaron el signo de deformidad discal en la RM, a diferencia del porcentaje menor que se observó en el grupo de articulaciones con perforación discal, un 61.5%. Tabla 28.

Tras analizar los resultados mediante el Test de Chi-cuadrado, se evidenció que las diferencias observadas entre los dos grupos fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Gráfica 23.

		DEFORMIDAD DISCO ARTICULAR (%)		TOTAL	Chi-cuadrado
		SI	NO		
PERFORACIÓN	SI	20 (38.5)	32 (61.5)	52	0.032
	NO	73 (24.3)	228 (75.7)	301	
TOTAL		93	260	353	

Tabla 28. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de deformidad del disco articular en la RM. Se expresa en porcentajes



Gráfica 23. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de deformidad del disco articular en la RM. Mayor frecuencia de articulaciones con este signo en el grupo de perforación (test de Chi-cuadrado $p = 0.032$).

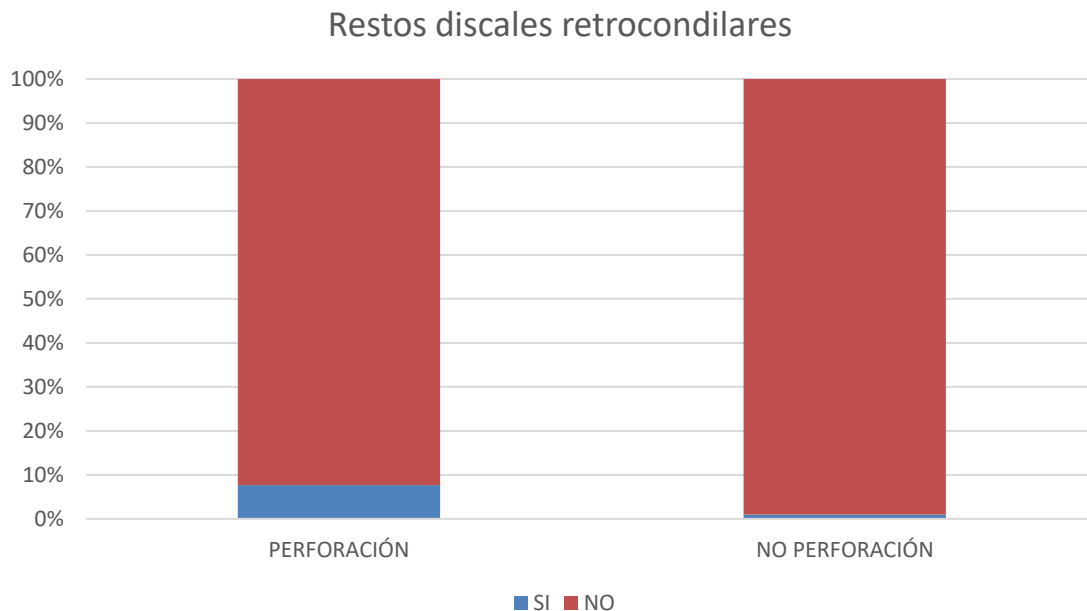
7.6.5. Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de restos discales retrocondilares.

En el estudio de la relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de restos discales retrocondilares observado en la RM, en el grupo de articulaciones con diagnóstico de perforación discal se observó este signo en el 7.7% de los casos; a diferencia del grupo de articulaciones sin perforación, que presentaron este signo en la RM en sólo el 1 % de las mismas. Tabla 29.

Al realizar el análisis comparativo mediante el Test de Chi-Cuadrado, se objetivó que esta diferencia entre ambos grupos fue estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Gráfica 24.

		RESTOS DISCALES RETROCONDILARES (%)		TOTAL	Chi- cuadrado
		SI	NO		
PERFORACIÓN	SI	4 (7.7)	48 (92.3)	52	0.001
	NO	3 (1)	298 (99)	301	
TOTAL		7	346	353	

Tabla 29. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de restos discales retrocondilares en la RM. Se expresa en porcentajes.



Gráfica 24. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de restos discales retrocondilares en la RM. Mayor frecuencia de articulaciones con este signo en el grupo de perforación (test de Chi-cuadrado $p = 0.001$).

Signos indirectos

7.6.6. Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de osteofitos.

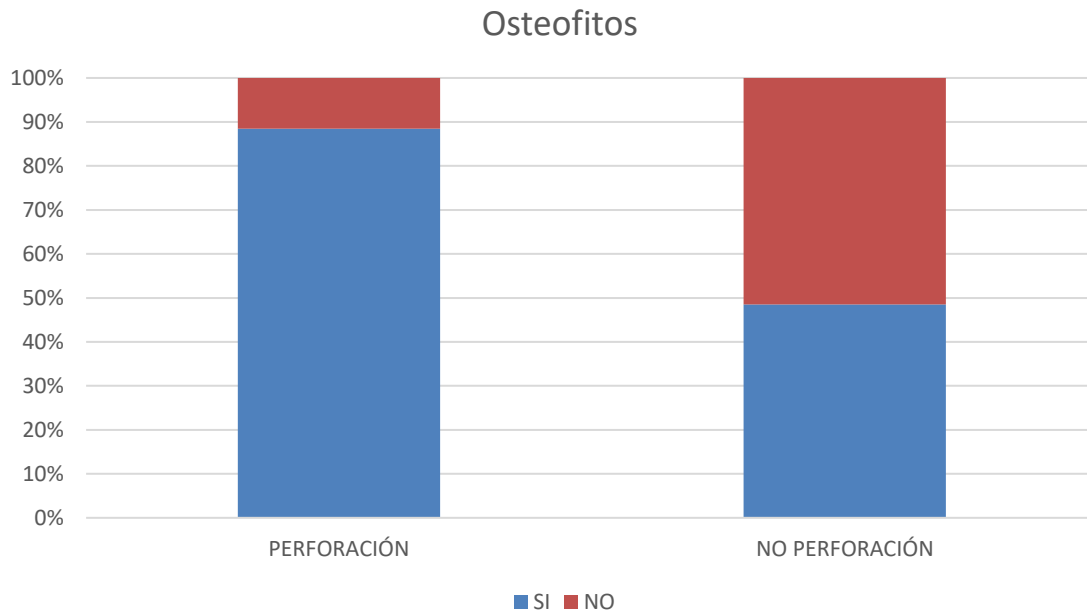
En la muestra, al analizar la relación de perforaciones y el hallazgo del signo de osteofitos en la RM, se observó que el 88.5% de las articulaciones del grupo de perforación discal presentaron este signo; a diferencia del grupo de articulaciones con disco intacto, en las cuales el porcentaje observado fue menor, del 48,5%.

El signo de osteofitos no se observó en el 11.5 % de las articulaciones del grupo de perforación, frente al 51.5% de las articulaciones del grupo sin perforación. Tabla 30.

Al comparar los resultados con el Test de Chi-cuadrado, se observó que las diferencias observadas, mayor frecuencia del signo de osteofitos en el grupo de articulaciones con perforación discal, fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Gráfica 25.

		OSTEOFITOS (%)		TOTAL	Chi-cuadrado
		SI	NO		
PERFORACIÓN	SI	46 (88.5)	6 (11.5)	52	< 0.001
	NO	146 (48.5)	155 (51.5)	301	
TOTAL		192	161	353	

Tabla 30. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de osteofitos en RM. Se expresa en porcentajes.



Gráfica 25. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de osteofitos en RM. Mayor frecuencia de articulaciones con este signo en el grupo de perforación (test de Chi-cuadrado $p < 0.001$).

7.6.7. Relación entre la presencia de perforaciones y el de signo de degeneración de la médula ósea condilar.

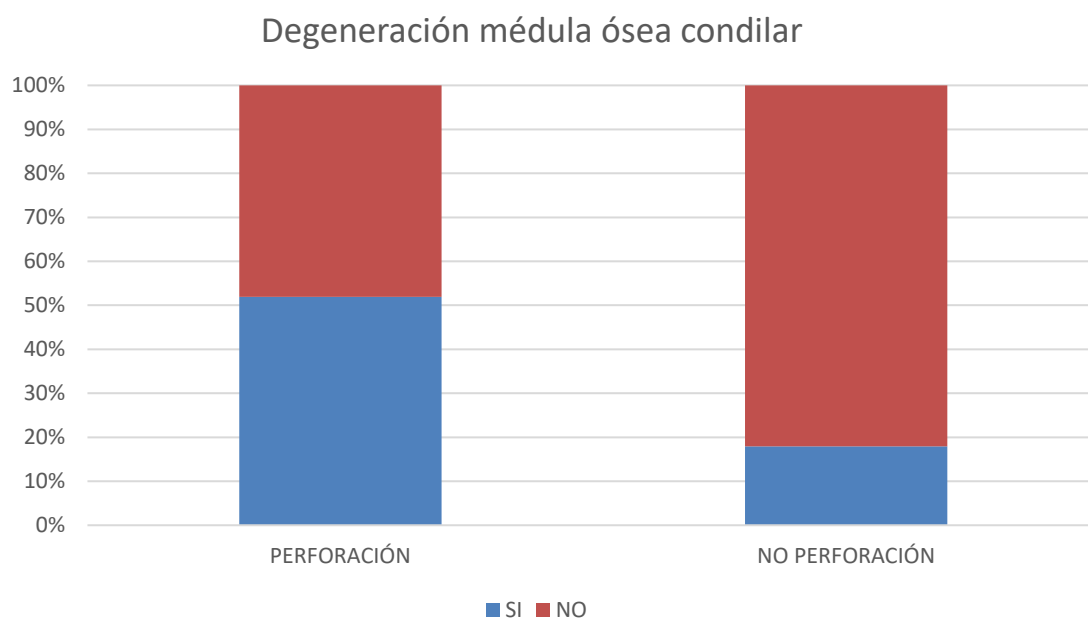
Al estudiar la relación entre la presencia de perforaciones discales y el hallazgo de signos de degeneración de la médula ósea condilar en la RM, se observó que las articulaciones del grupo de perforación discal, alrededor de la mitad, el 51.9% presentaban este signo en la RM. Este porcentaje fue mayor al observado en el grupo de articulaciones que no presentaban perforación, las cuales presentaron una frecuencia de este signo del 17.9%.

Este signo no se observó en el 48.1% de las articulaciones del grupo de perforación y en el 82.1% de las articulaciones sin diagnóstico de perforación. Tabla 31.

Al realizar el análisis comparativo mediante el Test de Chi-Cuadrado, las diferencias observadas entre ambos grupos fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Gráfica 26.

		DEGENERACIÓN MÉDULA ÓSEA CONDILAR (%)		TOTAL	Chi-cuadrado
		SI	NO		
PERFORACIÓN	SI	27 (51.9)	25 (48.1)	52	< 0.001
	NO	54 (17.9)	247 (82.1)	301	
TOTAL		81	272	353	

Tabla 31. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de degeneración de la médula ósea condilar en la RM. Se expresa en porcentajes.



Gráfica 26. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de degeneración de la médula ósea condilar en la RM. Mayor frecuencia de articulaciones con este signo en el grupo de perforación (test de Chi-cuadrado $p < 0.001$).

7.6.8. Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de derrame articular del EAS.

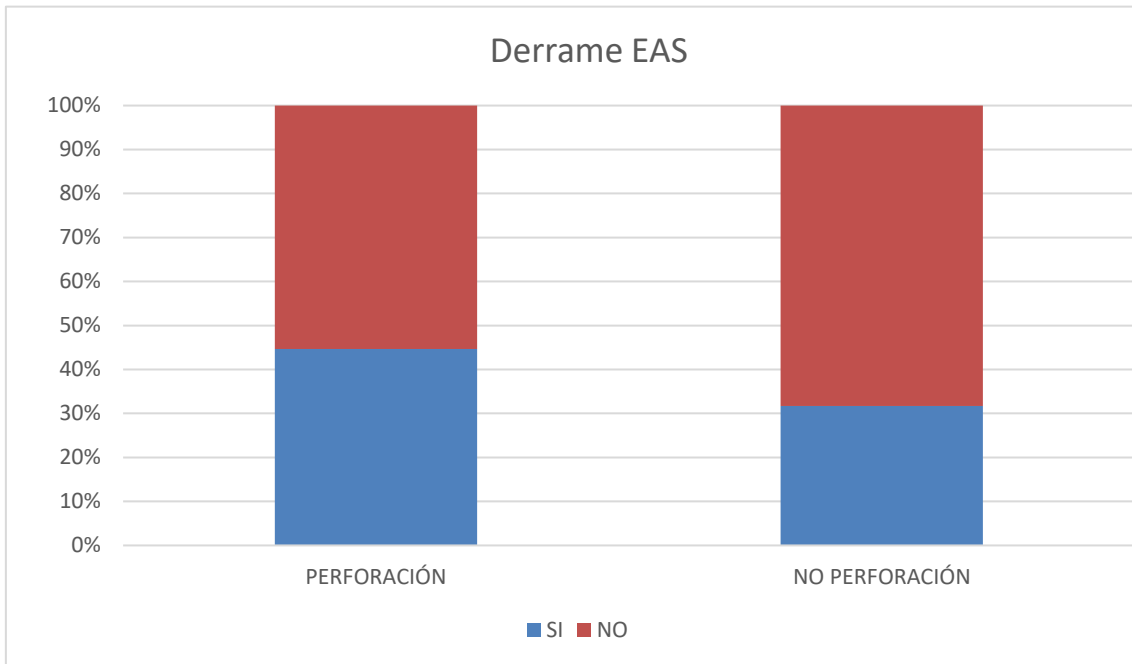
Con respecto a la relación entre la presencia de perforaciones y el hallazgo del signo de derrame articular del EAS, en el grupo de articulaciones con diagnóstico de perforación discal se observó que el 44.7% de las mismas presentaron este signo en la RM; este porcentaje fue mayor al que presentó el grupo de articulaciones sin perforación discal, el cual fue del 31.7%.

El porcentaje de articulaciones que no presentaron derrame articular, pero sí presentaron perforación en artroscopia fue del 55.3% y el porcentaje de articulaciones sin perforación y sin derrame articular del EAS fue del 68.3%. Tabla 32.

En el análisis comparativo utilizando el Test de Chi-Cuadrado, las diferencias observadas entre ambos grupos no fueron estadísticamente significativas ($p>0.05$). Gráfica 27.

		DERRAME EAS (%)		TOTAL	Chi-cuadrado
		SI	NO		
PERFORACIÓN	SI	21 (44.7)	26 (55.3)	47	0.08
	NO	89 (31.7)	192 (68.3)	281	
TOTAL		110	218	328	

Tabla 32. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el hallazgo del signo de derrame en el EAS en la RM. Se expresa en porcentajes.



Gráfica 27. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el hallazgo del signo de derrame en el EAS en la RM. No diferencias significativas entre la presencia de perforación y el signo de derrame EAS (test de Chi-cuadrado $p = 0.08$).

7.6.9. Relación entre la presencia de perforaciones y el signo de derrame del EAS y EAI.

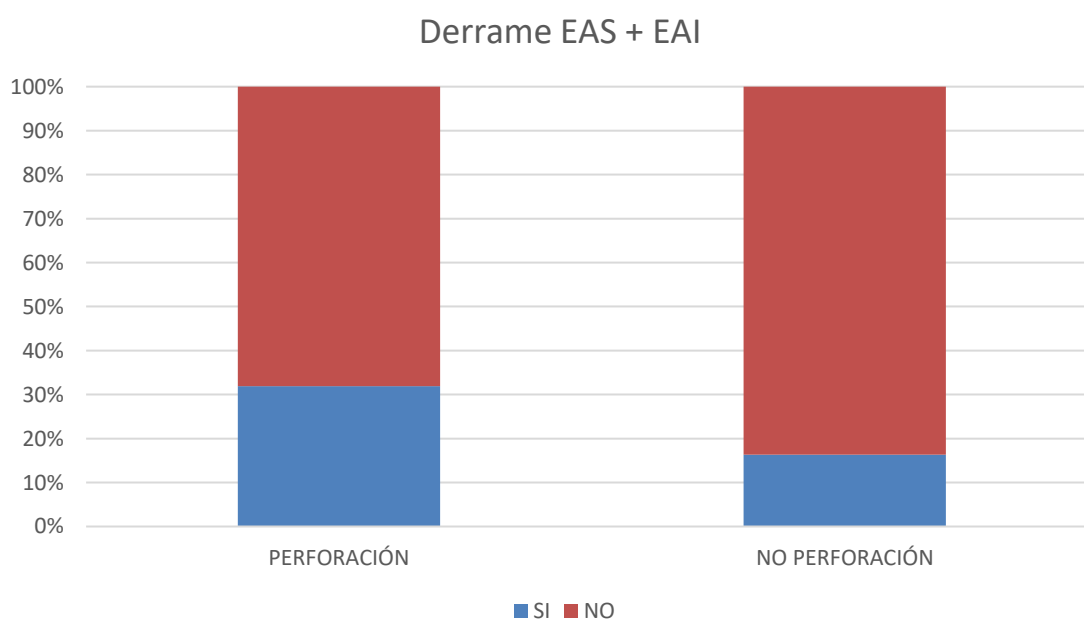
En relación a la presencia de perforaciones en artroscopia y el hallazgo de derrame articular en ambos espacios articulares, se observó que un 31.9 % de articulaciones del grupo con diagnóstico de perforación discal presentaron en la RM preoperatoria este signo. Por el contrario, en el grupo de articulaciones sin perforación se observó este signo en un porcentaje menor con respecto al otro grupo, un 16.4% de articulaciones con disco intacto.

En el 68.1 % de las articulaciones del grupo de perforación no se observó este signo en la RM, a diferencia del 83.6 % del grupo sin perforación que tampoco presentó este signo. Tabla 33.

En el análisis con el Test de Chi-cuadrado, se constató que estas diferencias entre ambos grupos, mayor frecuencia de este signo en el grupo de perforación, fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Gráfica 28.

		DERRAME ESPACIO ARTICULAR		TOTAL	Chi-cuadrado
		SUPERIOR E INFERIOR (%)			
		SI	NO		
PERFORACIÓN	SI	15 (31.9)	32 (68.1)	47	0.011
	NO	46 (16.4)	235 (83.6)	281	
TOTAL		61	267	328	

Tabla 33. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de derrame del EAS y EAI en la RM. Se expresa en porcentajes.



Gráfica 28. Relación entre la presencia de perforaciones discales y el signo de derrame del EAS y EAI en la RM. Mayor frecuencia de articulaciones con este signo en el grupo de perforación (test de Chi-cuadrado $p = 0.011$).

7.7 REGRESIÓN LOGÍSTICA.

Para el análisis de regresión se utilizaron los resultados obtenidos en el test de Chi-cuadrado, evaluándose la asociación entre la presencia de perforaciones y el hallazgo en RM de los signos que obtuvieron un resultado estadísticamente significativo en dicho test. Se excluyó del análisis el signo de restos discales retrocondilares, debido a presentar frecuencias muy bajas en la muestra.

7.7.1. Modelo predictivo 1.

La muestra analizada con este método fue de un total de 328 articulaciones, un 92.9 % de la muestra total.

En la siguiente tabla (Tabla 34) se muestra la clasificación de los datos, donde el valor de corte fue de 0.5.

Observado		Pronosticado		
		PERFORACIÓN		Porcentaje
		NO	SI	
PERFORACIÓN	NO	281	0	100
	SI	47	0	0
Porcentaje global				85.7

Tabla 34. Clasificación de datos muestrales del modelo predictivo 1.

La significación de la prueba de Hosmer-Lemeshow fue de 0.777 ($p > 0.05$), por lo tanto, el modelo se ajustó bien a los datos al no existir diferencia entre los valores observados y los valores pronosticados.

Las variables utilizadas en este modelo predictivo fueron los signos de: DDAsR, alteración de señal de la zona media del disco, deformidad del disco articular, osteofitos, signos de degeneración de la médula ósea condilar y derrame articular del EAS y EAI. Tabla 35.

VARIABLES	B	Error estándar	Significancia	OR	Intervalo de Confianza al 95%	
					Inferior	Superior
OSTEOFITOS	0.910	0.518	0.079	2.484	0.900	6.859
DEGENERACIÓN MEDULAR ÓSEA CONDILAR	0.523	0.385	0.175	1.687	0.793	3.589
DERRAME ARTICULAR EAS y EAI	0.606	0.399	0.129	1.833	0.838	4.010
DDAsR	0.570	0.531	0.283	1.768	0.625	5.006
ALTERACIÓN DE SEÑAL EN LA ZONA MEDIA DEL DISCO	1.591	0.683	0.020	4.910	1.288	18.713
DEFORMIDAD DEL DISCO	0.219	0.393	0.577	1.245	0.576	2.691
Constante	-4.437	0.657	0.000	0.012		

Tabla 35. Regresión logística del modelo predictivo 1. B- coeficiente de regresión y OR- Odds Ratio.

Al realizar la prueba de regresión logística la única variable que presentó una asociación significativa con la presencia de perforación discal fue el signo de alteración de señal de la zona media del disco articular. Esta variable presentó un Odds Ratio (OR) de 4.94, por lo tanto, observar este signo se asoció 4.91 más a que las articulaciones también presentaran perforación discal en comparación con las articulaciones que no presentaron este signo en la prueba de imagen. Este resultado fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$) y el límite inferior del intervalo de confianza al 95% no comprendió el valor 1 (OR= 4.910, IC 95 % 1.288 – 18.713).

En relación al resto de las variables estudiadas en este apartado, el signo de osteofitos presentó una $p = 0.079$, mostrando una tendencia hacia la significancia y un OR de 2.48, pero el intervalo de confianza al 95% incluyó el valor 1, no teniendo efecto alguno esta variable en la presencia o no de perforaciones.

Las otras variables: signos de degeneración de la médula ósea condilar, derrame articular del EAS y EAI, DDAsR y deformidad del disco articular no presentaron asociación

significativa ($p > 0.05$) y sus OR fueron mayores que 1, pero el intervalo de confianza al 95% también incluyó el valor 1, demostrando que no tenían ningún efecto en relación a la presencia o no de perforaciones.

El signo de deformidad del disco articular fue la variable que presentó una significancia más elevada, $p = 0.577$, y se descartó para el siguiente modelo predictivo.

7.7.2. Modelo predictivo 2.

La muestra analizada en este apartado fue de un total de 328 articulaciones, un 92.9 % de la muestra total.

La clasificación de los datos se muestra en la siguiente tabla (Tabla 36) y el valor de corte fue de 0.5.

Observado		Pronosticado		
		PERFORACIÓN		Porcentaje
		NO	SI	
PERFORACIÓN	NO	281	0	100
	SI	47	0	0
Porcentaje global				85.7

Tabla 36. Clasificación de datos muestrales del modelo predictivo 2.

Al realizar la prueba de Hosmer-Lemeshow para valorar la bondad de ajuste, la significación fue de 0.564 ($p > 0.05$), no existiendo diferencia entre los valores observados y los valores pronosticados; el modelo se ajustó bien a los datos.

Las variables utilizadas en el análisis de regresión logística en este apartado fueron los signos de: DDAsR, alteración de señal de la zona media del disco articular, osteofitos, signos de degeneración de la médula ósea condilar y derrame articular del EAS y EAI. Tabla 37.

VARIABLES	B	Error estándar	Significancia	OR	Intervalo de Confianza al 95%	
					Inferior	Superior
OSTEOFITOS	0.909	0.519	0.080	2.483	0.898	6.864
DEGENERACIÓN MEDULAR ÓSEA CONDILAR	0.574	0.375	0.126	1.775	0.851	3.700
DERRAME ARTICULAR EAS y EAI	0.546	0.384	0.155	1.727	0.813	3.668
DDsR	0.559	0.531	0.293	1.748	0.617	4.953
ALTERACIÓN DE SEÑAL EN LA ZONA MEDIA DEL DISCO	1.598	0.685	0.020	4.945	1.291	18.947
Constante	-4.373	0.643	0.000	0.013		

Tabla 37. Regresión logística del modelo predictivo 2. B- coeficiente de regresión y OR- Odds Ratio.

Al analizar estas variables, sólo el signo de alteración de señal de la zona media del disco articular presentó una asociación significativa con la presencia de perforaciones ($p= 0.02$, OR = 4.945 IC 95 % 1.291 – 18.947). La presencia de perforación discal se asoció 4.94 más veces sí previamente se había observado el signo de alteración de señal en la zona medial del disco en la RM.

El signo de osteofitos presentó una $p= 0.08$, mostrando una tendencia hacia la significación y una OR de 2.483, pero sin efecto sobre la presencia de perforación al estar incluido en el intervalo de confianza al 95% el valor 1.

Las otras variables: signos de degeneración de la médula ósea condilar, derrame articular del EAS y EAI y DDAsR presentaron OR mayores de 1 pero sin significación ($p>0.05$) y el intervalo de confianza al 95% incluyó también el valor 1 y, por lo tanto, sin asociación con la presencia de perforaciones.

El signo de DDAsR fue el que presentó una significación más elevada, $p = 0.293$ y, por la tanto, se excluyó para el siguiente modelo predictivo.

7.7.3. Modelo predictivo 3.

La muestra analizada en este apartado fue de un total de 328 articulaciones, un 92.9 % de la muestra total.

En la siguiente tabla (Tabla 38) se muestra la clasificación de los datos para el modelo, donde el valor de corte fue de 0.5.

Observado		Pronosticado		
		PERFORACIÓN		Porcentaje
		NO	SI	
PERFORACIÓN	NO	281	0	100
	SI	47	0	0
Porcentaje global				85.7

Tabla 38. Clasificación de datos muestrales del modelo predictivo 3.

Al realizar la prueba de Hosmer-Lemeshow se comprobó que el modelo se ajustó bien a los datos, la significación fue de 0.774 ($p > 0.05$), no existiendo diferencia entre los valores observados y los valores pronosticados.

Las variables utilizadas para este modelo fueron los signos de: alteración de señal de la zona media del disco articular, osteofitos, signos de degeneración de la médula ósea condilar y derrame articular del EAS y EAI. Tabla 39.

VARIABLES	B	Error estándar	Significancia	OR	Intervalo de Confianza al 95%	
					Inferior	Superior
OSTEOFITOS	1.063	0.500	0.033	2.895	1.087	7.710
DEGENERACIÓN MEDULAR ÓSEA CONDILAR	0.688	0.363	0.058	1.989	0.976	4.054
DERRAME ARTICULAR ESPACIO SUPERIOR E INFERIOR	0.563	0.384	0.142	1.756	0.827	3.728
ALTERACIÓN DE SEÑAL EN LA ZONA MEDIA DEL DISCO	1.848	0.643	0.004	6.348	1.801	22.373
Constante	-4.341	0.640	0.000	0.013		

Tabla 39. Regresión logística del modelo predictivo 3. B- coeficiente de regresión y OR- Odds Ratio.

En este modelo predictivo, tanto la variable de alteración de señal de la zona media del disco articular como la variable de osteofitos presentaron una asociación significativa con la presencia de perforaciones.

El signo de osteofitos en la RM presentó un OR de 2.89, este signo se asoció 2.89 veces más con articulaciones con perforación discal, en comparación a las articulaciones que no presentaban este signo en la RM (osteofitos $p=0.033$, OR = 2.895 IC 95 % 1.087 – 7.710).

La variable de alteración de señal zona media del disco en la RM presentó un OR de 6.34, una asociación 6.348 veces mayor de presentar perforación discal si estaba presente en la RM ($p=0.04$, OR=6.438 IC 95% 1.801 – 22.373).

El signo de degeneración de la médula ósea presentó una $p = 0.058$, mostrando un resultado casi significativo, y un OR de 1.989; no obstante, su intervalo de confianza

al 95% incluyó el valor 1 ($p=0.058$, OR= 1.989 IC 95% 0.976 – 4.054) y esta variable no tuvo efecto sobre la presencia de perforaciones en este modelo.

La variable de derrame articular del EAS y EAI no presentó una asociación significativa con la presencia de perforación discal ($p = 0.142$) y se excluyó para el siguiente modelo.

7.7.4. Modelo predictivo 4.

En este apartado se analizó el 100% de la muestra, 353 articulaciones.

La siguiente tabla (Tabla 40) muestra la clasificación de los datos en este modelo, y el valor de corte fue de 0.5.

Observado		Pronosticado		
		PERFORACIÓN		Porcentaje
		NO	SI	
PERFORACIÓN	NO	301	0	100
	SI	52	0	0
Porcentaje global				85.3

Tabla 40. Clasificación de datos muestrales del modelo predictivo 4.

Se analizó la bondad de ajuste de este modelo mediante la prueba de Hosmer-Lemeshow, obtenido una $p=0.969$ ($p>0.05$), presentando el modelo un buen ajuste de los datos al no observarse diferencias significativas entre los valores observados y los valores pronosticados.

Las variables utilizadas para este modelo fueron los signos de: alteración de señal de la zona media del disco articular, osteofitos y signos de degeneración de la médula ósea condilar. Tabla 41.

VARIABLES	B	Error estándar	Significancia	OR	Intervalo de Confianza al 95%	
					Inferior	Superior
OSTEOFITOS	1.101	0.495	0.026	3.006	1.140	7.928
DEGENERACIÓN MEDULAR ÓSEA CONDILAR	0.811	0.342	0.018	2.250	1.152	4.397
ALTERACIÓN DE SEÑAL EN LA ZONA MEDIA DEL DISCO	1.904	0.639	0.003	6.712	1.918	23.493
Constante	-4.332	0.636	0.000	0.13		

Tabla 41. Regresión logística del modelo predictivo 4. B- coeficiente de regresión y OR- Odds Ratio.

En la prueba de regresión logística para este modelo se obtuvo que las variables de alteración de señal de la zona media del disco articular, osteofitos y degeneración de la médula ósea condilar presentaron una asociación significativa con la presencia de perforaciones.

La presencia de osteofitos en la RM en las articulaciones estudiadas se asoció 3 veces más a que éstas presentaran perforaciones discales en comparación con las articulaciones que no presentaron este signo (osteofitos $p=0.026$, OR = 3.006 IC 95 % 1.140 – 7.928).

El signo de alteración de señal de la zona media del disco en las imágenes de RM presentó una asociación 6.71 mayor de presentar perforación discal ($p=0.003$, OR=6.712 IC 95% 1.918 – 23.493).

Finalmente, el signo de degeneración de la médula ósea condilar en la RM se asoció 2.25 veces más a que las articulaciones presentaran perforación discal ($p=0.018$, OR=2.250 IC 95 % 1.152 – 4.397).

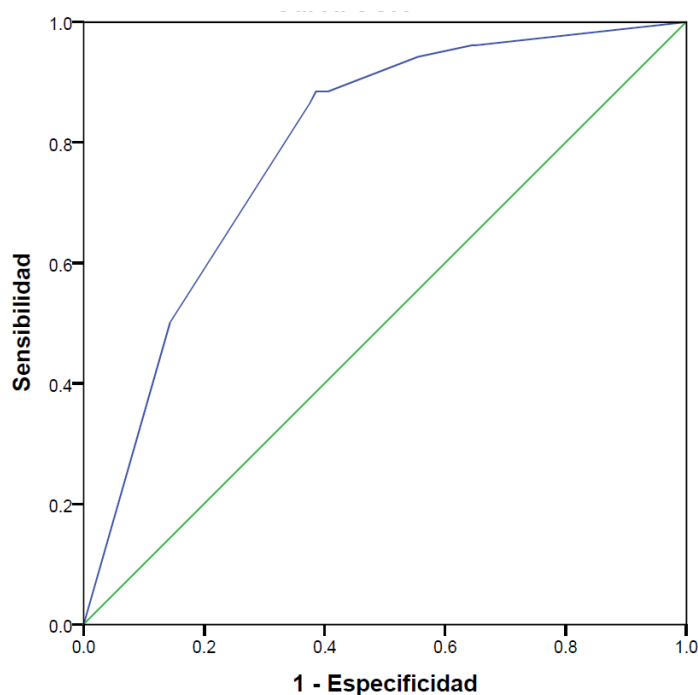
Se calcularon las probabilidades de una articulación de presentar perforación discal en relación al hallazgo de estos tres signos en la RM: alteración de señal de la zona media del disco articular, osteofitos y signos de degeneración de la médula ósea condilar. La probabilidad de presentar perforación en este modelo predictivo si todos estos signos fueran observados en la RM fue del 37.3%.

Probabilidad de perforación del disco

$$P [\text{perforación}] = 1 / 1 + e^{-(B_0 + Bx)} = 1 / 1 + e^{(4.332 - 1.904 - 0.811 - 1.101)} = 1 / 1 + 1,675 = 0,373$$

7.8 CURVA ROC.

Se trazó una curva ROC para valorar la Sensibilidad y Especificidad de la prueba de resonancia magnética para el diagnóstico de perforación discal de la articulación temporomandibular en la muestra estudiada, utilizando los resultados del análisis de regresión logística. Gráfica 29.



Gráfica 29. Curva ROC de la detección de perforaciones discales en la RM en la muestra del estudio.

El área bajo la curva (AUC) fue de 0.791, este resultado fue significativo y el valor obtenido se encontró incluido en el intervalo de confianza al 95 % (0.732 – 0.851). El intervalo de confianza no comprendía el valor 0.5. Tabla 42.

ÁREA	Error estándar	Significación asintótica	Intervalo de confianza 95 % asintótico	
			Límite inferior	Límite superior
0.791	0.30	< 0.001	0.732	0.851

Tabla 42. Área bajo la curva de la muestra.

7.8.1 Coordenadas de la curva COR. Cálculo de la Sensibilidad y Especificidad del modelo.

En la siguiente tabla (Tabla 43) se exponen los diferentes puntos de corte para las variables: sensibilidad y 1-especificidad, que se obtienen para este modelo. Se eligió el punto de corte con la sensibilidad y la especificidad más alta, tomándose como positivo cuando la probabilidad del modelo fuera mayor o igual a 0.1236.

Positivo igual o mayor que	Sensibilidad	1 - Especificidad
0.00	1.000	1.000
0.02085	0.962	0.651
0.03337	0.962	0.645
0.05954	0.942	0.555
0.08136	0.885	0.405
0.12366	0.885	0.385
0.18764	0.865	0.375
0.29169	0.500	0.143
1.00	0.000	0.000

Tabla 43. Puntos de corte del modelo analizado.

La sensibilidad y especificidad para la detección de perforación discal empleando la RM en la muestra del estudio fue del 88.5% y del 61.5%, respectivamente. El valor predictivo positivo (VPP) fue del 28.4% y el valor predictivo negativo (VPN) fue del 96.9%. Tabla 44.

PERFORACIÓN ARTROSCOPIA	EN	PERFORACIÓN EN RM		TOTAL
		NO	SI	
NO		185	116	301
SI		6	46	52
TOTAL		191	162	353

Tabla 44. Comparación del hallazgo de perforación entre la RM y la artroscopia de ATM en el modelo analizado.

$$\text{Sensibilidad} = \text{VP} / \text{VP} + \text{FN} = 46 / 46 + 6 = 0,885 \times 100 = \mathbf{88.5 \%}$$

$$\text{Especificidad} = \text{VN} / \text{FP} + \text{VN} = 185 / 116 + 185 = 0.615 \times 100 = \mathbf{61.5 \%}$$

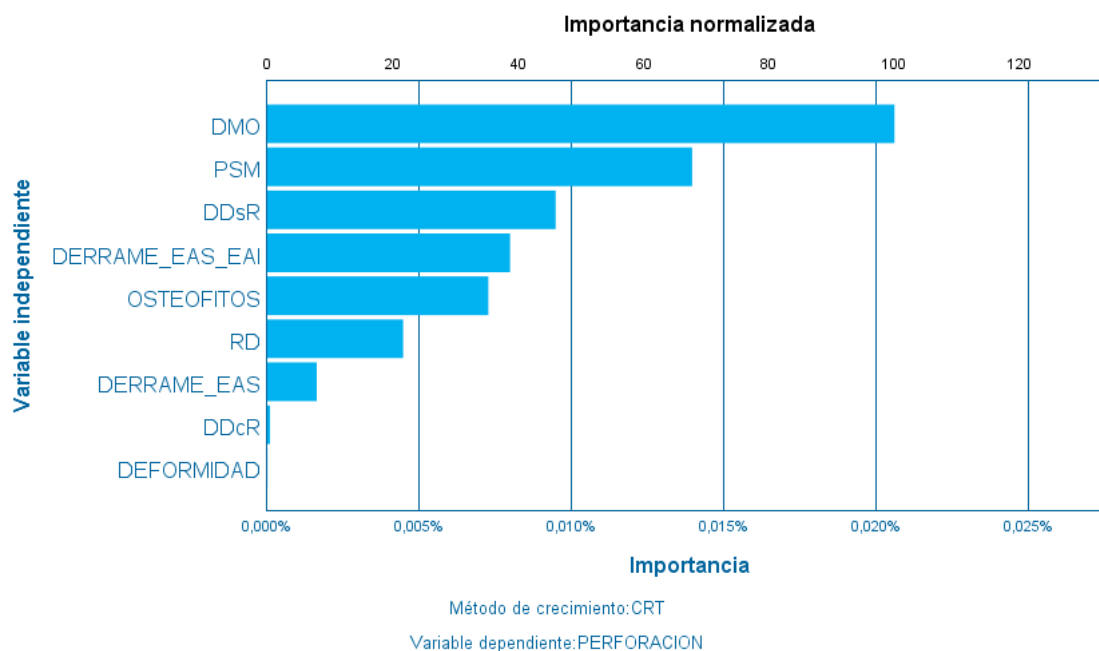
$$\text{VPP} = \text{VP} / \text{VP} + \text{FP} = 46 / 116 + 46 = 0.284 \times 100 = \mathbf{28.4 \%}$$

$$\text{VPN} = \text{VN} / \text{VN} + \text{FN} = 185 / 185 + 6 = 0.969 \times 100 = \mathbf{96.9 \%}$$

7.9 ANÁLISIS ÁRBOL DE DECISIÓN.

7.9.1 Árbol de decisión 1.

Para este árbol de decisión se utilizó el método de crecimiento CRT y se obtuvo que las variables de la RM con mayor importancia en relación a la presencia de perforación discal fueron el signo indirecto de degeneración de la médula ósea condilar, seguido de los signos directos de alteración de señal de la zona media del disco y desplazamiento discal sin reducción. Gráfica 30.



Gráfica 30. Importancia normalizada de las distintas variables de la RM en relación a la presencia de perforación discal. DMO: degeneración de la médula ósea condilar. PSM: alteración de la señal en zona media del disco. DDsR: desplazamiento discal sin reducción. Derrame_EAS_EAI: derrame de ambos espacios articulares. RD: restos discales retrocondilares. Derrame_EAS: derrame del espacio articular superior. DDcR: desplazamiento discal con reducción.

En la construcción del árbol de decisión, la variable principal predictora fue alteración de señal en la zona media del disco (PSM) al clasificar la muestra de forma más homogénea. Figura 31.

Se observó que si este signo estaba presente en la RM existía un 23% de probabilidades que la articulación presentara perforación discal y esta probabilidad aumentaba a un 37% si además estaba presente en la RM el signo indirecto de degeneración de la médula ósea condilar (DMO) frente al 15.4% si no estaba presente.

La probabilidad más alta de perforación (46.7%) se observó si estaban presentes los signos de PSM, osteofitos y derrame articular de ambos espacios articulares (derrame EAS_EAI), pero sólo supuso el 4.2% de las articulaciones estudiadas.

La probabilidad más baja, 2.8% de presentar perforación, estuvo en relación con no presentar el signo de PSM en la RM.

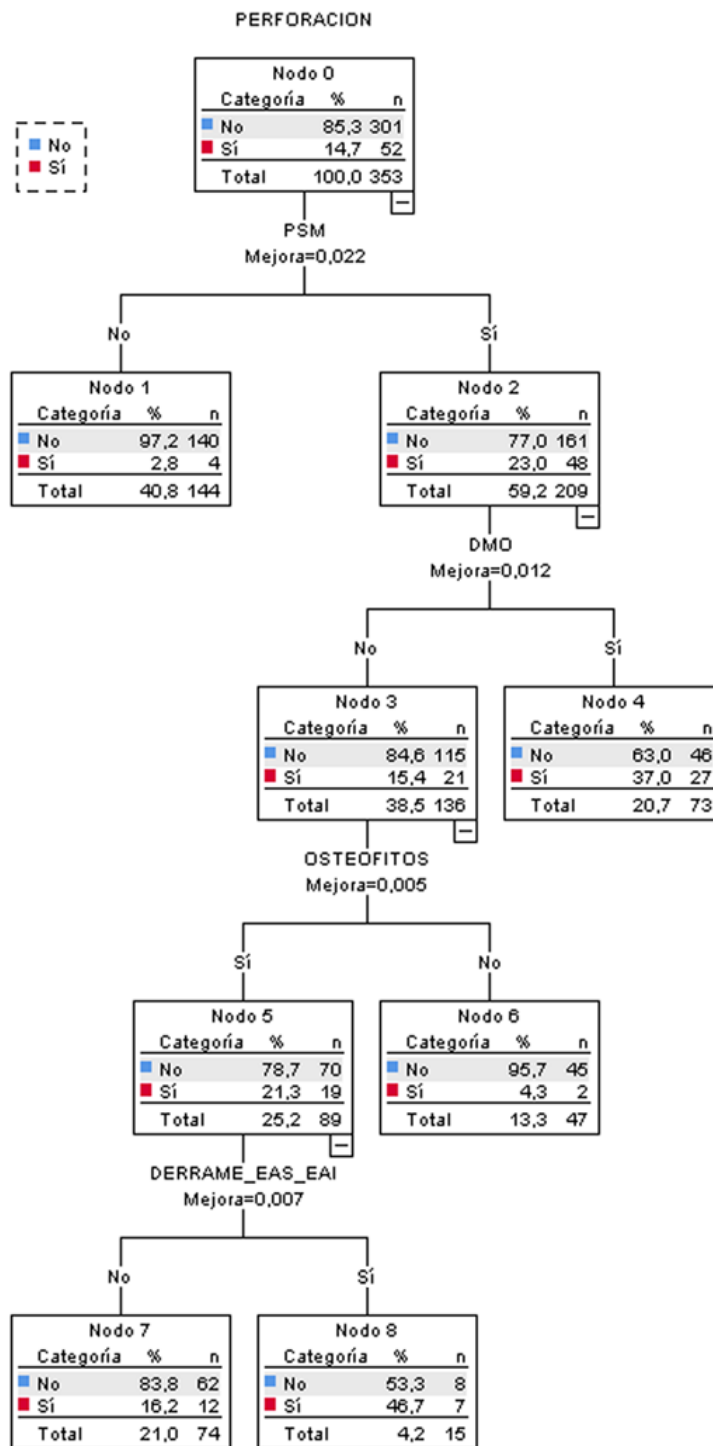
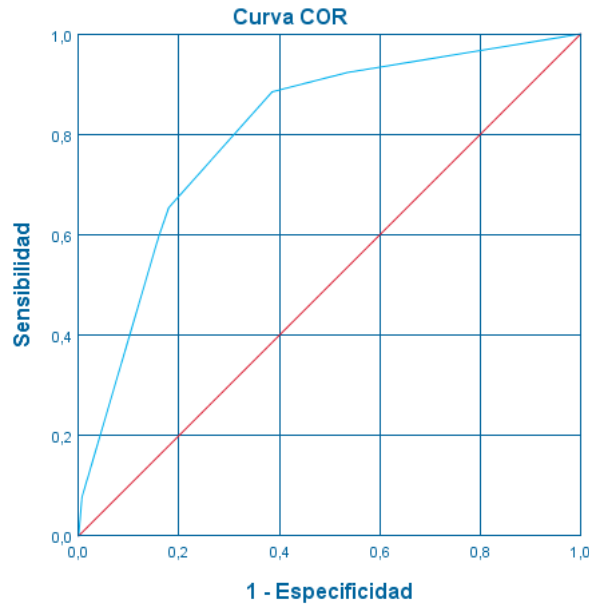


Figura 31. Árbol de decisión 1. PSM: alteración de señal de la zona media del disco DMO: degeneración de la médula ósea condilar. Derrame_EAS_EAI: derrame de ambos espacios articulares.

Tras el trazado de la curva ROC se obtuvo un AUC de 0.805 ($p < 0.001$) y dicho valor estaba incluido en el intervalo de confianza al 95 % (0.743 – 0.867). Gráfica 31. Tabla 45.



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

Gráfica 31. Curva ROC para el árbol de decisión 1.

ÁREA	Error estándar	Significación asintótica	Intervalo de confianza 95 % asintótico	
			Límite inferior	Límite superior
0.805	0.32	< 0.001	0.743	0.867

Tabla 45. Área bajo la curva para el árbol de decisión 1.

En el modelo se eligió como punto de corte cuando la probabilidad que fuera positivo fuera igual o mayor que 0.1024. La sensibilidad obtenida para este modelo fue de 88.5% y la especificidad 61.5%. El VPP fue del 28.4% y el VPN fue del 96.9%. Tabla 46.

Positivo igual o mayor que	Sensibilidad	1 - Especificidad
0.00	1.000	1.000
0.0352	0.923	0.535
0.1024	0.885	0.385
0.2477	0.654	0.179
0.3516	0.596	0.159
0.5183	0.77	0.007
1.00	0.000	0.000

Tabla 46. Puntos de corte de la curva ROC para el árbol de decisión 1.

7.9.2 Árbol de decisión 2.

En el árbol de decisión 2, se utilizó el método CHAID y la variable principal predictora fue también el signo de alteración de señal en la zona media del disco (PSM). Figura 32.

Se observó que del 59.5% de las articulaciones con este signo en la RM un 23.3% presentaba perforación discal y este porcentaje aumentaba a un 37%, la probabilidad de perforación más elevada, si además estaba presente en la RM el signo indirecto de DMO frente al 16.1% si no estaba presente.

La probabilidad más baja, 2.1% de presentar perforación, estuvo en relación con no presentar el signo de PSM en la RM.

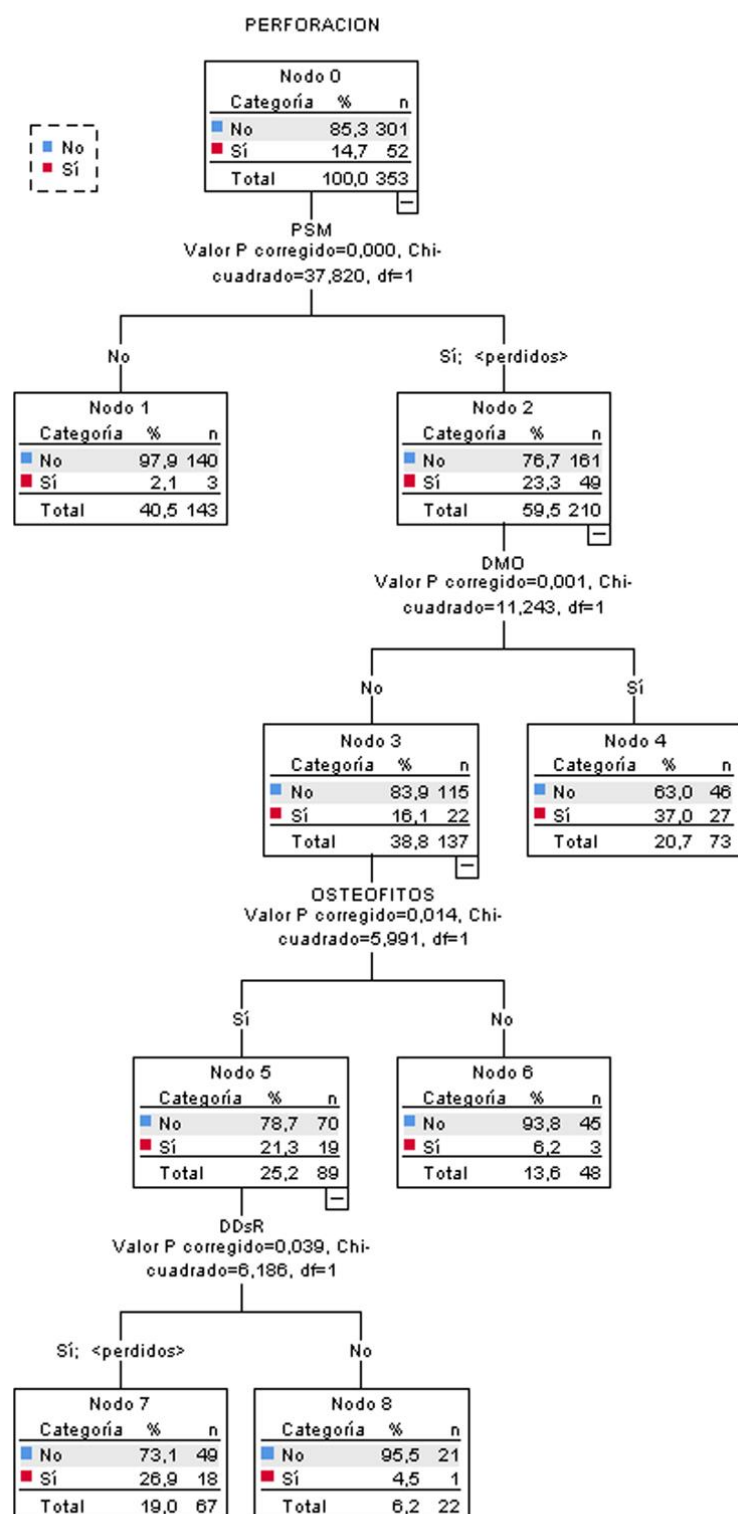
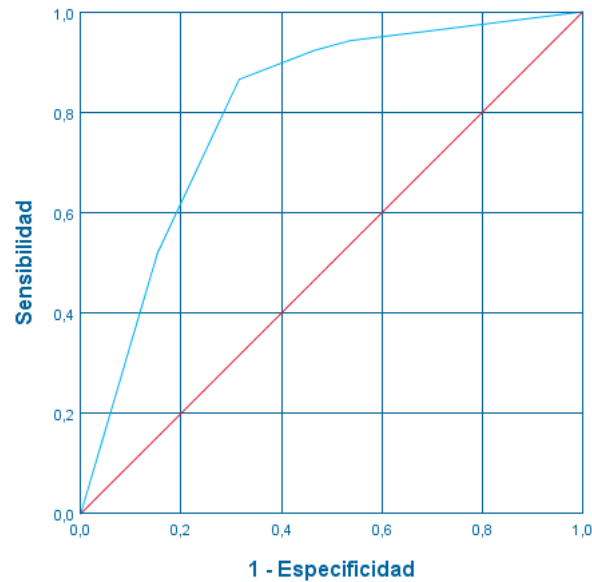


Figura 32. Árbol de decisión 2. PSM: alteración de señal de la zona media del disco. DMO: degeneración de la médula ósea condilar. DDsR: desplazamiento discal anterior sin reducción.

Tras el trazado de la curva ROC se obtuvo un AUC de 0.803 ($p < 0.001$) y dicho valor estaba incluido en el intervalo de confianza al 95 % (0.745 – 0.861). Gráfica 32. Tabla 47.



Gráfica 32. Curva ROC para el árbol de decisión 2.

ÁREA	Error estándar	Significación asintótica	Intervalo de confianza 95 % asintótico	
			Límite inferior	Límite superior
0.803	0.30	< 0.001	0.745	0.861

Tabla 47. Área bajo la curva para el árbol de decisión 2.

En el modelo se eligió como punto de corte cuando la probabilidad que fuera positivo fuera igual o mayor que 0.1656. La sensibilidad obtenida para este modelo fue de 86.5% y la especificidad 68.4%. El VPP fue del 32% y el VPN del 96.7%. Tabla 48.

Positivo igual o mayor que	Sensibilidad	1 - Especificidad
0.00	1.000	1.000
0.0332	0.942	0.535
0.0540	0.923	0.465
0.1656	0.865	0.316
0.3193	0.519	0.153
1.00	0.000	0.000

Tabla 48. Puntos de corte de la curva ROC para el árbol de decisión 2.

7.9.3. Árbol de decisión 3.

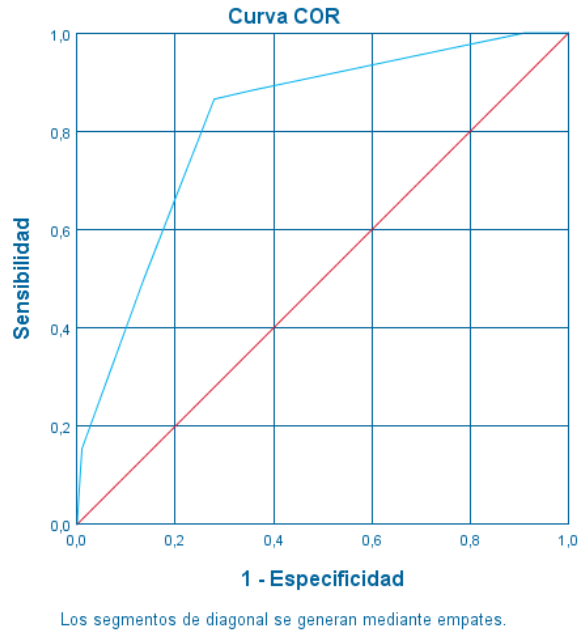
En el árbol de decisión 3 se utilizó el método CHAID y se añadió la variable epidemiológica de edad. En este árbol la variable principal predictora fue degeneración de la médula ósea condilar (DMO). Figura 33.

Se observó que si el signo de DMO estaba presente en la RM existía un 33.3% de probabilidad de presentar perforación discal y este porcentaje aumentaba hasta el 72.7%, la probabilidad de perforación más elevada, si además el paciente era mayor de 55 años. Esta probabilidad disminuía al 27.1% en pacientes menores de 55 años.

Se podría descartar la presencia de perforación discal, no existen casos, si los menores de 55 años no presentaran el signo de PSM en la RM; en comparación con el 30.6% de probabilidad si estuviera este signo presente.

En el caso de no presentar el signo de DMO en la RM, la probabilidad más alta de presentar perforación, un 32.1%, estaría relacionada con mayor edad (> 32 años) y la presencia de DDSR y osteofitos en la RM. Siendo la probabilidad nula de perforación en el caso de menores de 32 años y del 3.8% si no presentan osteofitos en la RM.

Tras el trazado de la curva ROC se obtuvo un AUC de 0.818 ($p < 0.001$) y dicho valor estaba incluido en el intervalo de confianza al 95 % (0.760 – 0.877). Gráfica 33. Tabla 49.



Gráfica 33. Curva ROC para el árbol de decisión 3.

ÁREA	Error estándar	Significación asintótica	Intervalo de confianza 95 % asintótico	
			Límite inferior	Límite superior
0.818	0.30	< 0.001	0.760	0.877

Tabla 49. Área bajo la curva para el árbol de decisión 3.

En el modelo se eligió como punto de corte cuando la probabilidad de que el resultado se clasificara como positivo fuera igual o mayor que 0.1725. La sensibilidad obtenida para este modelo fue de 86.5% y la especificidad 72.1%. El VPP fue del 34.8% y el VPN del 96.9%. Tabla 50.

Positivo igual o mayor que	Sensibilidad	1 - Especificidad
0.00	1.000	1.000
0.0175	1.000	0.910
0.0368	0.885	0.362
0.1656	0.865	0.279
0.3139	0.500	0.136
1.00	0.000	0.000

Tabla 50. Puntos de corte de la curva ROC para el árbol de decisión 3.

7.9.4. Árbol de decisión 4.

En el árbol de decisión 4, se utilizó también el método CHAID y se añadió la variable edad. Para este árbol se empleó como variable principal predictora el hallazgo en RM de alteración de señal de la zona media del disco (PSM). Figura 34.

Se observó que si el signo de PSM estaba presente en la RM existía un 23.3% de probabilidad de presentar perforación discal y este porcentaje aumentaba hasta el 72.7%, la probabilidad de perforación más elevada, si además estaba presente el signo de DMO y el paciente era mayor de 55 años. Esta probabilidad disminuía al 30.5% en pacientes menores de 55 años.

En el caso de no presentar el signo de PSM en la RM, la probabilidad de presentar perforación sería muy baja, un 2.1%, ya que el 97.9 % de las articulaciones sin este signo presentó disco intacto.

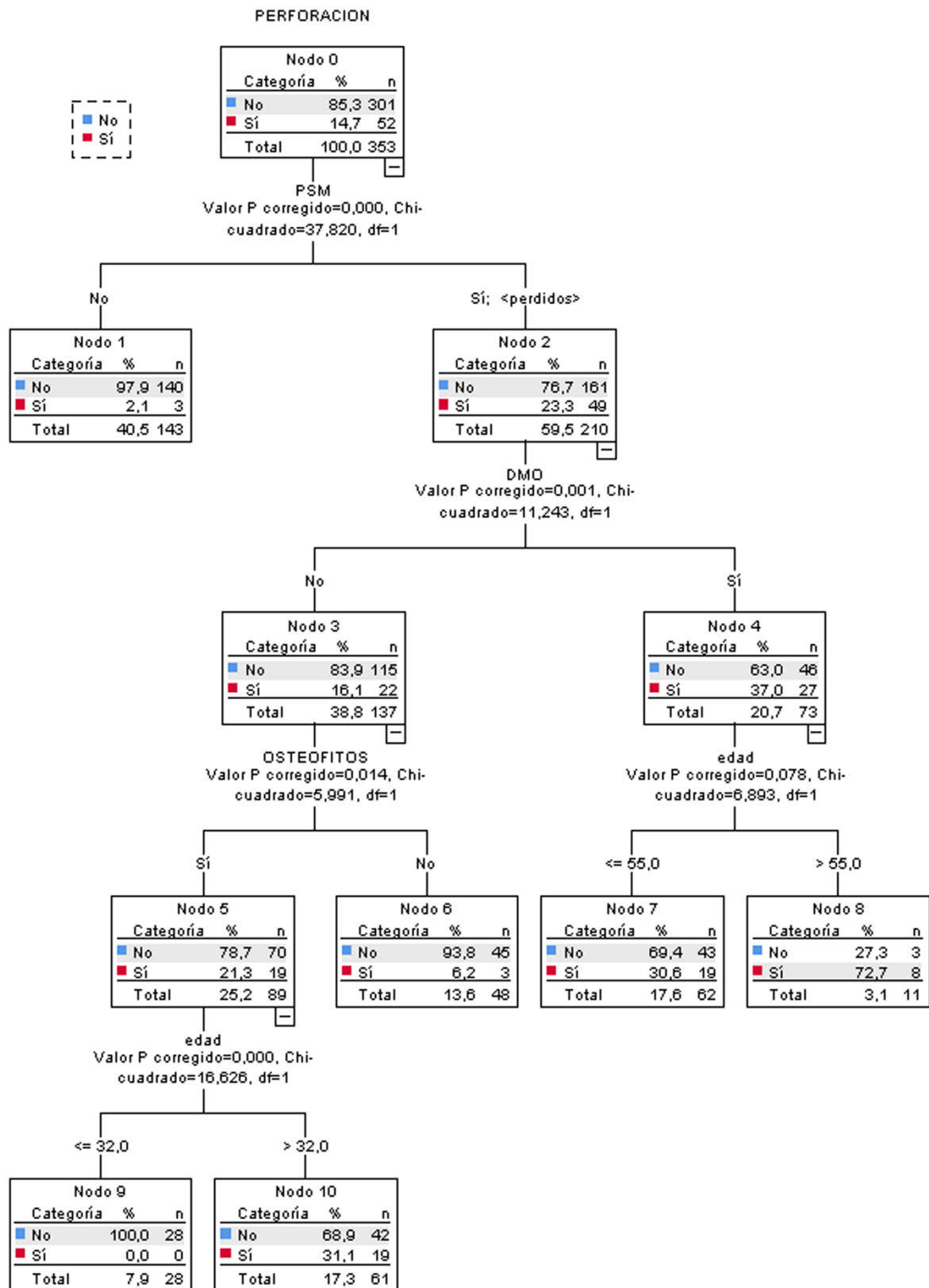
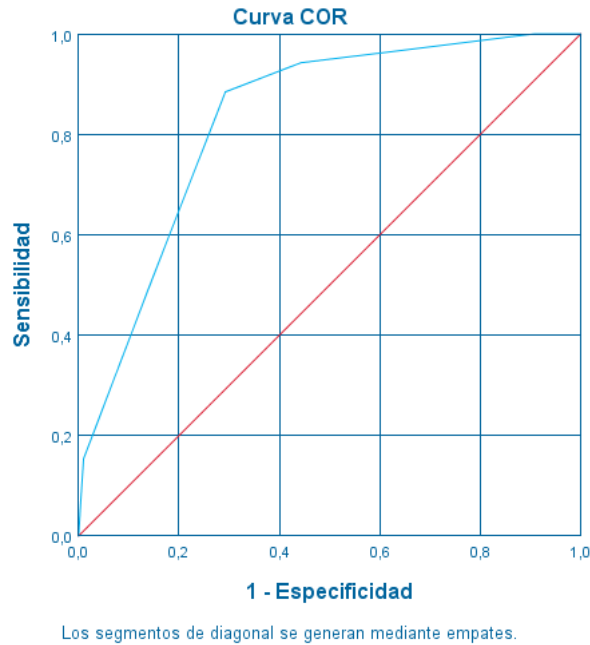


Figura 34. Árbol de decisión 4. PSM: alteración de señal de la zona media del disco. DMO: degeneración de la médula ósea condilar.

Tras el trazado de la curva ROC se obtuvo un AUC de 0.829 ($p < 0.001$) y dicho valor estaba incluido en el intervalo de confianza al 95 % (0.760 – 0.877). Gráfica 34. Tabla 51.



Gráfica 34. Curva ROC para el árbol de decisión 4.

ÁREA	Error estándar	Significación asintótica	Intervalo de confianza 95 % asintótico	
			Límite inferior	Límite superior
0.829	0.27	< 0.001	0.777	0.882

Tabla 51. Área bajo la curva para el árbol de decisión 4.

En el modelo se eligió como punto de corte cuando la probabilidad de que el resultado sea positivo fuera igual o mayor que 0.1725. La sensibilidad obtenida para este modelo fue de 88.5% y la especificidad 71.8%. El VPP fue del 34% y el VPN del 97.3%. Tabla 52.

Positivo igual o mayor que	Sensibilidad	1 - Especificidad
0.00	1.000	1.000
0.0105	1.000	0.907
0.0417	0.942	0.442
0.1845	0.885	0.292
0.3090	0.519	0.150
1.00	0.000	0.000

Tabla 52. Puntos de corte de la curva ROC para el árbol de decisión 4.

8. DISCUSIÓN

Las perforaciones discales en la ATM se diagnostican, principalmente, por visión directa en la cirugía de la articulación ya sea en cirugía artroscópica como en cirugía abierta y suponen un hallazgo casual. Las perforaciones se presentan en articulaciones con signos de degeneración avanzados y comienzo de osteoartrosis¹¹⁴, y se engloban en los signos artroscópicos del estadio más avanzado (V) de la clasificación de Wilkes-Bronstein.

Las perforaciones discales no presentan una clínica específica o discriminatoria de otras alteraciones articulares intracapsulares u osteoartrosis incipiente, por lo tanto, su diagnóstico o sospecha debería realizarse mediante prueba de imagen.

La detección de perforaciones discales previamente a la cirugía en pacientes con DTM y síntomas, nos podría llevar a tomar una decisión terapéutica distinta, una cirugía más invasiva, al conllevar que el paciente se encuentra en el estadio más avanzado de DTM.

Género y Edad de la muestra.

En relación al género de la muestra, en el presente estudio el 91.4% de los individuos fueron mujeres, frente a sólo el 8.6% de hombres. La edad media de la muestra del presente estudio fue de 39.39 ± 10.32 años, siendo la edad media significativamente mayor en el grupo de perforación, 42.87 años, con respecto al grupo de pacientes sin perforación, 38.79 años. Estos datos son congruentes con la epidemiología de los trastornos de la ATM¹⁶ y con estudios previos de pacientes con diagnóstico de perforación discal, en los cuales el porcentaje de individuos del sexo femenino varió entre el 74.2% y el 100% de la muestra y la edad media entre los 32 y 41 años^{37,74,82,83,103,115}.

El estudio de Liu y col. en 2010³⁷ analizó la correlación entre el desplazamiento discal y la localización de las perforaciones discales en una muestra de 1506 pacientes. En su estudio el porcentaje de mujeres en la muestra fue del 81.3% y la edad media de 32.9 ± 14.2 años. Estos resultados son similares a los del presente estudio, aunque la edad media y el porcentaje de mujeres en la muestra es ligeramente inferior.

En el estudio de Muñoz-Guerra y col. en 2013⁸², el cual analizó los resultados clínicos a largo plazo de pacientes sometidos a artroscopia y con hallazgo de perforación discal en la misma, la edad media del total de 556 individuos incluidos fue de 36.36 años (rango de edad de 14-59 años) y el 100% fueron mujeres. Estos resultados fueron más similares al del presente estudio.

Posteriormente, el estudio de Machon y col. en 2017¹⁰³, el cual analizó las posibles causas etiológicas de las perforaciones discales y la evolución clínica de los pacientes tras la artroscopia, en su muestra de 256 pacientes el 87.8% eran mujeres y la edad media fue de 40.2 años (19-75 años). Estos resultados también fueron congruentes con el presente estudio, aunque la edad media era ligeramente superior a la referida en los estudios antes descritos.

Finalmente, en el estudio de Kim y col. en 2018⁸³ se analizó el riesgo de presentar perforación discal en relación a datos epidemiológicos y hallazgos en la RM. En este estudio se incluyeron un total de 274 individuos y el 86.1% fueron mujeres, pero los autores no hallaron resultados significativos entre el sexo y el riesgo de presentar perforación discal, aunque refirieron una mayor frecuencia de mujeres en el grupo de perforaciones. La edad media del grupo que no presentó perforación discal fue de 28.96 ± 9.67 años y del grupo que sí presentó perforación fue de 35.96 ± 12.27 años, esta diferencia fue estadísticamente significativa en este estudio. Estos hallazgos fueron congruentes con los obtenidos en el presente estudio. Además, los autores concluyeron que el riesgo de presentar perforaciones aumentaba con la edad.

Los resultados del estudio de Kim y col. y del presente estudio son congruentes con los obtenidos en el estudio de Kuribayashi y col.⁷⁴. En dicho estudio se analizaron los hallazgos patológicos en RM en articulaciones con y sin perforación discal, y se observó que los pacientes del grupo de perforaciones presentaban una edad media mayor que los del grupo sin perforación y del grupo control.

Incidencia de perforaciones.

La incidencia de perforaciones discales en articulaciones sometidas a cirugía fue descrita por Katzberg y col. en 1993¹¹⁶, y se situó entre el 5 al 15 % de las articulaciones

que presentaron desplazamiento discal. En estudios posteriores, el rango de incidencia de perforaciones descrito fue mayor, variando del 6 hasta el 42 % de perforaciones discales según los diferentes autores.

En el estudio de Liu y col. en 2010³⁷, 1812 articulaciones fueron sometidas a artroscopia y se detectaron 162 perforaciones discales, presentando una incidencia del 8,9%.

Posteriormente, en el estudio de Yura y col. en 2012¹¹⁷, la incidencia fue mayor, un 16 % de perforaciones, pero su trabajo incluyó una muestra menor, un total de 50 articulaciones analizadas. En otro estudio en 2013, de Muñoz-Guerra y col.⁸², se detectaron 36 perforaciones en una muestra total de 556 pacientes obteniendo una incidencia del 6.47%.

En el estudio de Shen y col. en 2014¹¹⁵, congruente con los estudios antes citados, los autores hallaron una incidencia de perforaciones en visión directa del 8.20 %, en un total de 2524 articulaciones en 1845 pacientes estudiados.

Más recientemente, en el estudio de Machon y col. en 2017¹⁰³, la incidencia de perforaciones fue del 12.3% y en este estudio se realizaron 284 artroscopias y se hallaron 35 perforaciones. Por el contrario, en el estudio de Kim y col. en 2018⁸³, los autores hallaron una incidencia del 42.9% en su muestra, analizando un total de 282 articulaciones sometidas a cirugía abierta de ATM.

En el presente estudio la incidencia fue del 14.7 % en un total de 353 articulaciones valoradas mediante artroscopia de ATM, este resultado fue congruente con los trabajos publicados, aunque situándose en el margen alto del rango clásico antes citado.

La detección de perforaciones discales mediante artroscopia es una técnica explorador dependiente y en algunas articulaciones con estadios avanzados de Wilkes puede ser complicado diferenciar las diferentes estructuras articulares por el deterioro de las mismas. Todos los estudios descritos presentaron incidencias de perforación dentro del rango clásico a excepción del estudio de Kim y col.⁸³. Este estudio presentó una incidencia muy superior a la publicada previamente y esta diferencia pudiera estar relacionada con la heterogeneidad de la muestra en los diversos estudios. Los pacientes

de este estudio probablemente presentaron un estadio más avanzado de Wilkes en comparación con los otros estudios. Pero sólo el estudio de Shen y col.¹¹⁵ describió el estadio Wilkes de su muestra, situándose los pacientes entre el estadio II a V, aunque los autores no describieron los porcentajes de pacientes en cada estadio.

Localización de las perforaciones.

La localización más frecuente de las perforaciones discales en el presente estudio fue en la zona posterior del disco, el 59.6% de las perforaciones se localizaron en esta zona. Estos datos son congruentes con la literatura publicada, así Holmlund y col. en 1988³⁸ observó que las perforaciones discales frecuentemente se presentan cerca de la región posterolateral del disco, en su unión con el tejido retrodiscal o banda posterior.

Más recientemente, en el estudio de Liu y col.³⁷, los autores observaron que el 63% de las perforaciones diagnosticadas en artroscopia se localizaron también en dicha zona posterior, concluyendo que la zona más frecuente es la posterolateral.

Esto se explica debido a que la zona posterior del disco, más concretamente, la zona posterolateral presenta un menor grosor y se ha demostrado que existe una disminución significativa del grosor en un eje medio-lateral en dicha zona del disco en pacientes con DTM¹¹⁸. Estos cambios junto con las alteraciones en la dinámica articular, que desplaza la carga articular hacia zonas más laterales del disco, conllevan una sobrecarga y la pérdida de sustancia de dicha zona del disco que no puede ser compensada y se forman perforaciones discales. Esta es la causa de que las perforaciones discales se localicen más frecuentemente en esta zona del disco.

Por otro lado, en el estudio de Liu y col.³⁷, los autores concluyeron que los tipos de desplazamiento discal tenían influencia sobre la localización de las perforaciones. En dicho estudio se determinó que las perforaciones mediales y posteromediales son más frecuentes significativamente en articulaciones que presentaron desplazamientos discales anterolaterales que en articulaciones con desplazamientos anterior puro o anteromediales. Este resultado apoya la hipótesis de que la alteración en la dinámica

articular, desplazamiento discal, lleva a que la superficie articular de contacto se traslade a la zona contralateral produciéndose las sobrecargas en la masticación.

Por el contrario, en el estudio de Machon y col.¹⁰³, los autores no hallaron diferencias entre el desplazamiento discal y la localización de las perforaciones. Y tampoco diferencias significativas en relación a la edad o sexo según la localización o a los cambios degenerativos observados en la artroscopia.

Hallazgos degenerativos en la artroscopia.

En la literatura, diversos autores han referido que hasta dos tercios de las articulaciones que presentan perforación discal también presentan otras alteraciones de los componentes articulares como cambios degenerativos del cartílago articular o condromalacia, sinovitis o adherencias intraarticulares^{74,119}.

En el presente estudio las articulaciones que presentaron perforación en artroscopia, también presentaron en un alto porcentaje cambios degenerativos avanzados a diferencia de las articulaciones sin perforación que mostraron mayor frecuencia de cambios leves o tejidos sin alteración. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas salvo para el hallazgo de adherencias intraarticulares. El hallazgo de condromalacia en estadios avanzados (estadios III y IV) se observó en 42 de las 52 articulaciones con perforación (80.8%), el hallazgo de sinovitis avanzada (tipo 3 y 4) en 32 de las 52 de estas articulaciones (65.4%) y las adherencias en el 48.1% (25 articulaciones) de las mismas.

En el estudio de Martin-Granizo y Correa Muñoz¹²⁰ se analizó la condromalacia como hallazgo patológico en la artroscopia de ATM. Los autores observaron una asociación significativa mediante el análisis de regresión logística entre el hallazgo de condromalacia estadio IV y la presencia de perforación discal y desplazamiento discal sin reducción junto a perforación, no así con los estadios iniciales de condromalacia. Estos resultados son congruentes con el presente estudio. La elevada frecuencia de la condromalacia avanzada en las articulaciones con perforación puede ser debida a que este hallazgo es un proceso degenerativo previo a la formación de las perforaciones

discales, en el cual el daño a nivel del cartílago articular se produce en todas las estructuras de la articulación.

Previamente, en el estudio de Quinn¹²¹, el autor observó cambios degenerativos del cartílago articular en el 76.9% de las 39 articulaciones donde se observó perforación en la cirugía, siendo el resultado similar al del presente estudio en relación a la condromalacia.

Posteriormente, en el estudio de Muñoz-Guerra y col.⁸² se valoraron estos tres hallazgos degenerativos en articulaciones con perforación discal. Los autores observaron más frecuentemente cambios degenerativos avanzados en las articulaciones con perforación, pero no realizaron un análisis comparativo con articulaciones sin perforación. En el estudio el 69.23% de las 36 articulaciones con perforación presentaron condromalacia avanzada, el 38.46% presentaron sinovitis en grado avanzado y las adherencias se observaron en el 30.6% de dichas articulaciones. Las frecuencias de estos hallazgos en articulaciones con perforación son inferiores a las observadas en el presente estudio, probablemente debido a la heterogeneidad de la muestra entre ambos estudios.

Por otro lado, en el estudio de Machon y col.¹⁰³, el 74.3% de las 35 articulaciones con perforación presentaban condromalacia. Estos datos son similares con los obtenidos en el presente estudio, aunque en este estudio no se diferencia el grado de severidad de este hallazgo.

Las adherencias intraarticulares son alteraciones frecuentes en articulaciones con degeneración articular, y presentan una incidencia entre el 28 y 100% según las series²⁶. En un estudio previo de Millón-Cruz y col.¹²², la incidencia de adherencias fue del 44% y se observó una relación significativa entre la presencia de adherencias y articulaciones en estadios avanzados de Wilkes, estadio IV y V. Sin embargo, en dicho estudio no se analizó la presencia de perforación discal. En el presente estudio, la frecuencia observada de adherencias se encuentra en el rango citado anteriormente, muy similar a la del estudio previo y ligeramente superior a la obtenida en el estudio de Muñoz-Guerra y col.

Relación entre la presencia de perforación discal y los hallazgos patológicos en la RM.

> *Desplazamiento discal.*

En el presente estudio, el signo de DDAsR se observó significativamente con más frecuencia en las articulaciones del grupo de perforación al comparar con el grupo de articulaciones sin perforación, en un porcentaje del 84.3% frente al 43%, respectivamente. Por el contrario, no se halló relación significativa entre el signo de DDAcR y la presencia de perforación discal.

Estudios previos en la literatura han evidenciado la relación entre perforación y desplazamiento discal, siendo el desplazamiento discal o la alteración de la relación del complejo cóndilo-disco-fosa una de las causas principales de la formación de la perforación. Así, Cholitgul y col. en 1990³⁵ realizó un estudio para evaluar los signos patológicos asociados en articulaciones con diagnóstico de perforación discal mediante artrografía y observó que 15 de 16 articulaciones presentaron desplazamiento discal. En el 68.7% de los casos el desplazamiento fue sin reducción, un resultado con una frecuencia algo menor que el resultado del presente estudio.

Sin embargo, en 2008 Kuribayashi y col.⁷⁴ compararon el hallazgo de desplazamiento discal en varios grupos con o sin perforación y observaron que en el grupo de perforación el 81% las articulaciones presentaban DDAsR. Aunque los autores refirieron que todas las articulaciones del grupo de no perforación también presentaban este tipo de desplazamiento, no obteniendo diferencias significativas entre ambos grupos como en nuestro estudio. Esto podría ser debido a que las perforaciones de localización central suelen presentar un disco en posición normal en la RM, o una menor frecuencia de desplazamiento discal sin reducción que las perforaciones de localización posterior¹⁰³. A pesar de ello, en este estudio no se hace referencia a la localización de las perforaciones. Además, se debe tener en cuenta que cuando existen perforaciones de gran tamaño puede ser difícil valorar el grado de desplazamiento discal en la RM debido a la pérdida de visualización de la banda posterior discal.

Posteriormente, en el estudio de Liu y col. en 2010³⁷, todas las articulaciones con perforación presentaron en RM desplazamiento discal, siendo mayoritariamente, el

92.6% de los casos, sin reducción. Este estudio incluyó una muestra de pacientes mucho mayor que los dos estudios previamente citados, 1812 articulaciones evaluadas frente a 16 y 90 articulaciones, y presentó resultados más similares a nuestro estudio, pero no comparó este hallazgo con la presencia de perforaciones.

En la misma dirección, en el estudio de Kim y col. en 2018⁸³, los autores observaron que el 95% de las articulaciones con perforación también presentaron desplazamiento discal sin reducción, siendo la diferencia significativa con las articulaciones sin perforación.

Estos últimos estudios, con una mayor muestra, demuestran una relación significativa entre el hallazgo de desplazamiento discal sin reducción y presencia de perforaciones discales, y que son congruentes con los resultados del presente estudio. Y avalan la hipótesis de que el desplazamiento discal sin reducción es uno de los cambios estructurales previos a la formación de perforaciones discales en la articulación.

> ***Alteración de señal en la zona media del disco articular.***

En el presente estudio se observó una relación significativa entre la presencia de perforación discal y el hallazgo en la RM del signo de alteración de señal en la zona media del disco articular. El 94.2% de los discos con perforación presentaron este hallazgo frente al 53.5% de los discos que no fueron diagnosticados de perforación discal en la artroscopia.

En la literatura, en 1995 Takaku y col.¹²³ compararon las alteraciones patológicas en la ATM observadas en la RM y los hallazgos en la cirugía, y utilizaron el hallazgo de aumento de señal en la zona posterior o tejido retrodiscal como diagnóstico de perforación discal. Los autores observaron que este hallazgo se presentó en el 93% de las articulaciones que presentaron perforación discal (60% de las 43 articulaciones estudiadas). Este resultado concuerda con el presente estudio, aunque su muestra es bastante menor.

Posteriormente, en el estudio de Yura y col. en 2011¹¹⁷, los autores evaluaron la relación entre el signo de aumento de señal en la zona central del disco articular en

secuencias T2 de saturación grasa y el hallazgo de perforación articular en artroscopia de ATM. La muestra fue de 50 articulaciones y los autores hallaron que el 100% de las 7 articulaciones con perforación discal mostraban este signo en la RM. Este resultado es congruente con el presente estudio, aunque la valoración del signo se hace en otra secuencia de la RM y al igual que el estudio anterior, la muestra analizada es reducida.

Los resultados observados para este hallazgo son congruentes con el trabajo de Scapino⁶⁵, en el cual el autor concluye que las áreas del disco de mayor intensidad de señal en T1 se corresponden a zonas donde las fibras de colágenos presentan una disposición anárquica y horizontal, que difieren a la disposición habitual. Esto puede deberse a procesos de daño y reparación del fibrocartílago por alteración tanto de la dinámica articular como por cambios artríticos, que llevarían a un cambio en la histología del disco y finalmente, a una disminución del grosor del mismo y a la formación de perforación.

> ***Deformidad discal.***

El hallazgo de deformidad discal en la muestra del presente estudio fue del 25.9% de las articulaciones estudiadas, y en el grupo de articulaciones con perforación fue más frecuente este signo, en el 38.5% de las mismas frente al 24.3% de las articulaciones que no presentaron perforación; esta diferencia fue estadísticamente significativa.

Este resultado concuerda con el estudio previo de Kuribayashi y col.⁷⁴, donde el hallazgo de deformidad discal fue significativamente más frecuente en el grupo de perforación discal.

Por el contrario, en el estudio de Kim y col. de 2000¹²⁴, los autores no observaron una relación significativa entre el signo de deformidad discal y la presencia de perforación. Este estudio evaluó la relación entre los hallazgos patológicos en la RM y la detección de perforación discal en cirugía en 147 articulaciones. En el grupo de perforaciones la frecuencia de deformidad discal fue del 75.3% con respecto al 66.1% del grupo sin perforación, no siendo estas diferencias significativas. Además, estos porcentajes fueron más elevados que los observados en el presente estudio y concuerdan con el estudio de Dolan y col. de 1989¹²⁵, en el cual se describe una

frecuencia del 62% de alteraciones severas en la morfología del disco en articulaciones con perforación. Esto pudiera deberse, probablemente, a que las articulaciones incluidas en dichos estudios presentaran estadios más avanzado de Wilkes.

En ninguno de los estudios antes citados se valoró el tipo de deformidad discal y la presencia de perforación. Además, en los casos de perforación discal de gran tamaño pudiera no observarse deformidad en las imágenes de RM al adaptarse los fragmentos del disco al cóndilo mandibular. Esta hipótesis debería ser refrendada en estudios futuros.

> ***Restos discales retrocondilares.***

El hallazgo de restos discales retrocondilares en la RM tuvo una frecuencia muy baja en el presente estudio, 7.7% en el grupo de perforación y 1% en el grupo sin perforación; pero sí obtuvo una relación significativa con la presencia de perforación discal.

En el estudio de Kim y col. de 2000¹²⁴, también se evaluó este signo en la RM y los autores hallaron una frecuencia mayor, 18.8%, en el grupo de articulaciones con perforación, existiendo una relación significativa con la presencia de perforación discal.

La fragmentación del disco articular está asociada a articulaciones con osteoartrosis avanzada o enfermedades inflamatorias articulares como la artritis juvenil idiopática^{54,126}. La interpretación de este hallazgo en las imágenes de RM resulta difícil debido a que los pequeños fragmentos pueden no ser detectados y el radiólogo determine que no se observa disco articular. Además, en el caso de desplazamiento discal posterior, la prevalencia de esta entidad es muy baja, observándose sólo en el 0.9% de casos, y estando en relación a cambios óseos, deformidad discal y, en algunos casos, perforaciones¹²⁷.

El hallazgo de restos discales retrocondilares no se añadió como variable en el análisis de regresión logística debido a su baja frecuencia y a que las articulaciones con este hallazgo no suelen ser subsidiarias de cirugía artroscópica.

> **Osteofitos.**

El hallazgo del signo de osteofitos fue significativamente más frecuente en el grupo de articulaciones con presencia de perforación, un 88.5% de las mismas, en comparación con el grupo de articulaciones sin perforación en artroscopia, que fue del 48.5%.

Estos datos son congruentes con el estudio de Kuribayashi y col.⁷⁴, donde la frecuencia de los cambios óseos condilares observados, dentro de los cuales se encuentran el hallazgo de osteofitos, fue del 68% en las articulaciones con perforación. Pero en el análisis comparativo, estos cambios óseos se presentaron significativamente más frecuentes en el grupo de perforación en comparación con el grupo de voluntarios asintomáticos, pero no se hallaron diferencias significativas con el grupo de desplazamiento discal sin perforación.

Por el contrario, en el estudio de Kim y col. de 2000¹²⁴, el signo de osteofitos en la RM fue más frecuente en el grupo de perforación, 53.3% de las articulaciones, y, como en el presente estudio, esta diferencia fue significativa con respecto al grupo que no presentó perforación discal.

En la literatura, diversos estudios previos determinaron que los cambios óseos condilares están en relación con el desplazamiento discal sin reducción^{128,129} y suelen ocurrir en estadios avanzados de Wilkes, siendo frecuente observar casos de perforación discal^{35,41}. Además, estudios experimentales en modelos animales demostraron que tras la realización de perforaciones discales se produce aplanamiento condilar y la formación de osteofitos, además de otros cambios adaptativos en el cartílago y tejido óseo¹³⁰. Aunque es remarcable que los osteofitos también son frecuentes en articulaciones con disco intacto y degeneración incipiente, pudiendo ser un hallazgo concomitante al de perforación discal o un cambio articular previo.

Por otro lado, una de las teorías de la formación de perforaciones discales refiere que los osteofitos pudieran actuar como un ariete que perfora el disco y perpetua el daño articular⁴³.

> ***Signos de degeneración de la médula ósea condilar.***

En el presente estudio, el signo de degeneración de la médula ósea condilar fue significativamente más frecuente en el grupo de perforaciones, presentando una frecuencia del 51.9%, en comparación con el grupo sin perforaciones, que fue del 17.9%. En el total de la muestra este signo se observó en el 22.4% de las articulaciones.

En el estudio de Emshoff y col.¹³¹ se evaluó la relación entre el edema de la médula ósea condilar y el desplazamiento discal sin reducción, osteoartrosis y el derrame articular en 73 pacientes con diagnóstico de SDTM. Los autores obtuvieron una incidencia de alteraciones en la médula ósea en el 40.8% de la muestra. Este resultado es superior al obtenido en el presente estudio, pero los autores no evaluaron la relación entre este signo y la presencia de perforación discal. Los autores sí observaron una relación significativa entre la alteración en la señal de la médula ósea condilar en la RM y el signo de DDAr y el derrame articular, así como cambios osteoartrosicos como osteofitos.

Sin embargo, en un estudio de revisión⁶⁹, se determinó que la degeneración de la médula ósea condilar puede observarse también en un 10% de pacientes asintomáticos y con mínimos cambios artrósicos articulares. Pero el estudio concluyó que el edema de la médula ósea se asocia a desplazamiento discal, osteoartrosis, derrame articular y dolor.

En relación al hallazgo de signos de degeneración de la médula ósea condilar y la presencia de perforación discal, solo el estudio de Kim y col. de 2018⁸³ lo analizó. Así los autores observaron que la disminución de señal en la médula ósea condilar en secuencias T1 de la RM se asoció significativamente con la presencia de perforación discal en cirugía, que se discutirá en el apartado de modelo de regresión logística.

> ***Derrame articular.***

El signo de derrame articular del EAS se observó con mayor frecuencia que el derrame de ambos espacios articulares en la muestra, en un porcentaje del 32% y 18%, respectivamente. Pero sólo se obtuvo una relación significativa entre la presencia de perforación discal y el derrame de ambos espacios articulares. Así, el 31.9% del grupo

de articulaciones con perforación presentaron derrame en ambos espacios a diferencia del grupo de articulaciones sin perforación que sólo fue del 16.4%.

En el estudio de Kim y col. de 2000¹²⁴, los autores observaron mayor frecuencia de derrame de ambos espacios articulares en el grupo que presentó perforación discal, un 23.5%, frente al grupo sin perforación, un 3.2%. Estas diferencias, al igual que en el presente estudio, fueron significativas y los autores concluyeron que existía relación entre la imagen de derrame articular de ambos espacios articulares y la presencia de perforación.

Estos resultados, mayor frecuencia de derrame de ambos espacios articulares, pueden explicarse debido al paso de líquido libre intraarticular a través de la comunicación por la perforación discal, y no solo a la inflamación y sinovitis del espacio articular inferior.

En contraposición, en el estudio de Kuribayashi y col. de 2008⁷⁴, los autores hallaron que en el grupo de las articulaciones con perforación se observó en un 23% de las mismas el signo de derrame en ambos espacios articulares; siendo este resultado congruente con el presente estudio. Sin embargo, en su estudio los autores no demostraron diferencias significativas entre el grupo de perforación con el grupo de no perforación y el grupo control. Esta diferencia con respecto a nuestro estudio puede ser debida a que dicho estudio presentó una menor muestra, 90 articulaciones.

En el estudio de Thomas y col. de 2018¹³², los autores realizaron un estudio retrospectivo de 94 articulaciones sometidas a artroscopia de ATM y compararon los hallazgos artroscópicos y la presencia de derrame articular en RM. Se observó derrame articular en 26 articulaciones en la RM y no se halló asociación significativa entre la presencia de perforación discal (13 articulaciones) y el derrame. Los autores si hallaron una relación significativa entre la presencia de cambios óseos degenerativos, DDAsR y el derrame articular.

En otros estudios, como el estudio de Larheim y col. en 2001¹³³, se evaluó la asociación entre derrame articular, dolor, desplazamiento discal y alteraciones de la médula ósea condilar en 523 pacientes. Los autores obtuvieron una incidencia de

derrame articular del 13.4% en su muestra y el 68.4% de los casos se observó únicamente en el EAS. Este resultado es inferior al observado en el presente estudio. Además, estos autores refirieron que el hallazgo de derrame articular en la RM estuvo asociado significativamente con clínica de dolor y disfunción, y patología intraarticular más severa.

Este resultado fue congruente con el estudio de Guler y col.¹³⁴, en el cual se concluyó que el hallazgo de derrame articular es significativamente más frecuente en articulaciones con cambios óseos degenerativos, deformidad discal y desplazamiento discal sin reducción.

Por el contrario, en el estudio de Huh y col. en 2003¹³⁵, en el cual se evaluó un total de 612 articulaciones, los autores coinciden en que el derrame articular era más frecuente en articulaciones con desplazamiento discal sin reducción, pero de tipo subagudo y con deformidad moderada del disco, que en articulaciones con desplazamiento discal crónico y mayor deformidad del disco articular. Pudiendo deberse a que el derrame articular está relacionado con cambios inflamatorios agudos o subagudos de la articulación, y, por lo tanto, no se observa en articulaciones con cambios crónicos como osteoartrosis o perforaciones.

Modelo de Regresión logística

En el modelo de regresión logística que se realizó en el presente estudio, las variables predictoras que presentaron asociación significativa con la presencia de perforación discal fueron alteración de señal en la zona central del disco articular, osteofitos y signos de degeneración de la médula ósea condilar.

Sólo el estudio de Kim y col. de 2018⁸³ analizó la asociación entre la presencia de perforación discal y los hallazgos patológicos observados en la RM mediante un modelo de regresión logística y la aplicación de un nomograma.

En el estudio se observó que los cambios artríticos, como osteofitos, geodas o erosión de las superficies articulares, estaban asociados significativamente con

perforación discal, en concordancia con el presente estudio. Los autores elaboraron una clasificación, en la cual si una articulación presentaba al menos dos tipos de cambios óseos el riesgo de perforación se incrementaba 5 veces (OR=5). En el presente estudio, en el modelo de regresión logística, la presencia de osteofitos se asociaba hasta 3 veces más con perforación que las articulaciones que no presentaban este hallazgo (OR=3); pero no se estudiaron más signos de cambios óseos. Además, en el estudio de Kim y col. no se calculó el riesgo de cada uno de los signos de forma independiente para poder compararlos con el presente estudio.

La variable de alteración de señal en la zona media del disco, en el análisis de regresión logística, tanto en el primer modelo como en el resto de modelos predictivos, se asoció significativamente 6.72 veces más a articulaciones con perforación (OR=6.72). Sin embargo, en el estudio de Kim y col.⁸³ no analizaron esta variable que sí se empleó en otros análisis comparativos en estudios previos^{115,136} y que en la muestra del presente estudio fue la variable que demostró mayor asociación y está en relación con cambios histológicos debido a la degeneración del disco articular.

En relación a la variable de signos de degeneración de la médula ósea condilar, se observó una asociación 2.25 veces mayor con perforación discal que las articulaciones que no presentaban este hallazgo en la RM (OR=2.25). Este resultado concuerda con el estudio de Kim y col.⁸³ pero en nuestro modelo predictivo el riesgo es inferior al que refieren los autores en su estudio, donde la misma variable presentó una asociación 4 veces superior de presentar perforación que un paciente sin este signo en la RM (OR=4). Esto puede deberse a diferencias en la frecuencia de este signo en las muestras de ambos estudios.

Además, en el mismo estudio de Kim y col.⁸³ se analizaron los signos de DDAsR y deformidad discal. En el caso del signo de DDAsR, en el análisis de regresión univariante la asociación entre perforación y esta variable fue significativa. Sin embargo, al realizar el estudio multivariante, no se obtuvieron resultados significativos y se demostró que este hallazgo no tenía influencia sobre la presencia de perforaciones. Este resultado concuerda con el presente estudio, en el cual tampoco se halló asociación entre

perforación discal y desplazamiento discal sin reducción, pese a ser este hallazgo significativamente más frecuente en el grupo de perforación.

Por otro lado, al analizar la asociación entre perforación y el grado de deformidad discal, los autores observaron únicamente asociación significativa entre el hallazgo de deformidad discal severa y la presencia de perforaciones; refiriendo un riesgo de 9 a 33 veces superior de presentar perforación según el tipo de deformidad discal. En el presente estudio, el hallazgo de deformidad discal en el análisis de regresión logística no demostró asociación significativa a diferencia de este estudio. Esto puede deberse a que en nuestro estudio no se clasificaron los diferentes tipos de deformidad discal y, por lo tanto, no se segmentó la muestra como en el estudio de Kim y col. de 2018 y no se obtuvo un resultado significativo.

Otra variable, derrame articular del EAS y EAI, tampoco presentó asociación significativa con la presencia de perforación discal en el modelo predictivo del análisis de regresión logística. Los resultados del estudio de Kim y col. de 2018 concuerdan con el presente estudio, en el cual los autores no observaron una asociación significativa entre el hallazgo de derrame, en ninguno de los grados descritos en dicho estudio (el grado más severo correspondía a derrame en ambos espacios articulares) y la presencia de perforación discal.

Finalmente, en el estudio de Kim y col. de 2018 se utilizaron algunas variables distintas a la del presente estudio, como el grado de disminución del espacio articular, las cuales presentaron asociación significativa con la presencia de perforación discal.

Utilidad de la RM en el diagnóstico de perforaciones discales.

El uso de la RM como herramienta diagnóstica en la patología de la ATM está ampliamente extendido en la práctica médica, considerándose la prueba de imagen gold-standard para el estudio de los cambios patológicos en los tejidos de la articulación⁶⁰.

Sin embargo, clásicamente en la literatura, la RM tiene un valor limitado para la detección de perforaciones discales³⁷ en comparación con otras alteraciones como derrame articular o desplazamiento discal. Por todo ello, la detección de perforaciones en prueba de imagen no se realiza de forma directa, si no que precisa acompañarse habitualmente de técnicas invasivas, como la artrografía o la artroscopia.

> *Artroresonancia.*

La artroresonancia o RM con artrografía presenta muchas ventajas sobre las técnicas clásicas de artrografía, al complementarse la técnica con imágenes de RM y poder visualizar los tejidos blandos y sus alteraciones patológicas¹³⁷.

El primer estudio sobre el uso de la artroresonancia en la patología de ATM fue realizado por Toyama y col. en el año 2000¹³⁸. Los autores analizaron la utilidad de esta técnica en la detección de perforaciones discales y adherencias articulares, para ello 13 articulaciones de 11 pacientes fueron sometidas a artroresonancia y luego a cirugía abierta de ATM. Los autores determinaron que existían perforaciones cuando tras la inyección de contraste en el espacio inferior, este fluía hacia el compartimento superior y la existencia de adherencias cuando se observó zonas de depleción del contraste dentro del compartimento articular. En el estudio se observaron 9 discos con perforación de las 13 articulaciones, que se confirmaron en la cirugía; obteniéndose una concordancia diagnóstica de perforación del 100%, y del 77% para las adherencias.

Los autores concluyeron que la artroresonancia era una técnica prometedora para el diagnóstico de perforaciones y adherencias, además de ser útil al poder observarse la posición y morfología discal, la banda posterior, e incluso la localización de la perforación y las adherencias.

En el año 2005, partiendo de este estudio anteriormente citado, el grupo de Yang y col.¹³⁹ analizó la fiabilidad de la técnica en el diagnóstico de adherencias intraarticulares en 31 articulaciones y se comparó con los resultados obtenidos en artroscopia de ATM. Los autores concluyeron que esta técnica, con inyección de contraste en el compartimento superior, presentó una validez excelente en el diagnóstico de adherencias, obteniendo un área bajo la Curva de 0.91 (0.85-0.95, $p < 0.05$).

Posteriormente, Venetis y col. en 2011¹⁴⁰, publicaron un estudio sobre el uso de la artroresonancia para el diagnóstico de adherencias y perforaciones. En este estudio se analizaron 20 articulaciones de 10 sujetos con diagnóstico de DTM, que fueron sometidos a RM convencional y artroresonancia con inyección de contraste en el espacio articular superior; posteriormente 15 articulaciones fueron sometidas a cirugía tanto artroscópica como abierta para comprobar la detección de perforaciones.

Se detectaron 8 perforaciones del total de articulaciones (40%), de las cuales todas fueron confirmadas con cirugía excepto una, en la cual existían múltiples adherencias y no se visualizó la perforación en la artroresonancia. Los autores concluyeron que la artroresonancia es una técnica prometedora en la detección de perforaciones y adherencias, pudiendo ser una herramienta útil para la planificación y decisión del tratamiento a adoptar. Sin embargo, los autores refirieron que con dicha técnica no se observaba con claridad la posición discal en comparación con la RM convencional.

A pesar de estos estudios, las técnicas de artrografía son complejas, requieren una curva de aprendizaje larga, con personal entrenado y mayor coste; el cual pudiera ser similar a la artroscopia en algunos centros. Además, al ser técnicas invasivas, producen molestias para el paciente. Al utilizar esta técnica se pueden obtener falsos positivos debido a la punción con la aguja, la cual podría dañar el disco articular y dar lugar a una perforación y falso positivo. Para evitarlo, algunos autores recomiendan la inyección de contraste únicamente en el compartimento superior¹⁴⁰.

En la artroresonancia se debe tener en cuenta la posibilidad de que exista derrame articular. El hallazgo de derrame articular en la RM produce una alta intensidad de señal en las imágenes, pudiendo llevar a falsos positivos al no poder diferenciarse del medio de contraste inyectado en uno de los compartimentos articulares¹⁴⁰. La frecuencia de derrame articular en pacientes con diagnóstico de DTM y perforación discal no es desdeñable, así en el estudio de Kuribayashi y col.⁷⁴, el 23% de las articulaciones con perforación presentaban también derrame articular, y en nuestra muestra, el 31% de las articulaciones con perforación presentaron derrame articular de ambos espacios en RM. No siendo en ambos casos articulaciones candidatas a artrografía.

Por otro lado, los estudios publicados sobre el uso de la artroresonancia de la ATM no son numerosos y los estudios descritos anteriormente, presentaron una muestra de sujetos de estudio reducida, y únicamente el estudio de Yang y col.¹³⁹ analizó la validez global de la prueba mediante el trazado de una curva ROC.

> ***RM convencional.***

Dentro de los diversos estudios que han analizado el empleo de la RM convencional en el diagnóstico de la patología de la ATM, los estudios específicos para la detección de perforaciones discales son cuatro y se exponen en la siguiente tabla (Tabla 53). Estos estudios son bastante heterogéneos entre sí y sólo dos estudios evaluaron la validez de la prueba diagnóstica mediante el trazado de una curva ROC^{83,115}.

ESTUDIO	DESCRIPCIÓN	VALIDEZ (CURVA ROC)
Takaku y col. ¹²³ 1995	Concordancia entre las imágenes de RM y los hallazgos observados en cirugía abierta de ATM	No
Yura y col. ¹¹⁷ 2011	Exactitud diagnóstica de las imágenes en secuencias T2 de saturación grasa en el diagnóstico de perforación discal	No
Shen y col. ¹¹⁵ 2014	Utilización de la RM en el diagnóstico de la perforación discal en la ATM	Si
Kim y col. ⁸³ 2018	Uso de un normograma para clasificación de las perforaciones discales de ATM basado en las imágenes de RM	Si

Tabla 53. Estudios que evaluaron la utilidad de la RM convencional en el diagnóstico de perforaciones discales.

En el presente estudio, al trazar la curva ROC a partir del análisis de regresión logística se obtuvo un área bajo la curva de 0.791 (IC 95% 0.732 – 0.851, $p < 0.05$). Este resultado se encontró más cercano a la perfección que a la no-discriminación en la curva ROC ($AUC > 0.75$), por lo tanto, se puede considerar aceptable la capacidad discriminativa de la RM para la detección de perforaciones en nuestra muestra según los criterios de Swets¹¹².

La Sensibilidad de la prueba en este modelo fue de 88.5% y la Especificidad de 61.5%, y para nuestra muestra el VVP fue del 28.4% y VPN del 96.9%. La sensibilidad obtenida nos permite detectar con 88.5% los verdaderos positivos pero el VVP fue bajo, presentando una utilidad clínica limitada y que es debido a la baja prevalencia de las perforaciones en la muestra. El VPN, por el contrario, fue alto en este modelo, observándose que la articulación que en la RM es dada como negativa para perforación tiene una alta probabilidad (96.9%) de no estar, realmente, el disco articular perforado.

Takaku y col.¹²³, estudió la concordancia entre las imágenes de RM y los hallazgos observados en cirugía abierta de ATM en pacientes con diagnóstico de DTM. Se incluyeron en el estudio 43 articulaciones de 43 pacientes y se analizó la presencia de perforaciones discales, las cuales se diagnosticaron en RM al observarse en el disco articular una imagen de depleción y alrededor de la misma un aumento de intensidad de la señal del disco. La muestra de 43 pacientes fue sometida a RM preoperatoria (1.5 T) y, posteriormente, a cirugía abierta de ATM.

Los autores observaron 28 articulaciones sugestivas de perforación en imágenes de RM, de las cuales se confirmó el diagnóstico en cirugía en 26 de las articulaciones, obteniendo únicamente 2 falsos positivos y una concordancia del 93 %. Los autores concluyeron que la RM es una prueba fiable para el diagnóstico de cambios patológicos severos en el disco articular y tejido retrodiscal.

En contraste al presente estudio, los autores no realizaron el trazado de curva ROC para analizar la validez diagnóstica de la prueba y tampoco calcularon la sensibilidad y especificidad del test. Además, la muestra empleada en el estudio fue baja en comparación con la nuestra, y dicha muestra presentó una alta incidencia de perforaciones (60%), 4 veces superior a la observada en el presente estudio y en la práctica clínica, lo que lleva a sobrestimar la capacidad diagnóstica de la prueba.

En el siguiente estudio, Yura y col.¹¹⁷, también analizaron la concordancia entre el diagnóstico de perforación en artroscopia de ATM y en la RM, tomando como único hallazgo el aumento de intensidad de señal del disco en secuencias gradiente T2 de saturación de grasa cuando existe un mínimo de acúmulo de líquido sinovial.

En el estudio se analizaron 50 pacientes con diagnóstico de DTM y estadio III de Wilkes, los cuales fueron sometidos a artroscopia de ATM y RM preoperatoria (1,5T). Se diagnosticó como perforación cuando se observó un aumento de la intensidad de señal en la zona media del disco en secuencias T2 de saturación grasa y fue evaluado por el mismo especialista y se utilizó el test de coeficiente de Kappa para estudiar la concordancia.

Se hallaron 7 articulaciones sospechosas de perforación al presentar el hallazgo en la RM que se confirmaron en la cirugía, obteniendo los autores una concordancia del 100% ($k= 1$). Los autores concluyeron que la RM en secuencias T2 con saturación de

grasa debería usarse de forma más amplia en el diagnóstico de alteraciones de la ATM y así, reducir el uso de la artroscopia como herramienta diagnóstica y ayudar al especialista a elegir el mejor plan de tratamiento. A pesar de ello, los autores refieren que en articulaciones con múltiples adherencias o perforaciones pequeñas la RM puede aportar falsos negativos.

Sin embargo, la muestra del estudio fue reducida comparándola con la del presente estudio, aunque más similar y homogénea a la nuestra en comparación con los estudios restantes, al presentar los pacientes estadios III de Wilkes y la incidencia de perforación fue similar a la descrita en la literatura.

Los autores tampoco evaluaron la validez de la prueba diagnóstica mediante el trazado de una curva ROC o cálculos de sensibilidad y especificidad. El test analítico elegido en el estudio evaluó la fiabilidad y no la validez diagnóstica de la prueba.

En el año 2014, Shen y col.¹¹⁵ estudiaron la utilidad de la RM en la detección de perforaciones discales en un total de 1845 pacientes con diagnóstico de DTM y un total de 2524 articulaciones. Los pacientes fueron sometidos a cirugía artroscópica o abierta y todos realizaron RM previa a la cirugía, la cual fue evaluada por un radiólogo y un clínico, si diferían intervenía un tercer especialista.

La muestra se dividió en tres grupos: positivos, sospechosos y negativos, según los hallazgos en RM. Los positivos presentaron superficie condilar irregular, osteofito que protruía en la cavidad y parecía conectar con el hueso cortical de la fosa glenoidea en secuencias T1 o aumento de la intensidad de señal en la zona media del disco en secuencias en T2. Se determinó que eran sospechosos si presentaban osteofito que protruía en la cavidad, aunque no conectara con el hueso cortical de la fosa glenoidea en secuencias T1. Si no presentaban ninguno de estos signos se definían como negativos. En este estudio sí se trazó una curva ROC y los autores utilizaron una fórmula para evaluar la exactitud diagnóstica de la prueba: $VP + VN / (VP + VN + FP + FN)$.

La incidencia de perforación discal fue del 8.20% y el área bajo la curva ROC fue 0.808 (IC 95% 0.77 – 0.85, $p < 0.05$), obteniendo una sensibilidad de la prueba del 69.57% y una especificidad del 89.56%. La exactitud diagnóstica fue del 87.92%. Los autores refirieron que la RM presenta una validez diagnóstica buena en la detección de perforaciones, pero que puede existir subestimación en el diagnóstico de perforación

debido al pequeño tamaño de la lesión, a la existencia de adherencias o la presencia de sinovitis crónica con escaso líquido sinovial y que no se detecten correctamente en secuencias T2 de RM. Por lo tanto, los autores concluyeron que los resultados diagnósticos de perforación mediante los hallazgos en la RM sólo constituyeron una guía para la práctica clínica y que se debería tener en cuenta parámetros clínicos del paciente para la elección del mejor tratamiento quirúrgico en cada caso.

Al realizar la comparación con el presente estudio, la muestra de sujetos utilizada fue elevada pero los autores no describieron el estadio Wilkes de los pacientes ni cuáles fueron sometidos a artroscopia o a cirugía abierta, sin poder conocer el número de casos más avanzados donde las perforaciones y los cambios patológicos en la RM son más frecuentes.

En este estudio sí se realizó el trazado de la curva ROC y el resultado del área bajo la curva (0.808) fue muy similar a las obtenidas en el presente estudio en los diferentes análisis estadísticos (0.791 – 0.829), lo que sugiere una similar capacidad discriminativa en la detección de perforaciones.

Sin embargo, en su modelo la especificidad fue mayor, 89.56%, frente a las obtenidas en el presente estudio, y, por el contrario, la sensibilidad menor. Esto puede ser debido a la elección del punto de corte, primando una mayor especificidad para detectar articulaciones sin perforación y confirmar los casos con perforación. El cálculo que hacen los autores de la exactitud diagnóstica depende de la prevalencia de las perforaciones en cada muestra, no siendo comparable con otro estudio.

Finalmente, en el estudio de Kim y col. de 2018⁸³ se evaluó la utilidad del uso de un nomograma para el diagnóstico de perforaciones, mediante el análisis de factores de riesgo tanto clínico como radiológicos (en RM).

En el estudio se analizaron 274 pacientes y un total de 282 articulaciones, las cuales fueron sometidas a cirugía abierta de ATM y RM preoperatoria de 3T (3.0-T Magnetom scanner).

Se analizó la presencia de perforaciones en cirugía y la relación de estas con datos clínicos como sexo y edad, y con hallazgos en la RM. Las variables fueron: edad, morfología discal, alteración de la señal de la médula ósea condilar, derrame articular

en secuencias T2, desplazamiento discal, alteración del espacio articular y cambios óseos degenerativos como osteofitos, erosión, esclerosis o aplanamiento de la superficie articular. Se realizó un análisis de regresión logística multivariante y se trazó una curva ROC.

El resultado de la curva ROC fue un área bajo la curva para el modelo de validación externa de 0.889 (IC 95%, 0.804–0.973), concluyendo los autores que la prueba presenta una buena validez en la detección de perforaciones y mediante el nomograma clínico fueron capaces de predecir la probabilidad de perforación.

En este estudio los autores no refieren el diagnóstico previo de los pacientes de la muestra, si presentaron DTM u otra patología articular, únicamente que se incluyó en el estudio pacientes sometidos a cirugía abierta de ATM. Por lo tanto, tampoco su estadio Wilkes para comparar con la muestra del presente estudio.

El tamaño muestral fue similar a nuestro estudio, pero la incidencia de perforaciones fue del 42.9%, casi el triple a la presentada en nuestra muestra, pudiendo deberse a articulaciones en estadios más avanzados o afectas de otras enfermedades.

En este estudio el aparato de RM utilizado fue de 3 Teslas, el cual presenta mayor resolución e imágenes más exactas y nítidas^{141,142} frente a la RM de 1.5 Teslas utilizada en nuestro estudio.

El área bajo la curva, 0.889, fue superior a las observadas en nuestro estudio lo que puede sugerir una mayor capacidad discriminativa en el diagnóstico de perforación discal de la RM 3 Tesla. Sin embargo, esta diferencia debería ser evaluada en un nuevo estudio utilizando ambos aparatos de RM en la misma muestra. Además, este resultado podría deberse a que en el estudio de Kim y col.⁸³ la incidencia de perforación fue mayor que la descrita en la literatura, pudiendo sobrestimar la capacidad diagnóstica de la RM y el modelo al presentar las articulaciones estadios más avanzados y una mayor probabilidad preprueba de perforación.

Por otro lado, en este estudio se realizó una mayor segmentación de la muestra, con diferentes categorías dentro del mismo hallazgo en la RM, lo que llevaría a mayor número de resultados significativos en relación al diagnóstico de perforaciones discales.

> **Reglas de decisión clínica. Utilidad clínica.**

En el análisis estadístico de los árboles de decisión, los predictores potenciales de diagnóstico de perforación fueron, principalmente, el signo indirecto de degeneración de la médula ósea condilar y el signo directo de alteración de señal de la zona media del disco. Al añadir al análisis la variable epidemiológica de edad, ésta es el siguiente predictor potencial en importancia, seguido de los signos de osteofitos y desplazamiento discal sin reducción.

En los árboles de decisión 1 y 2, contruidos con los signos observados en la RM, las probabilidades de diagnóstico de perforación no superaron el 50% en estos modelos y la variable que mejor predice esta probabilidad fue el signo directo de alteración de señal de la zona media del disco. Al realizar los trazados de curvas ROC para estos árboles, se obtuvieron áreas bajo la curva similares a la obtenida con el análisis de regresión logística; 0.805 y 0.803 frente a 0.791, respectivamente. Ambos análisis presentaron una validez diagnóstica aceptable.

Partiendo de una similar capacidad diagnóstica para ambos análisis estadísticos, sería preferible el uso de los árboles de decisión, ya sea el 1 o 2, debido a que presentan un manejo más sencillo para el clínico y ante la ausencia del signo de alteración de señal en la zona media del disco la probabilidad de perforación fue menor del 3%, pudiéndose prácticamente descartar el diagnóstico.

En los árboles de decisión 3 y 4, los cuales incluyeron la variable edad, la probabilidad de diagnóstico de perforación aumentó hasta el 72% y las variables predictoras principales fueron la presencia de los signos de degeneración de la médula ósea condilar y alteración de señal de la zona media del disco, y la edad mayor de 55 años. Tras el trazado de la curva ROC, el AUC en ambos modelos (0.818 y 0.829) fue superior al observado en el análisis de regresión logística y los árboles de decisión 1 y 2, presentando además valores mayores en Especificidad, 72.1% y 71.8%, respectivamente.

Para el desarrollo de las reglas de decisión clínica se utilizaron los árboles de decisión 3 y 4, los cuales presentaron una mayor capacidad diagnóstica.

En relación al árbol de decisión 3, la mejor regla de confirmación diagnóstica fue la existencia del signo de degeneración de la médula ósea condilar y edad mayor de 55 años, con una probabilidad de perforación del 72%. En este árbol, sería posible descartar la presencia de perforación, regla de bajo riesgo, en el caso de menores de 55 años y ausencia del signo de alteración de señal en la zona media del disco y también cuando al no observar degeneración de la médula ósea condilar, tampoco se observen los signos de DDAsR y osteofitos.

En el árbol de decisión 4, con el signo alteración de señal en la zona media del disco como predictor principal, prácticamente se descartaría la presencia de perforación en el caso de ausencia de este signo en la RM. La regla de confirmación diagnóstica o de mayor probabilidad de presencia de perforación, sería cuando se observe este signo, junto con el signo de degeneración de la médula ósea condilar y el paciente fuera mayor de 55 años; presentando también una probabilidad de perforación del 72%.

La relevancia clínica en la confirmación del diagnóstico de perforación mediante las reglas de decisión clínica es limitada debido a que la probabilidad más alta de perforación obtenida en los árboles de decisión fue del 72%, pudiendo existir articulaciones mal clasificadas y, además, el número de articulaciones que cumplieran estas reglas supusieron solo el 3.1% del total de la muestra estudiada.

Por el contrario, las reglas de bajo riesgo de perforación, con las cuales se podría descartar el diagnóstico, tendrán más utilidad en la práctica clínica al englobar a un mayor número de articulaciones, mayor peso en el total de muestra, y presentar un alto VPN y mayor especificidad que la observada en los análisis estadísticos previos. La variable predictora principal sería el signo de alteración de señal de la zona media del disco.

Estas reglas de bajo riesgo tendrán mayor relevancia clínica porque permitirán prácticamente descartar el diagnóstico de perforación con mayor seguridad y confirmar los casos positivos, presentando un menor número de falsos positivos que conllevaría un cambio de tratamiento quirúrgico.

> **Limitaciones del estudio.**

En relación a las limitaciones del estudio, es importante destacar la posible variabilidad en la interpretación de los signos en las imágenes de RM, la cual dependerá de utilizar un protocolo estandarizado y el conocimiento y experiencia del observador. En el presente estudio no se analizó la fiabilidad de la prueba diagnóstica mediante un test analítico, como el coeficiente kappa, pero la interpretación de las imágenes de la RM fue realizada por un mismo radiólogo de la Unidad de Cabeza y Cuello y ante la duda se consultó con otro especialista. Además, la recogida de datos se realizó de forma ciega con respecto a la prueba de artroscopia de ATM, para no incurrir en el sesgo de revisión.

En la selección de pacientes para la muestra del estudio, se incluyó de forma consecutiva un espectro mayoritariamente homogéneo de pacientes, estadio III de Wilkes, los cuales se encuentran en el espectro de incertidumbre diagnóstica con respecto a la presencia de perforación discal y con una prevalencia de perforación similar a la descrita en la práctica clínica, evitando el sesgo de selección. Sin embargo, en cada servicio de Cirugía Maxilofacial existe un protocolo propio de manejo de la patología de ATM, lo cual implica una indicación propia para la prueba de imagen de RM y para el tratamiento quirúrgico, que puede hacer que los resultados del presente estudio no sean extrapolables a otros hospitales.

En la recogida de datos del estudio, los datos que no quedaron registrados en la hoja quirúrgica o no existían imágenes en los archivos de la RM fueron excluidos del estudio. Así en la evaluación de la presencia de perforación discal en la artroscopia, la prueba *gold-standard*, se excluyó del análisis estadístico a 3 articulaciones en las cuales no se pudo comprobar la integridad del disco articular. A pesar de incurrir en un sesgo de exclusión de indeterminados, no se dio relevancia a este hecho debido a que supuso menos del 1% de las articulaciones estudiadas.

A pesar de estas limitaciones, las variables predictoras que presentaron asociación significativa con la presencia de perforación en el análisis de regresión logística, alteración de señal de la zona media del disco, degeneración de la médula ósea condilar y osteofitos, concuerdan con las halladas en estudios previos^{83,115,117}. Y tras la

realización de los árboles de decisión se obtuvo como predictores principales a las variables: signo de degeneración de la médula ósea condilar, edad y signo de alteración de la señal de la zona media del disco, lo cual respalda la utilidad clínica de estas variables.

Las reglas de decisión clínica propuestas no fueron perfectas, en la regla de baja probabilidad de perforación (árbol de decisión 4), 3 articulaciones con perforación discal no se diagnosticaron como tal, un 5.7 % de las articulaciones con perforación y el 2.1% del total de la muestra. Estos porcentajes fueron bajos, siendo más probable que no existiera perforación si se cumplía la regla, en el 97.9% de las articulaciones. Además, en caso de un falso negativo no conllevaría un tratamiento quirúrgico más agresivo y mayor morbilidad, aunque el paciente pudiera precisar una segunda intervención en el futuro.

Para finalizar, es importante remarcar que el tratamiento quirúrgico dependerá fundamentalmente de los síntomas del paciente y su evolución, pudiendo tomarse los hallazgos en la RM como un apoyo o herramienta en la toma de decisión clínica⁷⁵. Se podría plantear un futuro estudio que incluyera variables clínicas a las reglas de decisión clínica, como años de evolución de la patología o severidad de los síntomas, para así evaluar si aumenta la capacidad diagnóstica en pacientes que van a ser sometidos a artroscopia de ATM.

9. CONCLUSIONES

1. Las articulaciones que presentaron perforación en la artroscopia también presentaron un alto porcentaje de cambios degenerativos, presentando estadísticamente unas mayores frecuencias de sinovitis y condromalacia avanzadas. La edad media del grupo de pacientes con perforación discal fue significativamente mayor que el grupo sin perforación.
2. Los signos observados en las imágenes de RM que presentaron una frecuencia estadísticamente mayor en el grupo de articulaciones con perforación fueron: los signos directos de alteración de señal en la zona media del disco, DDAsR, deformidad del disco articular y restos discales retrocondilares; y los signos indirectos de osteofitos condilares, degeneración de la médula ósea condilar y derrame articular del EAS y EAI.
3. En el modelo de regresión logística, los signos observados en la RM que presentaron asociación significativa con la presencia de perforación discal fueron alteración de señal en la zona media del disco articular, osteofitos y signos de degeneración de la médula ósea condilar.
4. La validez o capacidad diagnóstica de la prueba de RM en el diagnóstico de perforaciones discales mediante el modelo de regresión logística en la muestra fue aceptable, pero su utilidad clínica en la confirmación del diagnóstico en la muestra fue limitada al presentar un VPP bajo y alta tasa de falsos positivos.
5. En el análisis de árboles de decisión, se observó una mayor capacidad diagnóstica de la prueba al incluir la variable epidemiológica de edad. Los predictores potenciales de perforación fueron: los signos degeneración de la médula ósea condilar, alteración de señal de la zona media del disco articular y mayor edad.
6. Las reglas de decisión clínica propuestas, para la confirmación del diagnóstico, fueron: si el paciente presentaba el signo de degeneración de la médula ósea condilar en la RM y edad mayor de 55 años. Y como regla de baja probabilidad, para descartar la presencia de perforación, fue: si no se observaba el signo de alteración de señal de la zona media del disco.

7. Las reglas de baja probabilidad de perforación son las que proporcionan mayor utilidad clínica, de forma que la ausencia del signo de alteración de señal de la zona media del disco en la RM permite prácticamente descartar el diagnóstico de perforación discal.

8. Aunque la observación de predictores potenciales en la RM y una mayor edad permiten sospechar un mayor riesgo de perforación y orienten más hacia un tratamiento con cirugía abierta, la imagen radiológica debe considerarse una herramienta útil para clínicos y cirujanos a la hora de la toma de decisiones, pero no sustituye en el momento actual a la artroscopia ni a una correcta y completa evaluación clínica.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Monje Gil F. Diagnóstico y tratamiento de la patología de la articulación temporomandibular. Madrid: Ripano; 2009.
2. Jagger RG, Bates JF, Kopp S. Temporomandibular joint dysfunction: the essentials. Wright; 1994. p. 106.
3. Tanaka E, Van Eijden T. Biomechanical behavior of the temporomandibular joint disc. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2003;14(2):138-50.
4. Rees L. The structure and function of mandibular joint. *Br Dent J*. 1954;96:125-33.
5. Wright GJ, Coombs MC, Hepfer RG, Damon BJ, Bacro TH, Lechlopp MK, et al. Tensile biomechanical properties of human temporomandibular joint disc: Effects of direction, región and sex. *J Biomech*. 2016;49(16):3762-9.
6. Hardiman R, Kujan O, Kochaji N. Normal Variation in the Anatomy, Biology, and Histology of the Maxillofacial Region. En: Farah C., Balasubramaniam R., McCullough M., editores. *Contemporary Oral Medicine*. Springer, Cham, 2019. p 1-66.
7. Scapino RP, Canham PB, Finlay HM, Mills DK. The behaviour of collagen fibres relaxation and stress distribution in the jaw-joint disc of rabbits. *Arch Oral Biol*. 1996;41(11):1039-1052.
8. Murray GM, Bhutada M, Peck CC, Phanachet I, Sae-Lee D, Whittle T. The human lateral pterygoid muscle. *Arch Oral Biol*. 2007;52(4):377-80.
9. Fuentes R, Ottone NE, Saravia D, Bucchi C. Irrigación e inervación de la Articulación temporomandibular. Una Revisión de la Literatura. *Int J Morphol*. 2006;34(3):1024-33.
10. Lindauer SJ, Sabol G, Isaacson RJ, Davidovitch M. Condylar movement and mandibular rotation during jaw opening. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1995;107(6):573-7.
11. Griffin CJ, Malor R. An analysis of controlled mandibular movement. *Monogr Oral Sci*. 1975;4:151-69.
12. Okeson JP. Functional Anatomy and Biomechanics of the Masticatory System. En: Okeson JP, editor. *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion*. 7th Ed. Missouri, Mosby; 2013. p. 2-86.
13. Laskin DM. Temporomandibular disorders: A term past its time? *J Am Dent Assoc*. 2008;139(2):124-8.
14. Costen JB. A syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of the tempormomandibular joint. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1934;43(1):1-15.
15. McNeill C. History and evolution of TMD concepts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1997;83(1):51-60.
16. Ohrbach r, Dworkin SF. The Evolution of TMD Diagnosis: Past, Present, Future. *J Dent Res*. 2016;95(10):1093-101.
17. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, et al. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium

- Network* and Orofacial Pain Special Interest Group†. *J Oral Facial Pain Headache*. 2014;28(1):6-27.
18. Peck CC, Goulet J-P, Lobbezoo F, Schiffman EL, Alstergren P, Anderson GC, et al. Expanding the Taxonomy of the Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) HHS Public Access. *J Oral Rehabil*. 2014;41(1):2-23.
 19. López Davis A, Martín-Granizo R. Cirugía Oral y Maxilofacial [Oral and Maxillofacial Surgery]. Panamericana; 2011. p. 864.
 20. Scrivani SJ, Keith DA, Kaban LB. Temporomandibular disorders. *N Engl J Med*. 2008;359(25):2693-705.
 21. Slade GD, Bair E, Greenspan JD, Dubner R, Fillingim RB, Diatchenko L, et al. Signs and Symptoms of First-Onset TMD and Sociodemographic Predictors of Its Development: The OPPERA Prospective Cohort Study. *J Pain*. 2013;14(12 Suppl.):T20-32.e323.
 22. De Leeuw R, Klasser GD, editors. American Academy of Orofacial Pain Guidelines for Assessment, Diagnosis, and Management. American Academy of Orofacial Pain. 4a Ed. Chicago: Quintessence Publishing; 2013.
 23. Okeson J.P. Temporomandibular Disorders: Etiology and Classification. En: Kandasamy S, Greene C, Rinchuse D, Stockstill J, editores. *TMD and Orthodontics*. Suiza: Springer, Cham; 2015. p. 19-33.
 24. Ohrbach R, Bair E, Fillingim RB, Gonzalez Y, Gordon SM, Lim PF, et al. Clinical orofacial characteristics associated with risk of first-onset TMD: The OPPERA prospective cohort study. *J Pain*. 2013;14(12 suppl.):T33-50.
 25. Chang H, Israel H. Analysis of inflammatory mediators in temporomandibular joint sinovial fluid lavage samples of symptomatic patients and asymptomatic controls. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005;63(6):761-5.
 26. Israel HA, Langevin CJ, Singer MD, Behrman DA. The Relationship Between Temporomandibular Joint Synovitis and Adhesions: Pathogenic Mechanisms and Clinical Implications for Surgical Management. *J Oral Maxillofac Surg*. 2006;64(7):1066-74.
 27. Nitzan DW. The Process of Lubrication Impairment and Its Involvement in Temporomandibular Joint Disc Displacement: A Theoretical Concept. *J Oral Maxillofac Surg*. 2001;59(1):36-45.
 28. Ribeiro-Dasilva MC, Roberto S, Line P, Cristina M, Godoy L, Santos D, et al. Estrogen Receptor- α Polymorphisms and Predisposition to TMJ Disorder. *J Pain*. 2009;10(5):527-33.
 29. Dolwick MF, Katzberg RW, Helms CA. Internal derangements of the temporomandibular joint: Fact or fiction? *J Prosthet Dent*. 1983;49(3):415-8.
 30. Barkin S, Weinberg S. Internal derangements of the temporomandibular joint: The role of arthroscopic surgery and arthrocentesis. *J Can Dent Assoc*. 2000;66(4):199-203.
 31. Larheim TA, Westesson PL, Sano T. Temporomandibular joint disk displacement: Comparison in asymptomatic volunteers and patients. *Radiology*. 2001;218(2):428-32.

32. Blaustein DI, Heffez LB. Arthroscopic atlas of the temporomandibular joint. Philadelphia: Lea & Febiger; 1990.
33. Westesson PL, Katzberg RW, Tallents RH, Sanchez-Woodworth RE, Svensson SA. CT and MR of the temporomandibular joint: Comparison with autopsy specimens. *AJR Am J Roentgenol.* 1987;148(6):1165-71.
34. Graham GS, Ferraro NF, Simms DA. Perforations of the temporomandibular joint meniscus: Arthrographic, surgical, and clinical findings. *J Oral Maxillofac Surg.* 1984;42(1):35-8.
35. Cholitgul W, Peterson A, Rohlin M, Akerman S. Clinical and radiological findings in temporomandibular joints with disc perforation. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1990;19(4):220-5.
36. Kondoh T, Westesson PL, Takahashi T, Seto KI. Prevalence of morphological changes in the surfaces of the temporomandibular joint disc associated with internal derangement. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998;56(3):339-43.
37. Liu XM, Zhang SY, Yang C, Chen MJ, Y Cai X, Haddad Ms, et al. Correlation between disc displacements and locations of disc perforation in the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010;39(3):149-56.
38. Holmlund A, Hellsing G. Arthroscopy of the temporomandibular joint. A comparative study of arthroscopic and tomographic findings. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1988;17(2):128-33.
39. Silva MAG, Pantoja LLQ, Dutra-Horstmann KL, Valladares-Neto J, Wolff FL, Porporatti AL, Guerra ENS, De Luca Canto G. Prevalence of degenerative disease in temporomandibular disorder patients with disc displacement: A systematic review and meta-analysis. *J Craniomaxillofac Surg.* 2020;48(10):942-955.
40. Liu Z, Qian Y, Zhang Y, Fan Y. Effects of several temporomandibular disorders on the stress distributions of temporomandibular joint: a finite element analysis. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2016;19(2):137-43.
41. Wang XD, Zhang JN, Gan YH, Zhou YH. Current understanding of pathogenesis and treatment of TMJ osteoarthritis. *J Dent Res.* 2015;94(5):666-73.
42. Goss AN, Bosanquet AG. The arthroscopic appearance of acute temporomandibular joint trauma. *J Oral Maxillofac Surg.* 1990;48(8):780-3.
43. Hansson T, Oberg T. Arthrosis and deviation in form in the temporomandibular joint. *Acta Odontol Scand.* 1977;35(1-3):167-74.
44. Narinobou M, Takatsuka S, Nakagawa K, Kubota Y, Teria K, Yamamoto E. Histological changes in the rabbit condyle following posterolateral disk perforation. *J Craniomaxillofac Surg.* 2000;28(6):345-51.
45. Lin W, Zhang W, Zhang J, Hu J, Zhu S. Self-repair capability of surgically created incisions in TMJ disc: An experimental study on goats. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014;42(7):1334-40.
46. Li L, Shi H, Xie H, Wang L. MRI assessment and histopathologic evaluation of subchondral bone remodeling in temporomandibular joint osteoarthritis: a retrospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2018;126(4):355-362.

47. Martinez Blanco M, Bagán JV, Fons A, Poveda Roda R. Osteoarthritis of the temporomandibular joint. A clinical and radiological study of 16 patients. *Medicina Oral: Organo Oficial de la Sociedad Espanola de Medicina Oral y de la Academia Iberoamericana de Patologia y Medicina Bucal*. 2004;9(2):110-15, 106-10.
48. Emshoff R, Brandlmaier I, Bertram S, Rudisch A. Magnetic resonance imaging findings of osteoarthritis and effusion in patients with unilateral temporomandibular joint pain. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2002;31(6):598-602.
49. Sano T, Yamamoto M, Okano T. Temporomandibular joint: MR imaging. *Neuroimaging Clin N Am*. 2003;13(3):583-95.
50. Farrar WB. Diagnosis and treatment of anterior dislocation of the articular disc. *N Y J Dent*. 1971;41(10):348-51.
51. Farrar WB, McCarty WL. Inferior joint space arthrography and characteristics of condylar paths in internal derangements of the TMJ. *J Prosthet Dent*. 1979;41(5):548-55.
52. Helms CA, Katzberg RW, Dolwick MF, Bales DJ. Arthrotomographic diagnosis of meniscus perforations in the temporomandibular joint. *Br J Radiol*. 1980;53(628):283-5.
53. Westesson P-L, Bronstein SL. Temporomandibular joint: comparison of single- and double-contrast arthrography. *Radiology*. 1987;164(1):65-70.
54. Larheim TA. Current trends in temporomandibular joint imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995;80(5):555-76.
55. Ma RH, Yin S, Li G. The detection accuracy of cone beam CT for osseous defects of the temporomandibular joint: A systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2016;6:34714.
56. Hilgenberg-Sydney PB, Bonotto DV, Stechman-Neto J, Zwir LF, Pachêco-Pereira C, De Luca Canto G, et al. Systematic review diagnostic validity of CT to assess degenerative temporomandibular joint disease: A systematic review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2018;47(5):20170389.
57. Hussain AM, Packota G, Major PW, Flores-Mir C. Role of different imaging modalities in assessment of temporomandibular joint erosions and osteophytes: A systematic review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008;37(2):63-71.
58. Talmaceanu D, Lenghel LM, Bolog N, Hedesiu M, Buduru S, Rotar H, Baciut M, Baciut G. Imaging modalities for temporomandibular joint disorders: an update. *Clujul Med*. 2018;91(3):280-287.
59. Öğütçen-Toller M, Taşkaya-Yılmaz N, Yılmaz F. The evaluation of temporomandibular joint disc position in TMJ disorders using MRI. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2002;31(6):603-7.
60. Orhan K, Seki U, Rozylo-Kalinowska I. Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging and clinical signs of temporomandibular joint disorders: a 10-year research update review. *Oral Radiol*. 2017;33(2):81-91.
61. Rao VM, Farole A, Karasick D. Temporomandibular Joint Dysfunction: Correlation of MR Imaging, Arthrography, and Arthroscopy. *Radiology*. 1990; 174(3 Pt 1):663-7.

62. Drace J, Enzmann D. Defining the Normal Temporomandibular Joint: Closed-, Partially Open-, and Open-Mouth MR Imaging of Asymptomatic Subjects. *Radiology*. 1990;177(1):67-71.
63. Rammelsberg P, Pospiech PR, Jäger L, Pho Duc JM, Böhm AO, Gernet W. Variability of disk position in asymptomatic volunteers and patients with internal derangements of the TMJ. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1997;83(3):393-9.
64. Limchaichana N, Petersson A, Rohlin M. The efficacy of magnetic resonance imaging in the diagnosis of degenerative and inflammatory temporomandibular joint disorders: a systematic literature review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;102(4):521-36.
65. Scapino RP. Histopathology associated with malposition of the human temporomandibular joint disc. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1983;55(4):382-97.
66. Orhan K, Nishiyama H, Tadashi S, Murakami S, Furukawa S. Comparison of altered signal intensity, position, and morphology of the TMJ disc in MR images corrected for variations in surface coil sensitivity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;101(4):515-22.
67. Salamon NM, Casselman JW. Temporomandibular Joint Disorders: A Pictorial Review. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2020;24(5):591-607.
68. Lieberman JM, Gardner CL, Motta AO, Schwartz RD. Prevalence of bone marrow signal abnormalities observed in the temporomandibular joint using magnetic resonance imaging. *J Oral Maxillofac Surg*. 1996;54(4):434-9.
69. Wahaj A, Hafeez K, Zafar MS. Association of bone marrow edema with temporomandibular joint (TMJ) osteoarthritis and internal derangements. *Cranio*. 2017;35(1):4-9.
70. Larheim TA, Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Moss ME. MR evidence of temporomandibular joint fluid and condyle marrow alterations: Occurrence in asymptomatic volunteers and symptomatic patients. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2001;30(2):113-7.
71. Limchaichana N, Nilsson H, Ekberg EC, Nilner M, Petersson A. Clinical diagnoses and MRI findings in patients with TMD pain. *J Oral Rehabil*. 2007;34(4):237-45.
72. Roh HS, Kim W, Kim YK, Lee JY. Relationships between disk displacement, joint effusion, and degenerative changes of the TMJ in TMD patients based on MRI findings. *J Craniomaxillofac Surg*. 2012;40(3):283-6.
73. Santler G, Kärcher H, Simbrunner J. MR imaging of the TMJ. MR diagnosis and intraoperative findings. *J Craniomaxillofac Surg*. 1993;21(7):284-8.
74. Kuribayashi A, Okochi K, Kobayashi K, Kurabayashi T. MRI findings of temporomandibular joints with disk perforation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;106(3):419-25.
75. Verhelst PJ, Vervaeke K, Orhan K, Lund B, Benchimol D, Coucke W, Van der Cruyssen F, De Laat A, Politis C, Jacobs R. The agreement between magnetic resonance imaging and arthroscopic findings in temporomandibular joint disorders. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2020;25:S0901-5027(20)30413-6.

76. Sano T, Westesson P-L. Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint Increased T2 signal in the retrodiskal tissue of painful joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995;79(4):511-6.
77. Tomas X, Pomes J, Berenguer J, Quinto L, Nicolau C, Mercader JM, et al. MR imaging of temporomandibular joint dysfunction: A pictorial review. *Radiographics.* 2006;26(3):765-81.
78. Wilkes CH. Internal Derangements of the Temporomandibular Joint. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1989;115(4):469-77.
79. Bronstein SL, Merrill R. Clinical Staging for TMJ Internal Derangement application to Arthroscopy. *J Craniomandib Disord Facial Oral Pain.* 1992;6:7-16
80. Dimitroulis G. A new surgical classification for temporomandibular joint disorders. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013;42(2):218-22.
81. Quinn JH, Stover JD. Arthroscopic management of temporomandibular joint disc perforations and associated advanced chondromalacia by discoplasty and abrasion arthroplasty: A supplemental report. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998;56(11 SUPPL. 5):1237-9.
82. Muñoz-Guerra MF, Rodríguez-Campo FJ, Escorial Hernández V, Sánchez-Acedo C, Gil-Díez Usandizaga JL. Temporomandibular joint disc perforation: Long-term results after operative arthroscopy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(4):667-76.
83. Kim JY, Jeon KJ, Kim MG, Park KH, Huh JK. A nomogram for classification of temporomandibular joint disk perforation based on magnetic resonance imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2018;125(6):682-92.
84. Dolwick MF. The role of temporomandibular joint surgery in the treatment of patients with internal derangement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997;83(1):150-5.
85. Annandale T. Displacement of the inter-articular cartilage of the lower jaw, and its treatment by operation. *Lancet.* 1887;VIII:415.
86. Lavi A, Pelled G, Casap N, Gazit D, Gazit Z. Isolation and characterisation of mesenchymal stem cells from the temporomandibular joint. *J Tissue Eng Regen Med.* 2017;11(5):1553-1561.
87. Machoň V, Vir J, Levorová J, Beňo M, Hirjak D, Foltán R. Discectomy with Subsequent Free Fat Flap Insertion in Disc Perforation Therapy of Temporomandibular Joint. Assessment of Results 24 Months after Operation. *Prague Med Rep.* 2020;121(2):96-106.
88. Eriksson L, Westesson PL. Long-term evaluation of meniscectomy of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg.* 1985;43(4):263-9.
89. Holmlund AB, Axelsson S, Gynther GW. A comparison of discectomy and arthroscopic lysis and lavage for the treatment of chronic closed lock of the temporomandibular joint: A randomized outcome study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001;59(9):972-7.
90. Miloro M, Henriksen B. Discectomy as the Primary Surgical Option for Internal Derangement of the Temporomandibular Joint. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(4):782-9.

91. Miloro M, McKnight M, Han MD, Markiewicz MR. Discectomy without replacement improves function in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *J Craniomaxillofac Surg.* 2017;45(9):1425-31.
92. Abramowicz S, Dolwick MF. 20-Year Follow-Up Study of Disc Repositioning Surgery for Temporomandibular Joint Internal Derangement. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(2):239-42.
93. Holmlund AB, Gynther G, Axelsson S. Discectomy in Treatment of Internal Derangement of the Temporomandibular Joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1993;76(3):266-71.
94. Goss AN, Bosanquet AG. Temporomandibular joint arthroscopy. *J Oral Maxillofac Surg.* 1986;44(8):614-7.
95. Leibur E, Jagur O, Mürsepp P, Veede L, Voog-Oras U. Long-term evaluation of arthroscopic surgery with lysis and lavage of temporomandibular joint disorders. *J Craniomaxillofac Surg.* 2010;38(8):615-20.
96. Machoň V, Sedý J, Klíma K, Hirjak D, Foltán R. Arthroscopic lysis and lavage in patients with temporomandibular anterior disc displacement without reduction. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012;41(1):109-13.
97. Cho J, Israel H, Rabizadeh M, Markowitz J. Comparison of Results of Temporomandibular Joint Arthroscopic Surgery in Younger Vs Older Patient Groups. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015;73(9):e20.
98. Martín-Granizo R, Millón-Cruz A. Discopexy using resorbable pins in temporomandibular joint arthroscopy: Clinical and magnetic resonance imaging medium-term results. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016;44(4):479-86.
99. González-García R, Rodríguez-Campo FJ. Arthroscopic lysis and lavage versus operative arthroscopy in the outcome of temporomandibular joint internal derangement: a comparative study based on Wilkes stages. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(10):2513-24.
100. Smolka W, Yanai C, Smolka K, Iizuka T. Efficiency of arthroscopic lysis and lavage for internal derangement of the temporomandibular joint correlated with Wilkes classification. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(3):317-23.
101. Abdelrehem A, Kai HY, Zheng JS, Yang C. Arthroscopic versus open disc repositioning in management of temporomandibular joint internal derangement. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019;48:166.
102. Al-Moraissi EA, Wolford LM, Ellis E, Neff A. The hierarchy of different treatments for arthrogenous temporomandibular disorders: A network meta-analysis of randomized clinical trials. *J Craniomaxillofac Surg.* 2020;48(1):9-23.
103. Machon V, Levorova J, Hirjak D, Drahos M, Foltan R. Temporomandibular joint disc perforation: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;46(11):1411-6.
104. Rigon M, Pereira LM, Bortoluzzi MC, Loguercio AD, Ramos AL, Cardoso JR. Arthroscopy for temporomandibular disorders. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(5):CD006385.

105. Al-Moraissi EA. Open versus arthroscopic surgery for the management of internal derangement of the temporomandibular joint: A meta-analysis of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015;44(6):763-70.
106. Tzanidakis K, Sidebottom AJ. Outcomes of open temporomandibular joint surgery following failure to improve after arthroscopy: is there an algorithm for success? *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2013;51(8):818-21.
107. Abd-Ul-Salam H, Weinberg S, Kryshchalskyj B. The incidence of reoperation after temporomandibular joint arthroscopic surgery: A retrospective study of 450 consecutive joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93(4):408-11.
108. González-García R, Gil-Díez Usandizaga JL, Rodríguez-Campo FJ. Arthroscopic Anatomy and Lysis and Lavage of the Temporomandibular Joint. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2011;19(2):131-44.
109. McCain JP. Principles and practice of temporomandibular Joint Arthroscopy. St. Louis : Mosby-Year Book, c1996.
110. Quinn JH. Arthroscopic and histologic evidence of chondromalacia in the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1990;70(3):387-92.
111. Incesu L, Taşkaya-Yilmaz N, Öğütçen-Toller M, Uzun E. Relationship of condylar position to disc position and morphology. *Eur J Radiol.* 2004;51(3):269-73.
112. Swets JA. Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. *Science.* 1988;240(4857):1285-93.
113. IBM. SPSS Statistics 27.0: Árboles de decisión (Internet). SPSS Inc.: 2018. p. 5. [revisado 20 Ago 2020] Disponible en: <https://www.ibm.com/support/>
114. Brand JW, Whinery JG, Anderson QN, Keenan KM. Condylar position as a predictor of temporomandibular joint internal derangement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989;67(4):469-76.
115. Shen P, Huo L, Zhang SY, Yang C, Cai XY, Liu XM. Magnetic resonance imaging applied to the diagnosis of perforation of the temporomandibular joint. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014;42(6):874-8.
116. Bag AK, Gaddikeri S, Singhal A, Hardin S, Tran BD, Medina JA, et al. Imaging of the temporomandibular joint: An up-date. *World J Radiol.* 2014;6(8):567-82.
117. Yura S, Nobata K, Shima T. Diagnostic accuracy of fat-saturated T2-weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of perforation of the articular disc of the temporomandibular joint. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2012;50(4):365-8.
118. Stratmann U, Schaarschmidt K, Santamaria P. Morphometric investigation of condylar cartilage and disc thickness in the human temporomandibular joint: significance for the definition of osteoarthrotic changes. *J Oral Pathol Med.* 1996;25(5):200-5.
119. Dimitroulis G. The prevalence of osteoarthrosis in cases of advanced internal derangement of the Temporomandibular Joint: A clinical, surgical and histological study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(4):345-9.
120. Martin-Granizo R, Correa-Muñoz DC. Chondromalacia as pathological finding in arthroscopy of the temporomandibular joint: A retrospective study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2018;46(1):82-9.

121. Quinn H. Arthroscopic Management of Temporomandibular Joint Disc Perforations and Associated Advanced Chondromalacia by Discoplasty and Abrasion Arthroplasty. *J Oral Maxillofac Surg.* 1994;52:800-6.
122. Millon-Cruz A, Martín-Granizo R, Encinas A, Berguer A. Relationship between intra-articular adhesions and disc position in temporomandibular joints: Magnetic resonance and arthroscopic findings and clinical results. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015;43(4):497-502.
123. Takaku S, Toyoda T, Sano T, Heishiki A. Correlation of magnetic resonance imaging and surgical findings in patients with temporomandibular joint disorders. *J Oral Maxillofac Surg.* 1995;53(11):1283-8.
124. Kim HG, Kim I, Park KH, Huh JK, Yoon H, Cho N. MRI findings for diagnosis of the temporomandibular joint disc perforation. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2000;26:191-6.
125. Dolan EA, Kim HG, Nokes SR, Vogler JB. Correlation of magnetic resonance imaging and surgical findings in patients with meniscal perforation. *J Craniomandib Disord.* 1989;3(3):174-8.
126. Kellenberger CJ, Junhasavasdikul T, Tolend M, Doria AS. Temporomandibular joint atlas for detection and grading of juvenile idiopathic arthritis involvement by magnetic resonance imaging. *Pediatr Radiol.* 2018;48(3):411-426.
127. Afroz S, Naritani M, Hosoki H, Takechi K, Okayama Y, Matsuka Y. Prevalence of Posterior Disc Displacement of the Temporomandibular Joint in Patients with Temporomandibular Disorders: Systematic Review and Meta-Analyses. *J Oral Facial Pain Headache.* 2018;32(3):277–286.
128. Grossmann E, Remedi MP, Ferreira LA, Carvalho AC. Magnetic Resonance Image Evaluation of Temporomandibular Joint Osteophytes: Influence of Clinical Factors and Artrogenics Changes. *J Craniofac Surg.* 2016;27(2):334-8.
129. Toshima H, Ogura I. Characteristics of patients with temporomandibular joint osteoarthritis on magnetic resonance imaging. *J Med Imaging Radiat Oncol.* 2020;64(5):615-619.
130. Embree MC, Iwaoka GM, Kong D, Martin BN, Patel RK, Lee AH, et al. Soft tissue ossification and condylar cartilage degeneration following TMJ disc perforation in a rabbit pilot study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2015;23(4):629-39.
131. Emshoff R, Brandlmaier I, Schmid C, Bertram S, Rudisch A. Bone marrow edema of the mandibular condyle related to internal derangement, osteoarthritis, and joint effusion. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003;61(1):35-40.
132. Thomas N, Harper DE, Aronovich S. Do signs of an effusion of the temporomandibular joint on magnetic resonance imaging correlate with signs and symptoms of temporomandibular joint disease? *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2018;56(2):96-100.
133. Larheim TA, Westesson PL, Sano T. MR grading of temporomandibular joint fluid: Association with disk displacement categories, condyle marrow abnormalities and pain. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2001;30(2):104-12.
134. Güler N, Uçkan S, Imirzalioglu P, Açikgözoğlu S. Temporomandibular joint internal derangement: Relationship between joint pain and MR grading of

- effusion and total protein concentration in the joint fluid. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2005;34(3):175-81.
135. Huh JK, Kim HG, Ko JY. Magnetic resonance imaging of temporomandibular joint synovial fluid collection and disk morphology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;95(6):665-71.
 136. Yura S, Nobata K, Shima T. Hyperintensity signal in the joint space of the temporomandibular joint on fat-saturated T2-weighted magnetic resonance imaging. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2010;48(8):621-3.
 137. Ogasawara T, Kitagawa Y, Ogawa T, Yamada T, Kawamura Y, Sano K. Inflammatory change in the upper joint space in temporomandibular joint with internal derangement on Gadolinium-enhanced MR imaging. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2002;31(3):252-6.
 138. Toyama M, Kurita K, Koga K, Rivera G. Magnetic resonance arthrography of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg.* 2000;58(9):978-83.
 139. Yang C, Zhang SY, Wang XD, Fan XD. Magnetic resonance arthrography applied to the diagnosis of intraarticular adhesions of the temporomandibular joint. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(7):733-8.
 140. Venetis G, Pilavaki M, Triantafyllidou K, Papachristodoulou A, Lazaridis N, Palladas P. The value of magnetic resonance arthrography of the temporomandibular joint in imaging disc adhesions and perforations. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011;40(2):84-90.
 141. Manoliu A, Spinner G, Wyss M, Erni S, Ettlin DA, Nanz D, Ulbrich EJ, Gallo LM, Andreisek G. Quantitative and qualitative comparison of MR imaging of the temporomandibular joint at 1.5 and 3.0 T using an optimized high-resolution protocol. *Dentomaxillofac Radiol.* 2016;45(1):20150240.
 142. Bristela M, Skolka A, Eder J, Szomolanyi P, Weber M, Piehslinger E, Schmid-Schwab M, Trattng S. T2 mapping with 3.0 T MRI of the temporomandibular joint disc of patients with disc dislocation. *Magn Reson Imaging.* 2019;58:125-134.

ANEXO 1. FICHA DE RECOGIDA DE DATOS EN ARTROSCOPIA.

ARTROSCOPIA DE LA A.T.M.

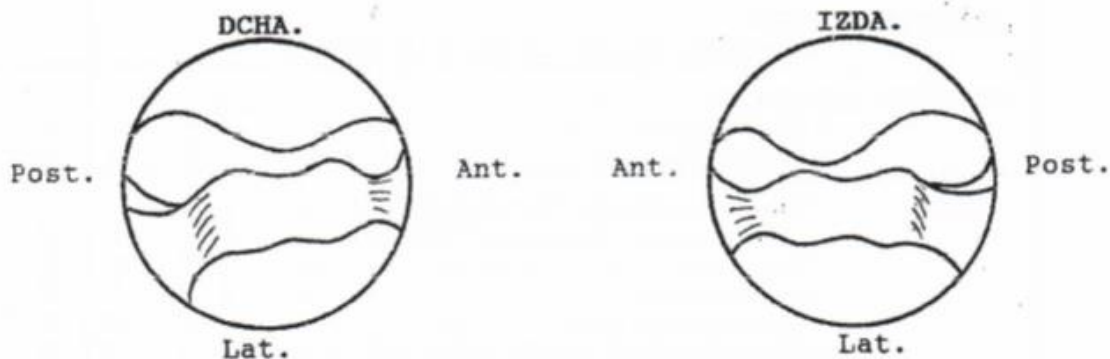
NHC:..... NOMBRE:.....

DIAGNOSTICO:.....

Fecha:...../...../.....

	DCHA.	IZDA.
- Reartroscopia:	S - N	S - N
SINOVIAL: -Normal:.....	S - N	S - N
-Fibrilación:.....	S - N	S - N
-Hipervascularización:.....	S - N	S - N
-Sinovitis (I-II-III-IV):.....		
TEJIDO RETRODISCAL:		
-Hipervascularización:.....	S - N	S - N
-Redundante:.....	S - N	S - N
-Perforado:.....	S - N	S - N
DISCO ARTICULAR:		
-Roofing (%):.....		
-Normal:.....	S - N	S - N
-Deslustrado:.....	S - N	S - N
-Deformado:.....	S - N	S - N
-Perforado:.....	S - N	S - N
-Desplazado (D) /Reducido (R):.....		
FIBROCARTILAGO:		
-Condromalacia (I-II-III-IV):..		
CAPSULA ARTICULAR:		
-Fibrótica:.....	S - N	S - N
-Retraída:.....	S - N	S - N
HUESO:		
-Visible (V) /No Visible (NV):....		
-Fragmentos desprendidos:.....	S - N	S - N
-Rugoso:.....	S - N	S - N
-Osteofitos:.....	S - N	S - N
-Osteoartritis:.....	S - N	S - N
-Hipertrofia tubérculo lat.:....	S - N	S - N
ESPACIO LIBRE:		
-Normal:.....	S - N	S - N
-Adherencias:.....	S - N	S - N
-Obliteración:		
+Receso anterior:.....	S - N	S - N
+Receso posterior:.....	S - N	S - N
-Cuerpos libres:.....	S - N	S - N
LAVADO ARTICULAR CON _____ :	CC	CC
TRIANGULACION:	S - N	S - N
LISIS DE ADHERENCIAS:		
-Sweeping sin visión:.....	S - N	S - N
-Con visión directa:.....	S - N	S - N
ELECTROCOAGULACION:		
-De sinovitis:.....	S - N	S - N
-De tejido retrodiscaI:.....	S - N	S - N

	DCHA.	IZDA.
FOGARTY: - Por sangrado:.....	S - N	S - N
- Para recapturación:.....	S - N	S - N
DESINSERCIÓN ANTERIOR:	S - N	S - N
SUTURA MENISCAL:	S - N	S - N
ESCLEROSIS TEJ. RETRODISCAL:	S - N	S - N
HIALURONATO SODICO (c.c.):		
CORTICOIDES:		
-Intraarticular (IA)/Subsinovial (SS):..		
DESBRIDAMIENTO CON MOTOR:	S - N	S - N
COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS:		
-Extravasación suero:.....	S - N	S - N
-Sangrado intraarticular:.....	S - N	S - N
-Rotura de instrumentos:.....	S - N	S - N
-Lesión C.A.E.:.....	S - N	S - N
VIAS UTILIZADAS:		
-Posterolateral:.....	S - N	S - N
-Anterolateral:.....	S - N	S - N
-Endaural:.....	S - N	S - N
¿ SE ENTRO EN ESPACIO INFERIOR ?:	S - N	S - N
¿ SE ENTRO EN ARTICULACION ?:	S - N	S - N
INTENTOS DE ENTRADA: (1, 2, Varios):		
DURACION DE LA ARTROSCOPIA (minutos):		



A: Adherencias	H: Hipervascularización
C: Condromalacia	P: Perforación
F: Fibrilación	S: Sinovitis

OBSERVACIONES: