

VNIVERSITAT VALÈNCIA

FACULTAT D'INFERMERIA I PODOLOGIA

PROGRAMA DE DOCTORAT EN INFERMERIA



REVISIÓN SISTEMÁTICA Y METAANÁLISIS DE LAS EVIDENCIAS CIENTÍFICAS SOBRE LA RELACIÓN ENTRE VARIABLES METEOROLÓGICAS Y ARTROSIS

TESIS DOCTORAL

Presentada por

Carmen Román Ortiz

Dirigida por:

Dr Ferran Ballester Diez
Dr José María Tenías Burillo

Valencia, Mayo2017

Don Ferran Ballester Diez, Doctor en Medicina y Profesor Titular del
Departament d'Infermeria de la Universitat de València.

Don José María Tenías Burillo, Doctor en Medicina y Adjunto de
Medicina Preventiva en el Hospital Pare Jofré.

CERTIFICAN:

Que la presente memoria “Revisión sistemática y metaanálisis de las evidencias científicas sobre la relación entre variables meteorológicas y artrosis”, corresponde al trabajo realizado bajo su dirección por **Dña. Carmen Román Ortiz** y constituye su Tesis para optar al grado de Doctor.

Y para que conste y en cumplimiento de la legislación vigente, firman el presente certificado en Valencia, a 14 de Junio de dos mil diecisiete.

Fdo. Ferran Ballester Diez

Fdo: José María Tenías Burillo

RESUMEN

Revisión sistemática de las evidencias científicas sobre la relación entre variables meteorológicas y artrosis

por Carmen Román Ortiz

Tesis presentada sobre la asociación entre el tiempo atmosférico y los síntomas reumáticos.

Los pacientes atribuyen un incremento del dolor en las articulaciones cuando hay cambios meteorológicos. Desde el siglo pasado se han realizado estudios al respecto sin resultados concluyentes, pero la creencia en esta relación es fuerte.

El objetivo de esta revisión es localizar, evaluar críticamente y sintetizar los resultados de los estudios que han recogido datos de cómo el grado de dolor se ve modificado por variables meteorológicas en los pacientes diagnosticados de artrosis.

Buscamos en las fuentes de información adecuadas. Se identificaron 16 estudios relevantes, se valoró su calidad y se sintetizaron sus resultados. Se realizó un análisis individual y un análisis agregado de los datos.

Algunos resultados apoyan la afirmación de los pacientes de que las variables atmosféricas influyen en sus síntomas. Las temperaturas bajas, la humedad y la presión atmosférica son las tres características más asociadas al aumento del dolor.

El resultado del análisis agregado ha sido que cuando la temperatura desciende y la humedad relativa y la presión atmosférica aumentan la percepción de dolor en las articulaciones es mayor. Sin embargo, la

contribución de estas variables en la severidad de los síntomas de la artrosis no se considera de relevancia clínica.

La creencia de la presencia de asociación entre el tiempo meteorológico y el dolor de las articulaciones es mayor que la asociación estadística encontrada en los estudios realizados.

A pesar de la opinión de que el tiempo atmosférico puede afectar a los síntomas de los pacientes con artrosis, en esta revisión los resultados no prueban o descartan la presencia de asociación entre el dolor y el tiempo atmosférico.

Serán necesarios más estudios con un buen diseño metodológico para comprender la verdadera asociación entre el tiempo meteorológico y el dolor de las articulaciones.

Palabras clave: artrosis, dolor, tiempo atmosférico.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a Chema y Ferran por su colaboración en la preparación de este trabajo. Gracias también a mi familia por su valioso apoyo.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	3
ARTROSIS	4
<i>Introducción y definición</i>	4
<i>Patogénesis</i>	4
<i>Incidencia y prevalencia de la artrosis</i>	6
<i>Factores de riesgo de la artrosis</i>	8
<i>Clínica</i>	13
<i>Pronóstico</i>	17
<i>Diagnóstico</i>	19
<i>Evaluación del paciente con artrosis</i>	30
<i>Tratamiento de la artrosis</i>	33
<i>Impacto de la artrosis</i>	41
METEOROLOGÍA	46
<i>Introducción</i>	46
<i>Variables meteorológicas</i>	48
<i>Estación meteorológica</i>	58
<i>Previsión del tiempo</i>	60
ASOCIACIÓN ENTRE EL TIEMPO ATMOSFÉRICO Y LAS ENFERMEDADES	61
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	66
<i>Hipótesis</i>	67
<i>Objetivos</i>	67
MATERIAL Y MÉTODOS	68
<i>Criterios de inclusión</i>	69
<i>Selección de las fuentes de información</i>	70
<i>Estrategia de búsqueda</i>	70
<i>Identificación de documentos relevantes</i>	71
<i>Evaluación de la calidad</i>	72
<i>Descripción de los estudios</i>	73
<i>Análisis de los datos</i>	74
RESULTADOS	76
<i>Análisis a nivel individual</i>	96
<i>Metaanálisis</i>	100
DISCUSIÓN	104
CONCLUSIONES	125
ANEXO	129
<i>Propuesta metodológica</i>	129
<i>Publicaciones relacionadas con la tesis</i>	131
BIBLIOGRAFÍA	132

LISTADO DE ABREVIATURAS

ACR American College of Rheumatology
AINEs antiinflamatorios no esteroideos
B coeficiente de regresión
DE desviación estándar
EULAR Liga Europea Contra el Reumatismo
EVA escala visual analógica
HADS-D Hospital Anxiety Depression Scale
HAQ Health Assessment Questionnaire
HI índice de calor
HR humedad relativa
IC intervalo de confianza
JCOP Johnston County Osteoarthritis Project
KL Kellgren y Lawrence
NICE National Institute for Health and Care Excellence
OARSI Osteoarthritis Research Society International
OMERACT Outcome Measures in Rheumatology Clinical Trials
OMS Organización Mundial de la Salud
PA_t presión atmosférica
PMN polimorfonucleares
r coeficiente de correlación
R² tasa de contribución
RCV riesgo cardiovascular
SACRAH Score for the Assessment and Quantification of Chronic Rheumatoid Affections of the Hands
SF-12 12-item short-form health survey
SMR tasa de mortalidad estandarizada
SYSADOAS Symptomatic Slow Action Drugs for Osteoarthritis
Temp temperatura
TTO tratamiento
VSG velocidad de sedimentación globular
WMO Organización Meteorológica Mundial
WOMAC Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index
WS weather sensitivity

INTRODUCCIÓN

Artrosis

INTRODUCCIÓN Y DEFINICIÓN

La artrosis es una enfermedad degenerativa de las articulaciones, que afecta principalmente el cartílago articular y se asocia con el envejecimiento.

Fue definida por la OMS en 1995(1) como un proceso degenerativo articular que se produce como consecuencia de fenómenos mecánicos y biológicos que desestabilizan el equilibrio entre la síntesis y la degradación del cartílago articular. El elemento central es la degeneración del cartílago articular, asociado a una dificultad en su regeneración, una reacción del hueso subcondral y una sinovitis secundaria.

Se trata de un grupo heterogéneo de condiciones que conducen a síntomas y signos articulares.

La artrosis afecta a todas las estructuras de la articulación, incluyendo el hueso subcondral, los meniscos, los ligamentos, la cápsula articular, la membrana sinovial y el músculo periarticular, sin efectos sistémicos, y se caracteriza clínicamente por la presencia de dolor y limitación de la función articular, crepitación y posible derrame. Actualmente, algunos autores consideran la artrosis como un síndrome o como un grupo heterogéneo de procesos.

PATOGÉNESIS

La artrosis se debe a un fracaso del cartílago articular inducido por una compleja interacción de factores genéticos, metabólicos, bioquímicos, y factores biomecánicos con componentes secundarios de inflamación. El proceso implica procesos interactivos de degradación y reparación de cartílago, hueso y membrana sinovial.

En la actualidad se considera a la articulación como un solo órgano, una unidad funcional integrada por diferentes tejidos, principalmente el cartílago, la membrana sinovial y el hueso subcondral, todos ellos implicados en la etiopatogenia de la artrosis, que presenta tres manifestaciones fundamentales: sinovitis, destrucción del cartílago y alteraciones en el hueso subcondral (remodelado óseo con esclerosis subcondral, osteofitos y osteonecrosis focal).

Se cree que hay dos posibles mecanismos que inician la artrosis. En la mayoría de los pacientes el mecanismo inicial es el daño en el cartílago articular debido a fuerzas físicas, y puede ser debido a un evento aislado o por microtraumatismos repetidos. Los condrocitos reaccionan al daño produciendo enzimas de degradación y una inadecuada respuesta de reparación. Un segundo mecanismo se daría en el caso de un cartílago inicialmente defectuoso, donde se produce un daño bajo la carga normal de la articulación, dando lugar a una artrosis (2).

El inicio del proceso de la artrosis se debe a un desequilibrio entre las fuerzas biomecánicas y el cartílago. Una vez que empieza, el camino que lleva a una artrosis implica a otros factores: mecanotransducción; juego entre proteasas, inhibidores de las proteasas y citoquinas en los mecanismos de degradación y reparación del cartílago; y factores de riesgo (obesidad, edad, hormonas,...).

La artrosis no se define clásicamente como una enfermedad inflamatoria, como la artritis reumatoide. Sin embargo, muchos estudios han demostrado la presencia de algún grado de inflamación tanto en las etapas tempranas como en las posteriores (3). Cierta evidencia sugiere un papel de la activación del complemento en la patogénesis de la artrosis. Es probable que el sistema del complemento estimule a los mediadores inflamatorios y a las enzimas que degradan el cartílago (4).

Los cambios en la regulación circadiana pueden desempeñar un papel en la patogénesis de la artrosis y las enfermedades articulares. Varios procesos fisiológicos en el cartílago demuestran variación diurna, incluyendo la

actividad mitótica en la placa de crecimiento y la mineralización. Los modelos animales con mutaciones en los genes del reloj circadiano han demostrado alteración en la regulación del volumen óseo, retraso del crecimiento de los huesos largos, y aumento de la susceptibilidad a la artritis inflamatoria (5). Hallazgos similares relacionados con alteraciones en la regulación circadiana se han observado en pacientes. Los pacientes con artrosis y artritis reumatoide muestran un ritmo circadiano en la severidad del dolor y la rigidez, y en el grado de destreza manual (6).

INCIDENCIA Y PREVALENCIA DE LA ARTROSIS

Es difícil calcular la incidencia de la artrosis debido a los problemas en definir la artrosis y cómo determinar su inicio. Se estima que la incidencia de la artrosis es mayor en mujeres que en hombres para todos los grupos de edad. Para las mujeres, la mayor incidencia se da entre los 65 y 74 años alcanzando el 13.5 por 1000 habitantes año. Para los hombres la mayor incidencia es en los mayores de 75 años (aproximadamente 9 por 1000 habitantes año).

La prevalencia de la artrosis aumenta indefinidamente con la edad, ya que es una condición no reversible. A nivel mundial se estima que el 9.6% de los hombres y el 18% de las mujeres mayores de 60 años tienen una artrosis sintomática. En estudios radiográficos realizados en Estados Unidos y Europa, la población de mayores de 45 años muestra mayores tasas de artrosis de rodilla: 14.4% en hombres y 22.8% en mujeres.

En general, la artrosis es más prevalente en Europa y Estados Unidos que en otras partes del mundo. Se estima que aproximadamente 27 millones de adultos en Estados Unidos y 8,5 millones de adultos en Reino Unido tienen artrosis clínica definida por los síntomas y los hallazgos físicos (7,8).

La edad es el predictor más fuerte de desarrollo y progresión de la artrosis radiológica. La prevalencia de la artrosis aumenta con la edad, un 13.9% de los

adultos de 25 años o más tiene una artrosis clínica de al menos una articulación, mientras que el 33,6% de los adultos mayores de 65 años tienen artrosis (9).

La artrosis se define a menudo sobre la base de evaluaciones radiográficas convencionales, tales como el grado de Kellgren y Lawrence. Una artrosis sintomática indica la presencia de los síntomas de artrosis en una articulación atribuibles a una artrosis radiológica, y por tanto su prevalencia es menor que la artrosis radiológica. La prevalencia de artrosis de rodilla radiológica fue del 19% en el estudio Framingham y la prevalencia de artrosis de rodilla sintomática del 9% (10). En base a los datos del JCOP (Johnston County Osteoarthritis Project) (11,12) la prevalencia de artrosis sintomática de rodilla en los adultos mayores de 45 años es de 17% y la artrosis sintomática de cadera está presente en un 10% de la cohorte.

Hay diferencias raciales o étnicas en la prevalencia de la artrosis. En el proyecto Johnston County Osteoarthritis, los hombres afroamericanos tenían mayor prevalencia de artrosis radiológica de cadera que los hombres caucásicos (32.2% frente a 23.8%), mientras que no se encontró diferencia entre las mujeres afroamericanas y caucásicas (40.3% frente a 39.4%). En el estudio Beijing Osteoarthritis Project, la artrosis de mano y cadera fue menos prevalente entre los chinos que en los caucásicos, pero la artrosis de rodilla fue más prevalente entre las mujeres chinas que entre las mujeres caucásicas (46.6% frente a 34.8%) (13–15).

El riesgo de desarrollar a lo largo de la vida una artrosis de rodilla sintomática se estima en un 45% (40% en hombres y 47% en mujeres), y el riesgo aumenta a 60,5% entre las personas obesas, que es aproximadamente el doble de riesgo de los que son de peso normal o tienen bajo peso (16). Con el envejecimiento de la población y el aumento de la obesidad, se espera que la prevalencia de artrosis tienda a subir. De hecho, se ha observado un incremento de la prevalencia en los últimos 20 años en la cohorte de

Framingham, aumentando un 4,1% en mujeres y un 6% en hombres, sin un aumento paralelo concomitante de la prevalencia de la artrosis radiológica.

En España, la artrosis afecta al 10% de la población general, representando casi la cuarta parte del total de pacientes atendidos en las consultas de los reumatólogos. Según el estudio EPISER (17) de la Sociedad Española de Reumatología, la artrosis sintomática de rodilla tiene una prevalencia puntual del 10,2% (IC95% 8.5-11.9) (el 14% en mujeres y el 5,7% en varones) y la artrosis de mano del 6,2% (IC95% 5.9-6.5) (el 9,5% en mujeres y el 2,3% en varones).

FACTORES DE RIESGO DE LA ARTROSIS

La artrosis es el resultado de una combinación compleja de múltiples factores. En diversos estudios epidemiológicos la artrosis se ha asociado a la edad, a la ocupación, o a los traumatismos. Estas asociaciones son fuertes en el caso de artrosis de rodilla o manos, pero más leves en la artrosis de cadera (18).

La artrosis es una enfermedad de etiología multifactorial, con diferentes factores de riesgo que se pueden dividir en factores de riesgo a nivel de la persona y factores de riesgo a nivel de la articulación (Figura 1).

EDAD

La edad avanzada es el factor de riesgo más importante para la artrosis. La asociación entre el envejecimiento y la artrosis es muy fuerte, pero el mecanismo que subyace a esta asociación es incierto. Puede estar relacionado con los cambios sistémicos del envejecimiento, como la pérdida de masa muscular, la disminución de los niveles hormonales y las alteraciones en la propiocepción .

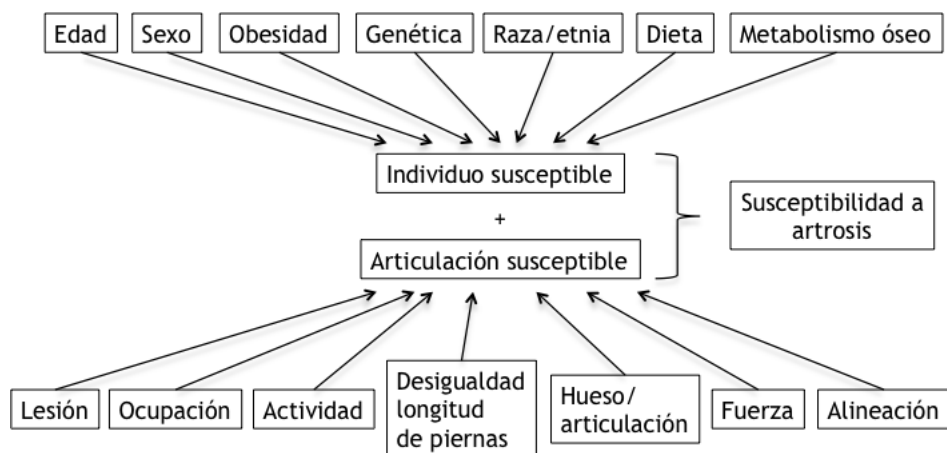


Figura 1. Los factores de riesgo potenciales para la susceptibilidad a la artrosis y su progresión. Adaptado de Neogi & Zhang 2013 (19).

También parece ser una respuesta de estrés al envejecimiento que promueve un estado proinflamatorio y disminución de la autofagia. Otro vínculo posible puede ser una disminución en el número de condrocitos en el cartílago articular relacionada con la edad. Los condrocitos muestran un declive en la capacidad proliferativa y sintética relacionado con la edad. Los condrocitos y su matriz son menos capaces de mantenerse a sí mismos con la edad.

SEXO

El sexo femenino está asociado con mayor prevalencia y mayor severidad de la artrosis (20). Numerosos estudios han demostrado la asociación entre el sexo femenino y la aparición de artrosis. Se calcula un riesgo relativo de 2,6 ajustado por la edad, el peso y el tabaquismo (21). También se conoce que la evolución en las mujeres es más rápida y que en mayor número precisan reemplazo de la articulación.

El aumento de prevalencia e incidencia de la artrosis en la menopausia lleva a la hipótesis del papel que los estrógenos pueden tener en la artrosis, ya que la pérdida de estrógenos desenmascara los síntomas de la artrosis debido a un aumento de la sensibilidad al dolor. Aunque los resultados de los estudios realizados sobre el efecto de los estrógenos en la artrosis son contradictorios (22–24).

Las razones del riesgo aumentado de artrosis en las mujeres no están aclaradas, puede estar relacionado con las hormonas, la genética, u otros factores indeterminados.

OBESIDAD

La obesidad es el factor de riesgo modificable más importante para la artrosis. El riesgo varía según la articulación, la asociación es más fuerte para las rodillas y las manos pero menos consistente para la cadera. Cualquier pérdida de peso, aunque modesta, proporciona beneficio en la reducción del riesgo (25). Los obesos o con sobrepeso tienen 2.96 veces más riesgo de desarrollar artrosis de rodilla en comparación con aquellos con peso adecuado (IC 95% 2.56-3.43) (26).

El efecto de la obesidad en el dolor puede ser doble, a través de un efecto mecánico y a través de un efecto sistémico (metabólico o inflamatorio):

- En las extremidades inferiores el efecto del exceso de peso en los síntomas se debe a la carga mecánica. Diversos trabajos han estudiado el efecto que tiene la modificación del peso en el dolor de la artrosis. Hay menor riesgo de desarrollar una artrosis sintomática de rodilla entre las mujeres que pierden 5Kg o más (27). Una reducción del 10% del peso reduce el dolor, y se ve mayor efecto en la reducción del dolor si la pérdida de peso es mayor (28). La ganancia de peso incrementa el dolor significativamente viéndose una relación dosis-respuesta entre el cambio en el peso y el cambio en el dolor (29).

- La artrosis no se define como una enfermedad inflamatoria, aunque hay estudios que demuestran la presencia de algún grado de inflamación, e incluso es probable que el sistema del complemento juegue un papel en la degradación del cartílago. La obesidad es una inflamación sistémica de bajo grado y está relacionada con el desarrollo de la artrosis (30). Los cambios bioquímicos asociados con la obesidad podrían acelerar aún más la artrosis más allá del efecto de aumento de carga.

DENSIDAD ÓSEA

Estudios realizados en mujeres han demostrado que tener mayor densidad ósea se asocia a mayor riesgo de artrosis(31).

OCUPACIÓN

El mecanismo subyacente en la relación entre la artrosis y la ocupación no está claro, pero incluye la carga de la articulación y los daños repetidos a lo largo del tiempo.

El uso repetitivo de la articulación predispone a la artrosis. Aquellos trabajos que requieren estar en cuclillas o arrodillarse se asocian con un aumento de riesgo de artrosis de rodilla, sobretodo en aquellos individuos con sobrepeso o en aquellos trabajos que requieran cargar o levantar peso (32). La artrosis de mano y cadera también se han asociado a trabajos físicos. Hay una asociación en el aumento de la incidencia de la coxartrosis en pacientes que han trabajado en la agricultura y en los que permanecen de pie más de dos horas diarias, aunque no se ha encontrado ninguna asociación con los trabajadores de la construcción y tampoco con los deportes realizados. Las ocupaciones que requieren destreza manual se han asociado a artrosis de mano.

A pesar de estas asociaciones, no está claro el papel que tiene cambiar de oficio en el riesgo de artrosis.

ACTIVIDAD FÍSICA

La interacción entre el ejercicio y la artrosis de las articulaciones de carga es compleja. El ejercicio puede prevenir, causar, acelerar, o tratar la artrosis.

Si el efecto directo del ejercicio es beneficioso o perjudicial para la salud del cartílago que soporta la carga parece relacionado con la magnitud y duración del estímulo físico que sienten los condrocitos dentro del cartílago. Estas tensiones externas aplicadas se ven modificadas por varios factores:

- la integridad de la matriz extracelular
- la fuerza y la activación refleja de los grupos musculares de apoyo
- el sistema propioceptivo de la extremidad afectada
- la rigidez relativa del hueso subcondral
- la presencia de cualquier anomalía de alineación (por ejemplo, genu varo o valgo) o estructura (por ejemplo, laxitud ligamentosa o ausencia de menisco).

Por lo tanto, varios factores dentro y fuera de una articulación de carga pueden alterar considerablemente el impacto producido por una actividad determinada o ejercicio antes de su percepción por parte de los condrocitos dentro de esa articulación.

La actividad física puede tener beneficios para las articulaciones porque ayudan a reforzar la musculatura periarticular que estabiliza la articulación, pero puede potencialmente ser perjudicial debido a la carga de la articulación, sobretodo si ya es vulnerable debido a otros factores de riesgo. Los estudios en población general que realiza actividad física habitual no se asocia con mayor incidencia de artrosis, mientras que el ejercicio vigoroso parece asociado con aumento del riesgo de artrosis.

GENÉTICA

Los factores genéticos están implicados en el desarrollo de la artrosis. Se estima que la influencia de los factores genéticos en la artrosis es de 39-65 %, independientemente del ambiente y de los factores demográficos.

CONDICIONES METABÓLICAS

Las condiciones metabólicas, sobretudo aquellas que se asocian al depósito de calcio, pueden influir en el desarrollo de artrosis, como la enfermedad por depósitos de cristales de calcio, la condrocalcinosis o la acromegalia.

CLÍNICA

El síntoma principal asociado con la artrosis es el dolor, que normalmente se ve agravado por la actividad y se alivia con el reposo. Con la enfermedad más avanzada, el dolor aparece cada vez con menos actividad, y con el tiempo ocurre en reposo y durante la noche. Los incrementos episódicos en el dolor y la inflamación sugieren sinovitis causada por depósito de cristales o traumatismos. Algunos pacientes atribuyen la fluctuación de sus síntomas a los cambios en el clima, pero la evidencia de los efectos de las variaciones en la presión barométrica, precipitación, y la temperatura exterior está en conflicto (33–35).

El dolor en la artrosis no está causado directamente por el daño del cartílago ya que el cartílago es aneural. Por ello, los cambios radiológicos artrósicos se observan a menudo en los pacientes sin síntomas, cuando los estudios de imagen se solicitan por otra razón.

La rigidez es también una queja común en los pacientes con artrosis. La rigidez matutina normalmente dura menos de treinta minutos, pero puede reaparecer después de períodos de inactividad, un fenómeno denominado gelificación articular.

Varios hallazgos objetivos pueden estar presentes en el examen físico del paciente con artrosis:

- . Sensibilidad a la palpación de las articulaciones afectadas, asociada o no a signos de inflamación.
- . Derrame articular, que por lo general presenta una pleocitosis leve, viscosidad normal y proteína elevada modestamente.
- . Crepitación, es un hallazgo común y es probablemente debido a la interrupción de la superficie, normalmente lisa, de las articulaciones.
- . Osteofitos, que son ampliaciones óseas en la periferia de la articulación.

Se puede distinguir entre pacientes con una artrosis no inflamatoria frente a una artrosis inflamatoria (Tabla 1). Esta distinción es particularmente útil en el tratamiento. Tanto la artrosis inflamatoria como la no inflamatoria pueden ser poliarticular, oligoarticular, o monoarticular.

Los pacientes con artrosis no inflamatoria generalmente tienen dolor y quejas relacionadas con la discapacidad como únicos síntomas. Los hallazgos físicos en las articulaciones afectadas incluyen sensibilidad, prominencias óseas, y crepitación.

Los pacientes con artrosis inflamatoria se quejan de hinchazón articular, rigidez matutina que dura más de 30 minutos y dolor nocturno. Los signos de inflamación incluyen derrame articular en la exploración o la radiografía, aumento de temperatura a la palpación de la articulación, y sinovitis en la exploración artroscópica.

Tabla 1. Principales diferencias entre el dolor de origen mecánico e inflamatorio

Mecánico	Inflamatorio
Empeora con el ejercicio	Mejora con la deambulación
Mejora con el reposo	Empeora con el reposo
Raro por la noche	Dolor nocturno
Inicio brusco	Inicio insidioso
Sin síntomas de afectación orgánica	Afectación del estado general
Rigidez matinal de menos de 30 minutos	Rigidez matinal de más de 30 minutos

Muchas de las manifestaciones clínicas características de la artrosis se relacionan con las articulaciones implicadas. La artrosis no afecta a todas las articulaciones por igual; tiene predilección por dedos, rodilla, cadera y columna vertebral, y rara vez afecta a codo, muñeca y tobillo.

DOLOR

Una proporción sustancial de adultos experimentarán dolor relacionado con la artrosis durante su vida, además, las personas con artrosis en una articulación a menudo tienen artrosis en otras articulaciones, con la consiguiente mayor carga de enfermedad. La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (International Association for the Study of Pain) define el dolor como “una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con daño tisular real o potencial” (36). Es un fenómeno subjetivo complejo donde cada individuo tiene una percepción única influenciada por factores biológicos, psicológicos y sociales.

A diferencia de otras muchas condiciones de dolor donde la lesión subyacente se cura o se resuelve, la artrosis es una enfermedad que no se resuelve. Por lo tanto, la artrosis se acompaña típicamente de dolor crónico.

La experiencia del dolor en las personas con artrosis ha sido evaluada en diferentes estudios cualitativos. El primer estudio cualitativo centrado en el dolor y la angustia relacionada, así como los cambios en el dolor a través del tiempo fue realizado por Hawker et al (37) donde individuos con artrosis identificaron dos tipos de dolor: uno que era intermitente pero en general grave e intenso, y otro que era un dolor persistente o de fondo.

En el dolor relacionado con la artrosis podemos diferenciar unas primeras etapas de dolor relacionado con la actividad que se caracteriza porque se hace cada vez más constante en el tiempo y es un dolor intenso intermitente. Posteriormente se produce una disminución de la actividad en un intento de evitar la activación de tales episodios. El dolor más intenso pero menos frecuente, que va y viene (intermitente) tiene mayor impacto en la calidad de vida que el dolor de fondo (constante).

El dolor tiene efectos negativos sobre el estado de ánimo, la participación en actividades sociales y recreativas, y el sueño.

Además de los conceptos de dolor intermitente y constante, la intensidad del dolor diario varía ampliamente a pesar de que las razones subyacentes de esta variación no son bien comprendidas.

La calidad del dolor también varía y las personas con artrosis utilizan diferentes descriptores como ardor, hormigueo, entumecimiento, sensación de agujas. Tales descriptores sugieren que el dolor neuropático puede contribuir a la experiencia del dolor en la artrosis, aunque no se han identificado lesiones nerviosas específicas.

Teniendo en cuenta la variación en la intensidad, la frecuencia y la calidad del dolor en la artrosis, es poco probable que una sola pregunta capte adecuadamente la experiencia completa del dolor.

De acuerdo con el reconocimiento de la naturaleza multidimensional del dolor, la iniciativa IMMPACT (Initiative on Methods, Measurements and Pain Assessment in Clinical Trials) (38,39) recomienda 6 dominios principales y medidas asociadas que deben ser considerados en el estudio de cualquier tipo de dolor crónico en los ensayos clínicos: dolor (intensidad y uso de analgesia de rescate), funcionamiento físico (enfocado en la interferencia del dolor), funcionamiento emocional, calificaciones de los participantes de la mejora y la satisfacción con el tratamiento, los síntomas y los efectos adversos, y la disposición de los participantes. Otros dominios relacionados con el dolor de la artrosis incluyen la predisposición genética, la experiencia previa, las expectativas sobre el tratamiento farmacológico, el estado de ánimo y el ambiente sociocultural.

Los factores psicológicos están relacionados con el dolor en la artrosis. Mientras que la ansiedad, la depresión y los sentimientos negativos se asocian con el dolor de la artrosis, la dirección de la causalidad en esta asociación es difícil de discernir. La fluctuación en el dolor se ha asociado a la fluctuación en los factores psicológicos, pero es difícil diferenciar si el estado de ánimo influye en el dolor o viceversa (40). Existen complejas interrelaciones ya que el dolor contribuye a la limitación funcional y la fatiga, que a su vez contribuyen a un estado de ánimo deprimido y a mayor dolor y peor función (41).

PRONÓSTICO

La enfermedad es generalmente lenta y progresiva. El curso de la enfermedad progresiva suele ser de empeoramiento intermitente, o una inexorable disminución lineal en la función.

El pronóstico parece diferir según la articulación afectada.

- En la artrosis de las manos, la edad parece ser el factor de riesgo más fuerte para la progresión.
- En la artrosis de cadera, los factores de riesgo para la progresión a reemplazo total de cadera son el sexo femenino, el dolor nocturno, y una capacidad funcional basal baja.
- En la artrosis de la rodilla, un índice de masa corporal más alto y la artrosis poliarticular predicen el deterioro radiológico.

Los pacientes con artrosis también experimentan diversos grados de discapacidad física, y la artrosis puede afectar negativamente a la calidad de vida (42,43). La artrosis se estima que es la causa más común de discapacidad en adultos. Una revisión sistemática de incidencia y prevalencia de la artrosis de rodilla en personas mayores de 55 años en el Reino Unido informó de una incidencia de 25% al año, una prevalencia de discapacidad debido a la artrosis de rodilla del 10%, y una discapacidad severa en aproximadamente 2 a 3% (44).

El empeoramiento de la discapacidad puede correlacionarse con estilos de afrontamiento, en particular, la evitación de la actividad debido al dolor puede conducir a debilidad muscular que puede afectar a la estabilidad articular. El ejercicio puede ayudar a prevenir la pérdida de la fuerza y la disminución de la discapacidad.

La laxitud articular, la alteración de la propiocepción, un mayor índice de masa corporal, y un dolor más severo en las articulaciones son predictivos del posterior empeoramiento de la función en los pacientes con artrosis de rodilla (45). En contraste, los pacientes con mejor fuerza muscular, una mejor salud mental, unos soportes sociales más fuertes, y los que están en mejores condiciones para realizar ejercicio aeróbico presentan menos discapacidad que aquellos con menores cantidades de estos factores.

Varios estudios han sugerido que la artrosis se asocia con un aumento del riesgo de mortalidad. En un estudio poblacional que implicó a una cohorte de 1.163 pacientes con artrosis de cadera o de rodilla, que fueron seguidos durante una media de 14 años, los pacientes con artrosis tenían exceso de mortalidad por todas las causas en comparación con la población general (SMR (tasa de mortalidad estandarizada) 1,55 IC 95% 1,41-1,70). Entre las causas potenciales, la mortalidad se incrementó particularmente para la enfermedad cardiovascular y la demencia (SMR 1,71 IC 95% 1,49-1,98 y 1,99 IC 95% 1,22-3,25, respectivamente). Los factores de riesgo para la muerte incluían una historia de diabetes, cáncer, o enfermedad cardiovascular, y la presencia de discapacidad para caminar (46,47).

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de artrosis es complicado por varios factores. Estos factores incluyen la falta de hallazgos específicos físicos o de laboratorio y las discrepancias entre los síntomas y los resultados de los exámenes radiográficos. Como resultado, la artrosis se diagnostica con frecuencia por una impresión clínica global en base a la edad del paciente y la historia, los hallazgos de la exploración física y los hallazgos radiográficos.

El dolor de la artrosis no está causado directamente por el daño en el cartílago dado que éste no tiene terminaciones nerviosas. En múltiples ocasiones el diagnóstico se realiza tras un hallazgo accidental en la radiología simple, realizada por otro motivo, sin presentar sintomatología sugestiva de artrosis.

Un componente esencial para el diagnóstico de la artrosis es la atribución correcta de los signos y síntomas en el sitio afectado. Una queja inespecífica de dolor en las articulaciones puede ser debido a una amplia gama de trastornos. Estos pacientes deben someterse a una historia completa y un examen físico y, si está indicado clínicamente, el examen radiográfico de las articulaciones afectadas, en combinación con las pruebas de laboratorio.

CLASIFICACIÓN DE LA ARTROSIS

Hay diferentes formas de clasificar la artrosis: la etiológica, la topográfica y la de Kellgren-Lawrence.

Clasificación etiológica

Clasifica las artrosis en función de su causa en formas primarias o idiopáticas y secundarias. En las formas primarias, más frecuentes, se cumplen los criterios diagnósticos de la artrosis sin la presencia de otra enfermedad subyacente causal (Tabla 2).

La artrosis idiopática se puede clasificar en enfermedad localizada o generalizada. La artrosis localizada afecta más comúnmente a manos, pies, rodillas, cadera y columna vertebral. Otras articulaciones con menos frecuencia involucradas son hombro, temporomandibular, sacroilíaca, tobillo y articulaciones de la muñeca.

La artrosis generalizada consiste en la participación de tres o más articulaciones.

Por otra parte, algunos autores distinguen 3 tipos etiológicos que integrarían la artrosis primaria: la artrosis tipo I, de causa genética (predisposición familiar); la tipo II, dependiente de las hormonas o posmenopáusica (déficit estrogénico); y la tipo III, relacionada con la edad (envejecimiento).

La artrosis secundaria se debe a condiciones específicas que pueden causar o potenciar el riesgo de desarrollar artrosis, como pueden ser:

- Trauma.
- Trastornos congénitos o del desarrollo.
- Enfermedad por depósito de calcio.

- Otros trastornos óseos y articulares, como osteonecrosis, artritis reumatoide, artritis gotosa, artritis séptica y enfermedad de Paget.
- Otras enfermedades tales como diabetes mellitus, acromegalia, hipotiroidismo, artropatía neuropática (Charcot) y la congelación.

Tabla 2. Clasificación etiológica de la artrosis

Artrosis primaria o idiopática	Localizada o generalizada (oligoarticular o poliarticular) Formas con características diferenciales: Artrosis erosiva de articulaciones interfalángicas distales Artrosis de rodilla y manos en mujeres obesas Artrosis de cadera en varones
Artrosis secundaria	Postraumática Enfermedades congénitas, displasias y trastornos del desarrollo Enfermedades metabólicas Enfermedad de Wilson Enfermedad de Gaucher Hemocromatosis Ocronosis Enfermedades endocrinas Acromegalia Diabetes Hipotiroidismo Hiperparatiroidismo Enfermedades por depósito de cristales Artropatía por depósito de hidroxapatita Artropatía por depósito de pirofosfato cálcico (condrocalcinosis) Gota Enfermedades óseas Enfermedad de Paget Osteonecrosis Enfermedades articulares inflamatorias Artritis reumatoide Espondiloartropatías Artritis séptica Artropatía neuropática

Las artrosis secundarias pueden afectar fundamentalmente al hombro, el codo, el carpo, el tarso, el pie y, con menor frecuencia, el tobillo y pueden ser debidas a múltiples enfermedades, pudiendo presentar características diferenciales según la entidad causal. La artrosis del hombro suele ser

secundaria a traumatismos, fracturas, ruptura del manguito rotador o procesos inflamatorios como la artritis reumatoide o la artropatía por cristales de pirofosfato, mientras que en el codo la artrosis puede ser ocasionada por traumatismos de repetición, enfermedades inflamatorias, hiperostosis o condromatosis sinovial. La artrosis del carpo se suele deber a artropatía por pirofosfato, traumatismos y fracturas, osteonecrosis y afectación crónica por artritis reumatoide o espondiloartropatías. En el tobillo, la artrosis es poco frecuente, mientras que en el antepié las causas más frecuentes son las osteonecrosis y las fracturas de estrés.

Clasificación topográfica

Independientemente de la etiología subyacente, la artrosis también puede ser clasificada por la implicación anatómica (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación topográfica de la artrosis

Localizaciones típicas	Mano (interfalángica, trapeciometacarpiana) Rodilla Caderas Columna Articulación acromioclavicular Articulación esternoclavicular Primera articulación metatarsofalángica
Localizaciones atípicas	Articulación metacarpofalángica Carpo Codo Articulación escapulohumeral Tobillo Tarso

Según la topografía o localización de las articulaciones afectadas, la artrosis puede clasificarse en formas típicas, que habitualmente corresponden a formas primarias, y formas atípicas, que habitualmente corresponden a formas secundarias.

Clasificación de Kellgren y Lawrence

Los criterios radiográficos fueron propuestos por Kellgren y Lawrence en 1957 (48), y estos criterios fueron aceptados por la OMS en el simposio de Milán en 1961 (49).

Según su repercusión radiológica, la artrosis puede clasificarse en 5 grados en la escala de Kellgren-Lawrence, que contempla el estrechamiento de la interlínea articular, la presencia de osteofitos, la esclerosis subcondral y la deformidad de los extremos óseos (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación radiológica de la artrosis (método de Kellgren y Lawrence)

Grado 0. Normal	Ausencia de osteofitos, estrechamiento o quistes.
Grado 1. Dudosa	Osteofitos solo. Dudoso pinzamiento de espacio articular.
Grado 2. Mínima/leve	Osteofitos pequeños, estrechamiento de la interlínea moderado, puede haber quistes y esclerosis. Claro pinzamiento y presencia de osteofitos.
Grado 3. Moderada	Osteofitos claros de tamaño moderado y estrechamiento de la interlínea. Pinzamiento, osteofitos y esclerosis subcondral.
Grado 4. Severa	Osteofitos grandes y estrechamiento de la interlínea evidente. Colapso espacio articular, importantes osteofitos, esclerosis severa, deformidad ósea.

Por desgracia, todos los sistemas propuestos para la caracterización de los pacientes con artrosis son deficientes. Un sistema caracterizado únicamente por el tipo o grado de afectación articular se basa en una evaluación clínica en un punto determinado en el tiempo; sin embargo, las manifestaciones del trastorno son susceptibles de cambiar en el transcurso de la enfermedad del

paciente. Además, a menudo es muy difícil determinar si un trastorno subyacente o lesión anterior es absolutamente causante de la artrosis.

Criterios de clasificación de la artrosis

En 1981, el American College of Rheumatology (ACR, Asociación Americana de Reumatología) nombró un subcomité de artrosis para formular los criterios de diagnóstico y tratamiento de la artrosis. El primer cometido del subcomité fue elaborar la clasificación de la artrosis idiopática de una articulación, la rodilla, utilizando los hallazgos de la historia clínica, examen físico, resultados de laboratorio, y radiografías (50).

El ACR propuso unos criterios de clasificación más prácticos para las artrosis de manos, rodilla y cadera, que combinan criterios clínicos, biológicos y radiológicos, con una sensibilidad y especificidad de alrededor del 90%. Sin embargo, no se trata en realidad de criterios diagnósticos, sino de criterios que facilitan la clasificación de casos con fines de investigación.

De la mano de Altman en la década de los 80 del siglo pasado se desarrollaron los criterios de clasificación de la artrosis (50–54). El primer paso en la clasificación de la artrosis fue definir subconjuntos. Hay subconjuntos por anatomía o etiología. Esta clasificación reconoce que la artrosis puede afectar a cualquier articulación, y que puede ser idiopática o secundaria a otra patología. El segundo paso en la clasificación fue en base a criterios clínicos. Cada articulación requiere una serie de criterios porque hay diferencias en la presentación clínica de la artrosis en cada articulación. Los criterios clínicos para la rodilla, la cadera y la mano fueron desarrollados por separado a través de algoritmos o árboles de clasificación.

ARTROSIS DE RODILLA

Se desarrolló un algoritmo para la artrosis de rodilla (50). La clasificación clínica de la artrosis de rodilla sin radiología se basa en dolor en la rodilla acompañado de crepitación con el movimiento activo de la articulación, rigidez matutina de menos de 30 minutos de duración y edad mayor de 50 años. Todos los pacientes deben tener dolor en la rodilla durante la mayoría de los días del mes previo.

La clasificación de la artrosis de rodilla utilizando criterios clínicos y radiológicos se basa en dolor en la rodilla y la presencia de osteofitos en la radiografía. Para los pacientes que no presenten osteofitos en la radiografía, la clasificación se basa en un líquido sinovial característico de artrosis (claro, viscoso, con $PMN < 2000/cc$), rigidez matutina menor de 30 minutos, y crepitación con el movimiento activo (Tabla 5).

Aunque existen otros hallazgos en la radiografía de una rodilla con artrosis, la presencia de osteofitos es lo que mejor diferencia una artrosis de otras patologías articulares.

ARTROSIS DE CADERA

Se desarrolló un árbol de clasificación sin radiología con un algoritmo de criterios clínicos y de laboratorio. Un paciente se clasificaba como artrosis de cadera si tenía dolor en la cadera combinado con:

1. rotación interna $< 15^\circ$ y VSG $\leq 45mm/h$. Si no se dispone de VSG, se sustituye por flexión $\leq 115^\circ$.
2. rotación interna $\geq 15^\circ$, rigidez matutina menos de 60 minutos, edad mayor de 50 años, y dolor con la rotación interna de la cadera.

Tabla 5. Criterios diagnósticos del American College of Rheumatology (ACR) para la artrosis en la rodilla

Criterios clínicos	Criterios clínicos y radiológicos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dolor en rodilla (durante la mayoría de los días del mes previo) 2. Crepitación con la movilización activa 3. Rigidez menor de 30 min 4. Edad > 50 años 5. Engrosamiento de estructuras óseas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dolor en rodilla (durante la mayoría de los días del mes previo) 2. Edad > 50 años 3. Rigidez menor de 30 min 4. Crepitación 5. Hipersensibilidad ósea 6. Aumento óseo 7. No aumento de temperatura local 8. VSG < 40 mm/h 9. Factor reumatoide < 1:40 10. Signos de osteoartritis en líquido sinovial (claro, viscoso y recuento de células blancas < 2000)
<p>Gonartrosis si: 1, 2, 3, 4 o 1, 2, 5 o 1, 4, 5</p>	<p>Gonartrosis si: Cumple 1 más cinco de los otros</p>
<p>Sensibilidad 92% Especificidad 75%</p>	

Adaptado de Altman et al. 1986 (50)

Con los criterios clínicos y radiográficos se combina el dolor con 2 o 3 criterios: osteofitos (femoral o acetabular), estrechamiento del espacio articular (superior, axial o medial) y VSG ≤ 20 mm/h (Tabla 6, Tabla 7).

Tabla 6. Criterios diagnósticos del American College of Rheumatology (ACR) para la artrosis de cadera

Criterios clínicos	Criterios clínicos y radiológicos
Dolor en cadera (durante la mayoría de los días del mes previo) Rotación interna < 15° Rotación interna ≥ 15° VSG ≤ 45 mm/h Flexión cadera ≤ 115° Rigidez matutina < 60 min Edad > 50 años	Dolor en cadera (durante la mayoría de los días del mes previo) VSG < 20 mm/h Osteofitos en radiografía (acetábulo o fémur) Reducción del espacio articular radiológico
Coxartrosis si: 1, 2, 4 o 1, 2, 5 o 1, 3, 6, 7	Coxartrosis si: 1, 2, 3 o 1, 2, 4 o 1, 3, 4
Sensibilidad 86% Especificidad 75%	Sensibilidad 89% Especificidad 91%

Adaptado de Altman et al. 1991 (53)

Tabla 7. Criterios clínicos y radiológicos de clasificación del American College of Rheumatology (ACR) de la artrosis de rodilla y de cadera

<p align="center">Artrosis de rodilla (sensibilidad 91%, especificidad 86%)</p> Dolor en la rodilla la mayoría de los días del último mes y al menos 1 de los siguientes: Edad > 50 años Rigidez < 30 min Crujido articular Osteofitos presentes
<p align="center">Artrosis de cadera (sensibilidad 89%, especificidad 91%)</p> Dolor en la cadera la mayoría de los días del último mes y al menos 2 de los siguientes: VSG < 20 mm/h Osteofitos femorales o acetabulares Estrechamiento del espacio articular

ARTROSIS DE MANO

Se trata de pacientes con dolor, sensibilidad o rigidez en las manos durante la mayoría de los días del mes previo. Se clasifican como artrosis clínica si en la exploración tienen agrandamiento de tejidos duros que afecta al menos a 2 de las 10 articulaciones seleccionadas (2ª y 3ª interfalángica distal, 2ª y 3ª interfalángica proximal y 1ª metacarpofalángica de ambas manos), con inflamación de menos de 3 metacarpofalángicas, y agrandamiento de tejidos duros de al menos 2 interfalángicas distales. Si hay menos de 2 interfalángicas distales agrandadas, debe tener deformidad de al menos 1 de las 10 articulaciones seleccionadas.

Tabla 8. Criterios diagnósticos del American College of Rheumatology (ACR) para la artrosis en las manos

<ol style="list-style-type: none">1. Dolor en mano o rigidez en mano (durante la mayoría de los días del mes previo)2. Ensanchamiento del tejido óseo de 2 o más de las articulaciones seleccionadas*3. Ensanchamiento del tejido óseo de 2 o más articulaciones interfalángicas distales4. Menos de 3 articulaciones metacarpofalángicas inflamadas5. Deformidad en al menos 1 de las 10 articulaciones seleccionadas*
<p style="text-align: center;">Artrosis en la mano si: Cumple 1 más tres de los comprendidos del 2 al 5</p>
<p style="text-align: center;">Sensibilidad 94% Especificidad 87%</p>

*2ª y 3ª interfalángica distal, 2ª y 3ª interfalángica proximal y 1ª metacarpofalángica de ambas manos
Adaptado de Altman et al. 1990 (54)

PRUEBAS COMPLEMENTARIAS

Datos de laboratorio

En la artrosis no suelen existir alteraciones analíticas. Habitualmente los parámetros de actividad inflamatoria, como la VSG o la proteína C reactiva son normales o a lo sumo algo elevados en las fases inflamatorias.

Para evitar falsos diagnósticos de artritis reumatoide debemos de tener en cuenta que en un 5-15% de la población mayor de 65 años podemos encontrar el factor reumatoide positivo a títulos bajos.

El líquido articular suele presentar características normales (color amarillo transparente). La celularidad es por lo general inferior a 2000 células/ml y las cifras de glucosa y de proteínas dentro de los límites normales.

Pruebas de imagen

RADIOLOGÍA SIMPLE

La radiología simple es el método de elección inicial para la evaluación de la artrosis. Los signos radiológicos que se evalúan son:

Disminución del espacio articular.

Presencia de osteofitos.

Esclerosis subcondral.

Quistes y anormalidades del contorno óseo.

Los cambios radiográficos en la artrosis son poco sensibles, en particular al inicio de la enfermedad, y se correlacionan mal con síntomas. Cuando están presentes, sin embargo, los cambios radiográficos de la artrosis son muy específicos.

Se utiliza un sistema de graduación de los cambios radiológicos desarrollado por Kellgren y Lawrence en 1957. Este índice tiene en cuenta la presencia de

osteofitos, esclerosis subcondral y la disminución del espacio articular. De todos los parámetros el que tiene mayor valor predictivo para la necesidad de cirugía protésica es la disminución del espacio articular.

La relevancia clínica de cada hallazgo radiológico en la artrosis parece variar en cada articulación. La disminución del espacio articular en la cadera se correlaciona estrechamente con el dolor, mientras que en la rodilla se correlacionan mejor con el dolor los osteofitos que surgen en las articulaciones patelofemoral y tibiofemoral, y el estrechamiento del espacio articular de la rodilla predice mejor la progresión de la enfermedad.

OTRAS PRUEBAS DE IMAGEN

La ecografía y la resonancia magnética son técnicas de imagen que permiten valorar toda la articulación en conjunto. Nos permiten evaluar el derrame articular, el grosor del cartílago, los ligamentos, los tendones, la médula ósea y la afectación periarticular. Estas dos técnicas no se utilizan de rutina para el diagnóstico de la artrosis, se utilizan como técnicas complementarias.

La resonancia magnética no es necesaria para la mayoría de los pacientes con síntomas sugestivos de artrosis y/o características radiográficas típicas. Sin embargo, la resonancia magnética de la rodilla tiene una función de diagnóstico en pacientes donde el dolor y los síntomas, tales como bloqueo o inestabilidad sugieren daño meniscal o ligamentoso.

EVALUACIÓN DEL PACIENTE CON ARTROSIS

La evaluación del paciente con diagnóstico de artrosis, debe apoyarse en la valoración sistemática de un conjunto de parámetros o indicadores que informen sobre el grado de afectación de la enfermedad. La afectación de la enfermedad se mide en términos de actividad de ésta, daño estructural y discapacidad funcional que genera. Al no conocerse biomarcadores específicos de la artrosis, la evaluación del paciente se fundamenta en la

interpretación subjetiva del dolor y la función física por parte del paciente y del médico, junto con la identificación de signos físicos y radiológicos.

Los instrumentos recomendados en investigación, como medidas de resultado de la artrosis, son la valoración del dolor, de la capacidad funcional y la evaluación global de la enfermedad por parte del paciente. También se recomienda, la valoración de la calidad de vida del paciente. El método de evaluación del dolor recomendado para su uso en la práctica clínica es la escala visual analógica (EVA). El mejor instrumento para la valoración de la capacidad funcional del paciente con artrosis de cadera o rodilla es la escala WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index).

Para la evaluación global de la enfermedad por parte del paciente con artrosis, en la práctica habitual, se recomienda el uso de la EVA o el cuestionario de salud SF-12 (12-item short-form health survey).

El grupo de expertos OMERACT (*Outcome Measures in Rheumatology Clinical Trials*) evalúa las cualidades métricas de los instrumentos utilizados en las medidas de resultado de enfermedades reumatológicas, para su posterior aplicación en investigación. OARSI (*Osteoarthritis Research Society International*) es una sociedad científica multidisciplinar de referencia en el conocimiento y el desarrollo de investigación relacionada con la artrosis. OMERACT y OARSI han desarrollado y presentado como recomendaciones para el diseño y realización de ensayos clínicos en artrosis el conjunto mínimo de parámetros que se deberían incluir: dolor, discapacidad física, evaluación global por el paciente y, en estudios de más de 1 año de duración, alguna técnica de imagen.

EVALUACIÓN DEL DOLOR

El dolor es el síntoma principal de la artrosis y debe ser evaluado por el propio paciente. Para su medición se recomiendan métodos de medición subjetiva del dolor unidimensionales (exclusivamente valoran la intensidad).

Escala tipo Likert

Diferencia el dolor según 5 categorías (ninguno, leve, moderado, severo y muy severo). No suele presentar gran dificultad en su utilización para indicar el grado de dolor, pero las palabras utilizadas son descripciones relativas y no tienen aceptación universal, son conceptos que varían de una persona a otra. Aunque cada palabra tenga asignado un valor numérico en la escala, es difícil asumir intervalos iguales entre los diferentes puntos. Aunque se emplea en numerosos ensayos clínicos sobre dolor es inespecífica, no muy sensible y no siempre reproducible.

Escala visual analógica (EVA)

Ideada por Scott Huskinson en 1976, es el método de medición empleado con más frecuencia en la evaluación del dolor. Tiene 2 posibles formatos, cuantificada de 0 a 100 milímetros (mm), o como escala numérica horizontal de 10 centímetros (cm) dividida, mediante marcas verticales, en 10 segmentos iguales de 1 cm; las mediciones se acompañan con descriptores numéricos del 0 al 10, con indicadores en los extremos que marcan ningún dolor (0) y máximo dolor (10). Al paciente no se le pide que describa su dolor con palabras específicas, sino que es libre de indicar sobre una línea continua la intensidad de su sensación dolorosa en relación con los 2 extremos de ésta. La EVA es un instrumento simple, sólido, sensible y reproducible, y es útil para reevaluar el dolor en el mismo paciente en diferentes ocasiones. Su validez y su fiabilidad para la medición del dolor experimental han sido demostradas en numerosos estudios.

Tanto en investigación como en la práctica clínica reumatológica hay una clara preferencia por la utilización de la escala EVA. La mayoría de los enfermos son capaces de cumplimentarla, precisa poco tiempo para su explicación y, tras poner algún ejemplo concreto, los pacientes suelen responder con celeridad y seguridad. La utilización de descriptores numéricos mejora su reproducibilidad en personas con bajos niveles de estudios, presenta una

buena correlación con la escala de Likert y supera a esta última en la sensibilidad a los cambios clínicamente relevantes.

TRATAMIENTO DE LA ARTROSIS

El objetivo del manejo de los pacientes con artrosis es el control del dolor y la tumefacción, para minimizar la discapacidad, mejorar la calidad de vida, prevenir la progresión de la enfermedad, y educar al paciente sobre el papel que juega en el manejo de su enfermedad. Es muy importante tener en cuenta que no es excepcional que el dolor que refiere el paciente no provenga de la misma articulación sino de los tejidos blandos que la rodean, o incluso que sea un dolor proyectado de otras localizaciones. Por lo tanto, antes de decidir un tratamiento, debemos de perfilar el origen del dolor.

El manejo de la artrosis debe individualizarse según las expectativas del paciente, el nivel de función y actividad, las articulaciones afectadas, la severidad de la enfermedad, las necesidades ocupacionales, y la coexistencia de otros problemas médicos.

El tratamiento de la artrosis no se basa sólo en un adecuado empleo de diferentes opciones farmacológicas. La corrección de los factores de riesgo, la información y la educación del paciente, así como el tratamiento no farmacológico constituyen elementos muy importantes en el tratamiento integral del paciente artrósico.

TRATAMIENTO NO FARMACOLÓGICO

Es muy importante asociar el tratamiento farmacológico con el tratamiento no farmacológico. El tratamiento no farmacológico consiste en programas de ejercicios dirigidos para la artrosis, ajuste de peso para la talla y la edad del paciente y los programas educativos para la vida cotidiana. Este tipo de tratamiento generalmente empieza antes que el farmacológico. La efectividad

de las actividades no farmacológicas puede disminuir la necesidad de utilizar fármacos y por lo tanto sus posibles efectos secundarios (55).

Pérdida de peso

Los estudios epidemiológicos sugieren que la obesidad se asocia con fuerza con el desarrollo de artrosis. La relación entre la pérdida de peso y la reducción de la incidencia de artrosis es lineal, por lo que incluso una modesta pérdida de peso puede ser beneficiosa.

La combinación de pérdida de peso y ejercicio puede ser más efectiva para mejorar el dolor y la función articular. Los pacientes que combinan dieta y ejercicio presentan menos dolor, mejor calidad de vida relacionada con la salud, mejor función y andan más rápido que aquellos que realizan solo dieta o solo ejercicio (56).

Reposo

Los síntomas de la artrosis, característicamente, mejoran con el reposo. El reposo de la articulación puede aliviar el dolor, pero un reposo prolongado puede llevar a atrofia muscular y disminución de la movilidad articular. Por ello, el reposo se recomienda solo durante periodos cortos (reposos de 12 a 24 horas para dolor agudo y signos de inflamación), después de los cuales se deben reanudar los movimientos activos y pasivos de la articulación, y el ejercicio.

TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO

Este tipo de tratamiento tiene indicación en pacientes con enfermedad sintomática y que no han respondido de forma adecuada al tratamiento no farmacológico. No se utiliza en los periodos asintomáticos dado que no ha demostrado que su uso mejore el pronóstico de la enfermedad.

Las estrategias de manejo del tratamiento descritas a continuación están basadas en las recomendaciones del Colegio Americano de Reumatología

(ACR) (57), Liga Europea Contra el Reumatismo (EULAR) (55) y la Sociedad Internacional para la Investigación de la Artrosis (OARSI) (58).

Paracetamol

Este tipo de fármaco se utiliza como tratamiento inicial en pacientes sin signos inflamatorios asociados.

Se inicia con dosis a demanda (según el dolor) del paciente. En caso de que no sea suficiente se pauta una dosis regular cada 6-8 horas al día. La dosificación más frecuente es de 1 gramo cada 8 horas o 650 miligramos cada 6 horas.

El tratamiento con paracetamol es más eficaz que el placebo pero menos eficaz que los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs). El perfil de seguridad del paracetamol según un metaanálisis del 2006 concluye que es similar al del placebo (59). La hepatotoxicidad en general solo se manifiesta en pacientes con elevado consumo de alcohol. Se recomienda la monitorización de las enzimas hepáticas en pacientes con ingesta elevada de alcohol o con potencial riesgo de hepatotoxicidad.

No obstante, existen estudios que señalan que una dosis diaria superior a 2 gramos de paracetamol puede presentar riesgo de complicaciones gastrointestinales y de nefrotoxicidad. Estos estudios contradicen la hasta ahora considerada seguridad de paracetamol, por lo tanto se recomienda tener en cuenta las comorbilidades de los pacientes en los que se va a prescribir dicho tratamiento a dosis plenas y a largo plazo.

Antiinflamatorios no esteroideos

Se utilizan en pacientes con respuesta insuficiente a paracetamol o en los que presentan signos inflamatorios añadidos (dolor nocturno, rigidez matutina). Se puede utilizar en lugar del paracetamol o en asociación dependiendo del grado de la afectación. Se utiliza la dosificación a demanda a dosis bajas para evitar sus potenciales efectos secundarios. En caso de necesidad se puede

cambiar a una pauta regular y aumentar la dosis hasta la dosis máxima recomendada si las comorbilidades del paciente lo permiten. Se recomienda utilizar durante periodos de tiempo lo más cortos posibles para controlar los síntomas.

El tipo de AINEs utilizado en cada paciente depende de su perfil de seguridad. No existe ninguna evidencia sobre un AINEs más eficaz que otro en la artrosis. Son fármacos que pueden asociar importantes efectos secundarios gastrointestinales, cardiovasculares y renales.

Se dividen en tres grupos (Tabla 9):

AINEs clásicos.

AINEs tipo COXIB (inhibidores selectivos de la cicloxigenasa-2).

AINEs tipo OXICAM.

Tabla 9. Antiinflamatorios no esteroideos

AINEs	Nombre	Dosis habitual	Características
AINEs clásicos	Naproxeno	250-500 mg cada 12 horas 275-550 mg cada 12 horas	Menos RCV frente a otros AINEs. Dosis máxima 1.500 mg diarios de naproxeno y 1.650 mg de forma sódica en caso de que sea necesario. Forma sódica absorción más rápida.
	Ibuprofeno	400 mg cada 6 horas 600 mg cada 8 horas	Duración corta. Alternativa a naproxeno en paciente con RCV.
	Indometacina	25-50 mg cada 8 horas	Inhibidor potente de la síntesis de la prostaglandina renal. Se asocia con mayor frecuencia a cefaleas. Potencial toxicidad renal y cardiovascular.
	Diclofenaco	50 mg cada 8 horas	Se puede combinar con las formas tópicas. Interacciona con fármacos inhibidores de la enzima CYP2C9.
COXIB	Celecoxib	100 mg cada 12 horas ó 200 mg cada 12 horas	Menor riesgo gastrointestinal comparado con los AINEs clásicos. No altera la función plaquetaria. Toxicidad cardiovascular y renal dosis dependiente pero similar a los AINEs clásicos. Pacientes con RCV tienen indicación de profilaxis con aspirina.
	Etericoxib	60 mg cada 24 horas ó 90 mg cada 24 horas	La dosis de 90 mg se utiliza en caso de componente inflamatorio asociado. Se asocia con mayor frecuencia a la HTA comparado con otros COXIB y AINEs clásicos.
OXICAM	Meloxicam	7,5-15 mg cada 24 horas	Efecto duradero pero inicio lento. Descritos casos aislados de reacción alérgica incluyendo síndrome de Stevens-Johnson.
	Piroxicam	10-20 mg cada 24 horas	Dosis superiores a 20 mg asocian alto riesgo de toxicidad gastrointestinal.

RCV: riesgo cardiovascular

Indicación entre varios subtipos de AINEs:

- En pacientes con elevado riesgo gastrointestinal se recomienda el uso de los AINEs tipo COXIB.
- Los COXIB han demostrado ser igual de eficaces que los AINEs clásicos.
- En pacientes con elevado riesgo cardiovascular el naproxeno se considera el que mejor perfil de seguridad cardiovascular tiene.
- Recordar que los AINEs pueden presentar múltiples interacciones medicamentosas entre otros con los antihipertensivos, antidepresivos, aspirina, warfarina y otros.

Opioides

Este tipo de fármacos se utilizan en pacientes que hayan fracasado en los tratamientos previos y siguen con mal control del dolor, sobre todo en pacientes sin indicación de cirugía.

Generalmente se trata de pacientes mayores por lo que hay que tener en cuenta sus múltiples comorbilidades y los efectos secundarios que pueden producir este tipo de fármacos. Además se recomienda el control de la función hepática y renal por si precisan ajuste de dosis.

Se dividen en dos grupos (Tabla 10):

Opioides débiles

Opioides mayores

Tabla 10. Opioides utilizados en la práctica diaria (60)

Opiode	Nombre	Posología
Opioides débiles	Codeína	30 mg cada 6-8 horas.
	Tramadol	50 mg cada 6-8- horas.
	Tramadol hidrocloreuro liberación retardada	Dosis inicial 100 mg cada 24 horas. Se puede aumentar según necesidad hasta 400 mg cada 24 horas.
Opioides mayores	Fentanilo parche	Dosis inicial 25 mcg/h cada 72 horas, aumentando la dosis según la respuesta hasta la dosis máxima recomendada.
	Buprenorfina parches	Dosis inicial 35 mg/h cada 72 horas, aumentando la dosis según la respuesta hasta la dosis máxima recomendada.

**Fármacos modificadores de síntomas de acción lenta llamados
SYSADOAS (Symptomatic Slow Action Drugs for Osteoarthritis)**

Son un grupo de fármacos con mucha controversia sobre su uso, por lo tanto basándonos en la guía de práctica clínica de artrosis del National Institute for Health and Care Excellence (NICE) del año 2014 no se recomienda su uso en la práctica clínica diaria en este tipo de pacientes (61).

Colchicina

Se puede utilizar en pacientes que presentan episodios frecuentes de fase inflamatoria de la artrosis con escasa respuesta a los AINEs o las infiltraciones con glucocorticoides. Se utiliza generalmente un tratamiento de entre 3-6

meses de duración con posterior evaluación. En caso de que el paciente tras la retirada de la colchicina siga presentando nuevos brotes inflamatorios se puede valorar utilizar dicho tratamiento de forma prolongada. La dosis recomendada es de 0,5 mg al día en dosis única.

TRATAMIENTO LOCAL/REGIONAL

Capsaicina y AINEs tópicos

Hay estudios que avalan su utilización en pacientes con artrosis de manos y de rodilla. En caso de artrosis de cadera no existe esta indicación y no se recomienda su uso, sólo se podrían utilizar en caso de que exista cuadro de trocanteritis asociado a la coxartrosis.

Glucocorticoides intraarticulares

Este tipo de medicación se utiliza como alternativa al paracetamol o los AINEs orales en pacientes con intolerancia o contraindicación para lo anterior. También se utiliza en pacientes con alto riesgo para la toma de los AINEs (pacientes de edad avanzada).

Tras la primera infiltración se valorará su eficacia. En caso de buena respuesta se puede repetir dicho tratamiento cada 3 meses en caso de recaída de síntomas. La mejoría con dicho tratamiento no se mantiene habitualmente pasado el primer año del mismo.

La medicación habitualmente utilizada es el acetónido de triamcinolona y el acetato de betametasona.

Ácido hialurónico

Es un polisacárido que forma un componente natural del cartílago y juega un papel esencial en la viscosidad del líquido sinovial. En una reciente revisión sobre el uso de ácido hialurónico concluyen que su uso en forma de infiltraciones locales de cadera disminuye el dolor de forma significativa, no obstante no pueden precisar cuál de los preparados que existen en el mercado

ofrece un efecto más duradero, dado que los estudios incluidos no eran comparables entre sí (62).

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Existen 2 tipos de cirugía. El primero es el grupo de las artroscopias. Se utilizan para tratamiento de pacientes generalmente menores de 65 años. En la coxartrosis se utiliza para el tratamiento del pinzamiento femoroacetabular o en el tratamiento de las lágrimas del labrum acetabular.

El segundo grupo de cirugía es el reemplazo total de la articulación que se utiliza en pacientes generalmente mayores de 65 años, que hayan fracasado en los tratamientos previos y con importante repercusión en su calidad de vida.

TRATAMIENTOS EN INVESTIGACIÓN

Múltiples tratamientos han sido investigados para valorar su eficacia en el tratamiento de la artrosis. Ninguno de ellos ha demostrado ser eficaz. Entre otros han sido: bifosfonatos, ranelato de estroncio, verapamilo, anti-interleucina 1 e infiltraciones locales con plasma y plaquetas (60).

IMPACTO DE LA ARTROSIS

La artrosis tiene una importante repercusión social, un gran impacto en el sistema sanitario y un elevado coste económico. La repercusión social viene determinada por la afectación sobre la calidad de vida del paciente, que comporta una pérdida de autonomía personal y un mayor grado de dependencia, que condicionan un aumento del dispendio económico, una pérdida de las relaciones sociales, y una proyección en el entorno social, familiar y laboral; generando todo ello una intensa repercusión emocional.

El dolor, la rigidez, la deformidad de las articulaciones y la pérdida de la movilidad articular tienen un impacto sustancial en los individuos.

El dolor es el síntoma más frecuente por el que los pacientes consultan a su médico de cabecera y más de la mitad de las personas con artrosis dicen que el dolor es su peor problema. Puede afectar a todos los aspectos de la vida diaria de una persona, y a la calidad de vida en general.

La artrosis de las articulaciones grandes reduce la movilidad de las personas. Da lugar a más problemas para subir escaleras y caminar que cualquier otra enfermedad. Además, el 80% de las personas con esta enfermedad tienen algún grado de limitación del movimiento y el 25% no puede realizar sus actividades diarias principales. En las pequeñas articulaciones como las manos y los dedos la artrosis provoca dolor y dificultad para realizar muchas tareas ordinarias. Se espera que el aumento en la esperanza de vida y el envejecimiento de la población hagan de la artrosis la cuarta causa de discapacidad para el año 2020.

La artrosis es la sexta causa de años de vida con discapacidad a nivel mundial, lo que representa el 3% del total de años globales de vida con discapacidad.

En España las enfermedades musculoesqueléticas son una causa importante de discapacidad y un tercio de la población adulta de España visita al menos una vez al año a un médico por problemas musculoesqueléticos, lo que representa más de 10 millones de visitas en un solo año.

Las enfermedades reumáticas afectan al 25-30% de la población general española de 20 o más años de edad. De hecho, son las enfermedades más comunes en la población general y causan el 10% de las consultas realizadas en atención primaria, el 10% de las urgencias atendidas en los hospitales, el 15% de las incapacidades laborales transitorias, y son la primera causa de incapacidad laboral permanente. La artrosis es la principal responsable de esta morbilidad debido a su gran prevalencia.

La artrosis aparece a partir de los 50 años, aumenta rápidamente con la edad y es más frecuente en las mujeres. Aunque la artrosis afecta a las articulaciones

de la columna y de las manos, gran parte de su importancia deriva de su localización en las rodilla y caderas, articulaciones esenciales para el desplazamiento y la deambulación.

En el año 2000 en España se realizó una encuesta de salud que estudió la prevalencia de artrosis en la población adulta española. Se estimó una prevalencia de 10,2% para la artrosis de rodilla sintomática y 6,2% para la artrosis de mano (17).

En lo que se refiere a la carga de enfermedad de la artrosis no sólo hay que tener en cuenta la prevalencia de la enfermedad, sino también los costos de la enfermedad a nivel individual y para el sistema de salud.

Según el estudio ArtRoCad (63) la artrosis de rodilla y cadera tiene un importante impacto en la población general, tanto en términos de morbilidad como de coste. Realizó un primer cálculo de los costes de la artrosis sintomática de rodilla y/o cadera en nuestro país, siendo el coste anual por paciente de 2554 euros.

Los costes directos suponen el 86% del coste total, con unos costes no asistenciales nada despreciables, rondando el 40%. Los costes exclusivamente asistenciales suponen el 47% del total, casi los 1200 euros, una cifra a tener en cuenta para la gestión sanitaria.

Loza (64) evaluó el uso de recursos sanitarios y el impacto socioeconómico de la artrosis sintomática de rodilla y cadera en el escenario de atención primaria.

Como costos directos consideró:

- Costos médicos: tiempo del profesional, pruebas de imagen y laboratorio, medicación, ingresos hospitalarios.
- Costos no médicos derivados de la ayuda en el trabajo, el hogar y el cuidado personal, ayudas para la adaptación, dispositivos, artículos

adquiridos para la asistencia en el hogar, y el transporte (incluidos los gastos y el tiempo empleado en las diferentes formas de cuidado).

Y como costos indirectos consideró la pérdida de trabajo/productividad (días de baja por enfermedad, incapacidad laboral permanente, días de baja debidos a la artrosis) y costos de las labores domésticas si el paciente es ama de casa.

El resultado que obtuvo fue un coste anual medio por paciente de 1502 euros, siendo los costos directos un 86%. Los costos mayores se asocian con comorbilidad, peor estado de salud, y severidad clínica y radiológica de la artrosis.

En el Reino Unido, la artrosis es la causa más común de discapacidad y tiene un considerable impacto en los servicios de salud (61):

- Dos millones de adultos al año visitan a su médico de cabecera debido a artrosis.
- Las consultas de artrosis representaron el 15% de todas las consultas del aparato locomotor en los mayores de 45 años, llegando al 25% en los mayores de 75 años. El 5% de los mayores de 45 años, tiene un diagnóstico de artrosis en la consulta de atención primaria al año. Esta cifra se eleva al 10% en los mayores de 75 años.
- La incidencia de consultas nuevas en atención primaria por dolor de rodilla en adultos de 50 años y más es de aproximadamente 10% por año.
- Durante un período de un año había 114500 ingresos hospitalarios
- En el año 2000, más de 44000 prótesis de cadera y más de 35000 reemplazos de rodilla se realizaron a un costo de 405 millones de libras.

La artrosis tiene un impacto negativo significativo en la economía del Reino Unido, con un costo total estimado equivalente a 1% del PIB anual. En los

años 1999-2000, 36 millones de días de trabajo se perdieron debido a la artrosis solo, a un costo estimado de 3,2 millones de libras en producción perdida. Al mismo tiempo, 43 millones se gastaron en servicios comunitarios y 215 millones de libras se gastaron en servicios sociales debido a la artrosis.

Meteorología

INTRODUCCIÓN

La meteorología (del griego μετέωρον [metéoron]: ‘alto en el cielo’; y λόγος [logos]: ‘conocimiento’, ‘tratado’) es la ciencia encargada del estudio de la atmósfera, de sus propiedades y de los fenómenos que en ella tienen lugar. Esto incluye no sólo la física, la química y la dinámica de la atmósfera, sino también a muchos de los efectos directos de la atmósfera sobre la superficie terrestre, los océanos y la vida en general.

El estudio de la atmósfera se basa en el conocimiento de una serie de magnitudes, o variables meteorológicas, como la temperatura, la presión atmosférica o la humedad, las cuales varían tanto en el espacio como en el tiempo (65).

La Tierra está constituida por tres partes fundamentales: una parte sólida llamada litosfera, recubierta en buena proporción por agua llamada hidrosfera y ambas envueltas por una tercera capa gaseosa, la atmósfera. La ciencia que estudia las características, las propiedades y los movimientos de las tres capas fundamentales de la Tierra, es la Geofísica. La meteorología es una rama de la geofísica que tiene por objeto el estudio detallado de la envoltura gaseosa de la Tierra y sus fenómenos. La meteorología es una ciencia tremendamente avanzada, basada en la física y en el uso de tecnologías.

Cuando describimos las condiciones atmosféricas en un momento y lugar concretos, estamos hablando del tiempo atmosférico. Se debe distinguir entre las condiciones actuales y su evolución llamado tiempo atmosférico, y las condiciones medias durante un largo periodo que se conoce como clima del lugar o región (66).

Los cinco parámetros principales estudiados por la meteorología (temperatura, presión, vientos, humedad y precipitaciones) se denominan elementos del clima y el registro de los mismos durante un número elevado de años sirve para establecer los parámetros que definen el clima de un lugar.

La climatología, al contrario que la meteorología, es una ciencia deductiva, que se aplica al estudio de lugares o regiones para establecer los valores promedio que definen los distintos climas de dichos lugares o regiones.

Desde la más remota antigüedad se tiene constancia de la observación de los cambios en la atmósfera. Los antiguos egipcios asociaban los ciclos de crecida del Nilo con los movimientos de las estrellas, mientras que los babilonios predecían el tiempo guiándose por el aspecto del cielo. Pero el término «meteorología» proviene de “Meteorológica”, título del libro escrito alrededor del año 340 a. C. por Aristóteles, donde presentaba observaciones y especulaciones sobre el origen de los fenómenos atmosféricos y celestes.

Los progresos posteriores en el campo meteorológico se centraron en el desarrollo de nuevos instrumentos (67). Galileo construyó un termómetro en 1607, y la invención del barómetro ocurrió en 1643 por parte de Evangelista Torricelli. El primer descubrimiento de la dependencia de la presión atmosférica y la altitud fue realizado por Blaise Pascal y René Descartes a principios del siglo XVII. El anemómetro, que mide la velocidad del viento, fue construido en 1667 por Robert Hooke, mientras que Horace de Saussure en 1780 desarrolló el higrómetro a cabello, que mide la humedad del aire.

Benjamín Franklin (1706-1790) fue el primero en registrar de modo preciso y detallado las condiciones del tiempo en base diaria, así como en efectuar previsiones del tiempo. El primero en definir de modo correcto la circulación atmosférica global fue George Hadley, con un estudio sobre los alisios efectuado en 1735. Luke Howard y Francis Beaufort introdujeron un sistema de clasificación de las nubes (1802) y de la fuerza del viento (1806), respectivamente.

El verdadero punto de cambio en el desarrollo de la meteorología fue la invención del telégrafo en 1843 que permitió intercambiar información sobre el tiempo meteorológico. Y ya en el siglo XX, los progresos en la comprensión de la dinámica atmosférica llevaron a la creación de la moderna previsión del tiempo calculada en base matemática.

En las últimas décadas del siglo XX el desarrollo tecnológico obtenido en el perfeccionamiento de instrumentos y aparatos de detección y procesamiento de datos ha revolucionado la ciencia de la meteorología.

VARIABLES METEOROLÓGICAS

TEMPERATURA

La temperatura es una de las magnitudes más utilizadas para describir el estado de la atmósfera.

La temperatura es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Cuanta mayor agitación presenten éstas, mayor será la temperatura.

Para medir la temperatura, tenemos que basarnos en propiedades de la materia que se ven alteradas cuando ésta cambia. El instrumento que se utiliza para medir la temperatura se llama termómetro y fue inventado por Galileo en 1593.

La temperatura tiene asociadas unas unidades de medida, diferentes en función de la escala que elijamos:

- Escala Celsius (°C): Fue propuesta en 1742 por el astrónomo Anders Celsius. Consiste en una división regular en cien intervalos, donde el cero corresponde al punto de congelación del agua y el cien al punto de ebullición del mismo. Se expresa en grados centígrados.

- Escala Fahrenheit (°F): Fue introducida en 1714 por Gabriel D. Fahrenheit y se utiliza habitualmente en Estados Unidos. El termómetro se gradúa entre 32 °F (correspondiente a los 0°C) y 212 °F (correspondientes a los 100°C).
- Escala Kelvin (K): Fue introducida por Lord Kelvin en 1848 y es la escala más usada por los científicos. Es una escala que no tiene valores negativos de la temperatura y su cero se sitúa en el estado en el que las partículas que forman un material no se mueven. El punto de ebullición del agua corresponde a 373 K y el de congelación a 273 K. Por tanto, una variación de 1 grado en la escala Kelvin es igual que una variación de 1 grado en la escala Celsius.

La temperatura se mide gracias a los termómetros, de los que existen muchos tipos y de composición diversa. Entre ellos hay dos muy utilizados en meteorología. El termómetro de máximas y mínimas consiste en dos termómetros en el que uno registra la temperatura máxima diaria y el otro la mínima. Otro es el termógrafo, que puede ser analógico o digital, y registra de manera continuada la variación de temperatura del lugar donde esté situado.

A la hora de medir la temperatura del aire ambiente en superficie hay que saber dónde colocar el termómetro para medir correctamente dicho valor. Para que todos los meteorólogos del mundo puedan comparar sus medidas entre sí, la Organización Meteorológica Mundial (*www.wmo.ch*) da las pautas sobre cómo se deben colocar los termómetros: deben estar ventilados, protegidos de la precipitación y de la radiación solar directa, y a una determinada altura del suelo (para que la energía que durante el día absorbe la tierra no modifique las medidas).

El hecho de que el aire se caliente o se enfríe está relacionado con que éste reciba calor o lo deje escapar. La superficie terrestre calienta el aire durante el día, y lo enfría durante la noche. Si es un día despejado y el suelo se ha

calentado mucho, la temperatura del aire será elevada. Si por el contrario está nublado y el suelo apenas ha recibido radiación solar, el aire no alcanzará temperaturas demasiado altas. Existen otros factores que influyen en la determinación de la temperatura del aire, como la existencia de viento que renueve constantemente el aire de un lugar, o la presencia de humedad.

Las temperaturas están siempre sujetas a la ubicación real, y pueden variar de acuerdo al tipo de medición, la ubicación, el entorno y la percepción personal. Para fines de comparación, las medidas oficiales son la base más adecuada.

Los datos de temperatura pueden ser presentados:

- Temperaturas cada hora: se dan para los valores medidos o previstos a ciertas horas, por lo general las 0:00, 01:00, 02:00, etc hasta las 23:00.
- Temperaturas mínimas y máximas diarias: las temperaturas mínimas y máximas se refieren a las 24 medidas de cada hora.
- Temperatura media diaria: son los promedios de los 24 valores de cada hora, desde las previsiones o los datos medidos.
- Temperaturas semanales: se pueden formular como máximas o mínimas, y algunas veces se presentan como medianas.
- Temperaturas mensuales: estas se pueden enumerar como mínimas o máximas, a veces como medianas. Normalmente se utilizan los calendarios mensuales.
- Temperaturas anuales: se pueden configurar como máximas o mínimas, a veces como medianas. Normalmente, se utilizan calendarios anuales.

Sensación térmica

La sensación térmica es la temperatura que las personas sienten en el cuerpo. Se compone de un índice de calor y del wind chill factor (factor de enfriamiento causado por el viento).

El índice de calor (HI) calcula la temperatura sentida por el cuerpo cuando se combinan el calor y la humedad. Expresado en grados Celsius o Fahrenheit indica el nivel del calor que se siente cuando la humedad relativa se suma a la temperatura real. Se eleva con la temperatura del aire real y la humedad relativa, lo que hace que sea cada vez más difícil para el cuerpo eliminar el exceso de calor a través del sudor. La exposición a la luz directa del sol puede aumentar el HI en 10 °C. Cuando el índice de calor es mayor de 37 °C, el cuerpo necesitará de ayuda adicional para la eliminación de calor. Para su cálculo emplea la temperatura real y nos da como resultado una "temperatura aparente".

No existe una fórmula única y verdadera para el índice de calor, debido a variables como la edad, la cantidad del cuerpo que está cubierto por la ropa, la cantidad de sudor y la cantidad de actividad que se realiza. La fórmula utiliza los promedios de las variables. El índice de calor se calcula utilizando temperaturas por encima de los 26,6 °C y por debajo de los 43,3°C, y la humedad relativa por encima del 40 por ciento. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$HI = -42.379 + 2.04901523 *T + 10.14333127 *HR - 0.22475541 *T *HR - 6.83783 \times 10^{-3} *T^2 - 5.481717 \times 10^{-2} *HR^2 + 1.22874 \times 10^{-3} *T^2 *HR + 8.5282 \times 10^{-4} *T *HR^2 - 1.99 \times 10^{-6} *T^2 *HR^2$$

Donde, HI: índice de calor ; HR: humedad relativa en % ; y T: temperatura del termómetro en grados Fahrenheit (68).

El "wind chill factor", es decir, el factor de enfriamiento, se calcula como el calor del cuerpo que se elimina por el movimiento del aire. Por lo general esto reduce la temperatura sentida (sensación térmica) en comparación con la temperatura real. En condiciones de viento, la temperatura sentida (sensación térmica) es menor que la temperatura real. En condiciones de humedad, la temperatura sentida es más alta que la temperatura real.

HUMEDAD

La humedad del aire se debe al vapor de agua que se encuentra presente en la atmósfera. Un mismo volumen de aire puede contener mayor cantidad de vapor cuanto mayor sea su temperatura. Para una temperatura determinada, el aire puede albergar una cantidad máxima de vapor de agua. Llegado a este punto se dice que el aire está saturado de humedad, y a este valor máximo se denomina punto de saturación.

El vapor procede de la evaporación de los mares y océanos, de los ríos, los lagos, las plantas y otros seres vivos. La cantidad de vapor de agua que puede absorber el aire depende de su temperatura. El aire caliente admite más vapor de agua que el aire frío.

El grado o cantidad de humedad del aire se mide con el higrómetro. Cuando el higrómetro marca el 100% se dice que el aire está saturado, es decir, contiene el máximo de humedad y es incapaz de admitir más vapor de agua.

El vapor de agua tiene una densidad menor que el aire, luego el aire húmedo (mezcla de aire y vapor) es menos denso que el aire seco. El aire caliente que contiene vapor de agua se eleva en la atmósfera. Al llegar a las zonas más frías, el vapor de agua se condensa y forma las nubes (de gotas de agua o cristales de hielo). Cuando estas gotas de agua o cristales de hielo pesan demasiado caen y originan las precipitaciones en forma de lluvia o nieve.

Para indicar la proporción de vapor de agua dentro de un cierto volumen hay diferentes magnitudes:

- La humedad absoluta es la masa total de vapor de agua existente en el aire por unidad de volumen, y se expresa en gramos por metro cúbico de aire (g/m^3).
- La humedad específica mide la masa de agua que se encuentra en estado gaseoso en un kilogramo de aire húmedo, y se expresa en gramos por kilogramo de aire (g/kg).
- La humedad relativa de una masa de aire es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene y la que tendría si estuviera completamente saturada. La humedad relativa del aire depende de la temperatura y la presión del volumen de aire analizado. Su valor varía entre 0 (aire completamente seco) y 100% (aire saturado).

El parámetro más difundido para expresar la humedad del aire es la humedad relativa, que expresa el grado de saturación de humedad que tiene el aire. Se mide calculando la relación que existe entre la cantidad de vapor que tiene y la cantidad máxima que puede contener a esa misma temperatura. Normalmente el aire está parcialmente saturado de humedad. Puede considerarse un ambiente húmedo a partir del 60% y seco por debajo del 40% de humedad relativa. Cuando la humedad relativa es del 100% el aire está completamente saturado de humedad. La humedad relativa describe la cantidad de agua que se transporta por el aire, y es importante para determinar el desarrollo de las nubes y el factor precipitación.

La humedad relativa de un volumen determinado de aire puede cambiar. Puede aumentar si está en contacto con una masa de agua en evaporación, como un río, un lago o el mar. También cambia con la temperatura. En una masa de aire, sin contacto con una fuente de vapor, es decir, con una cantidad de vapor de agua finita, su humedad relativa disminuye si aumenta su

temperatura, debido a que el aire cálido tiene mayor capacidad de contener vapor. Por el contrario, su humedad relativa aumenta si disminuye su temperatura, ya que mientras más frío esté el aire menos cantidad de vapor de agua puede contener. Si la temperatura sigue descendiendo llegará un momento que el aire esté saturado de humedad, es decir, con una humedad relativa del 100%. Es el punto de rocío, a partir del cual si la temperatura sigue descendiendo el vapor de agua se condensa en pequeñas gotas.

Punto de rocío

Cuando la humedad relativa alcanza el valor de 100% se producen fenómenos de condensación. Un ejemplo de ello es el rocío, que se debe a que, cuando la humedad relativa del aire ha alcanzado el 100%, el aire no admite más agua, y se condensa en forma líquida en las superficies de los objetos, hojas, flores, etc.

Lo normal es que la cantidad de agua del ambiente se mantenga constante y, si disminuye la temperatura, la humedad relativa vaya aumentando hasta que llega un momento en que se alcanza el 100%. Si sigue bajando la temperatura, el exceso de humedad (lo que supera el 100%) condensa en agua líquida. Si esto ocurre en el exterior, se formará rocío; y en un local cerrado puede ocurrir en un lugar determinado, como en el vidrio de una ventana que tenga la temperatura de rocío y se condensará el agua en él.

El rocío, en el exterior, se puede producir tanto en invierno como en verano (en este caso en climas continentales, en los que hay gran contraste de temperaturas entre el día y la noche). Cuando este fenómeno ocurre en invierno, con temperaturas por debajo de 0°C, la helada convierte el rocío en escarcha.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Los gases que componen la atmósfera tienen masa y, como consecuencia de la atracción gravitatoria que ejerce la Tierra, tienen peso. La presión

atmosférica sobre un centímetro cuadrado de superficie es el resultado del peso de la columna de aire, de un centímetro de sección, que se encuentra sobre ella.

El aire que nos rodea, aunque no lo notemos, pesa y, por tanto, ejerce una fuerza sobre todos los cuerpos debida a la acción de la gravedad. La presión atmosférica es el peso del aire por unidad de superficie. Dicha presión no sólo se ejerce de arriba abajo sino en todas direcciones. Antiguamente se medía en milímetros de mercurio (mmHg). En la actualidad se prefiere el milibar o el hectopascal, siendo 1 milibar equivalente a 1 hectopascal.

La presión atmosférica depende de muchas variables, como la altitud, la situación geográfica, la temperatura, la humedad y las condiciones meteorológicas. Nuevamente, la Organización Meteorológica Mundial establece las pautas para que todas las medidas registradas en distintos lugares del mundo se efectúen del mismo modo, y, por tanto, puedan ser comparables.

La presión debida a la atmósfera puede medirse de forma relativamente sencilla. Torricelli, un matemático italiano del siglo XVII, llevó a cabo un experimento que ha servido de base para la medición y estudio de la presión atmosférica hasta nuestros tiempos: Torricelli tomó un tubo de vidrio de un metro de largo y cerrado por un extremo. Lo llenó por completo de mercurio, tapó el extremo abierto e introdujo dicho extremo así tapado en una cubeta, también llena de mercurio. Entonces destapó y vio que el tubo empezaba a vaciarse, pasando parte del mercurio a la cubeta. El tubo dejó de vaciarse cuando el desnivel alcanzado entre la cubeta y el tubo alcanzó aproximadamente 76 cm (760 mm). De esto dedujo que tenía que estar actuando una fuerza para impedir que el tubo se vaciara del todo, y pensó que esta fuerza era debida al aire que se encontraba por encima del mercurio de la cubeta. Esa fuerza por unidad de superficie es la llamada Presión Atmosférica.

A nivel del mar la presión atmosférica es de 760 mm de Hg = 1.013 milibares. A medida que aumenta la altura disminuye la presión atmosférica. En la atmósfera, la presión disminuye rápidamente con la altura. A 6 kilómetros la presión es aproximadamente la mitad que la que hay a nivel del mar. A 16 kilómetros la presión disminuye a la décima parte, mientras que a 40 kilómetros es prácticamente cero.

VIENTO

El viento consiste en el movimiento de aire desde una zona hasta otra. Existen diversas causas que pueden provocar la existencia del viento, pero normalmente se origina cuando entre dos puntos se establece una cierta diferencia de presión o de temperatura.

Para la velocidad del viento, hay diferentes unidades de medida: kilómetros por hora (km/h), metros por segundo (m/s), nudos.

El desigual calentamiento de la superficie terrestre y las diferencias de presión que se originan dan lugar a una serie de movimientos compensatorios que se conoce como viento. Sus principales características son la dirección (el lugar de procedencia) y la velocidad. La dirección depende de la distribución y evolución de los centros de presiones: se desplaza desde los centros de alta presión (anticiclones) hacia los de baja presión (depresiones). Su fuerza será tanto mayor cuanto mayor sea el gradiente de presiones.

Los vientos con una velocidad de hasta 1 m/s no son percibidos; a velocidades de entre 1-4 m/s se perciben ligeramente. Por encima de 8 m/s se sienten de manera ostensible.

Para poder disponer de medidas directas de velocidad y dirección del viento, los meteorólogos utilizan distintos instrumentos de medida. Para la medida de la velocidad horizontal del viento el instrumento más utilizado es el anemómetro de cazoletas, en el que el giro de las mismas es proporcional a la

velocidad del viento. La unidad de medida es el km/h o el m/s y para la medida de la dirección se utilizan las veletas, que indican la procedencia geográfica del viento. Hablamos de viento norte, noreste, suroeste, etc. en función de dónde provenga éste.

El viento tiene un efecto refrescante que es inversamente proporcional a la temperatura del aire. A temperaturas ambientales por debajo de la de la piel (36-37 °C) el movimiento del aire causa enfriamiento al aumentar la pérdida de calor corporal de dos formas, puede ser por convección (transmisión de calor por medio de corrientes verticales ascendentes), removiendo la capa de aire caliente que normalmente rodea el cuerpo o puede ser favoreciendo la rápida evaporación del sudor. Cuanto mayor es la velocidad del viento con mayor rapidez se produce la pérdida de calor por ambos mecanismos.

Por el contrario, cuando la temperatura del aire es superior a la de la piel el viento puede aumentar la sensación de calor.

El término wind chill factor se utiliza para describir el efecto combinado de las bajas temperaturas y el viento(69). Un día de invierno con un fuerte viento puede parecer mucho más frío que otro con viento suave o viento en calma aunque la temperatura ambiente sea idéntica. La razón estriba en la mayor pérdida corporal de calor por efecto del viento, mayor cuanto mayor sea la fuerza o velocidad del mismo. Como ejemplo, la percepción de una temperatura ambiental de 5 °C con un viento a 5 km/h es aproximadamente la misma, 4 °C, pero si la velocidad del viento es de 30 km/h la temperatura que el cuerpo percibe es de 0 °C.

PRECIPITACIÓN

La precipitación es el depósito de agua de la superficie de la Tierra, en forma de lluvia, nieve, hielo o granizo.

Todos los valores de precipitación se expresan en milímetros (mm) de líquido equivalente de agua para un intervalo de tiempo. Un milímetro de lluvia corresponde a 1 litro de agua por metro cuadrado de superficie, o alrededor de 10 mm de nieve.

RADIACIÓN SOLAR

La energía transferida por el Sol a la Tierra es lo que se conoce como energía radiante o radiación.

La cantidad de radiación solar recibida en un punto se mide mediante un aparato denominado piranómetro. Consiste en un sensor encerrado en un hemisferio transparente que transmite toda la radiación de longitud de onda inferior a 3×10^{-6} metros. Dicho sensor tiene un disco con segmentos blancos y negros alternados que absorben la radiación incidente de modo distinto. El contraste de temperatura entre esos segmentos se calibra en función del flujo de radiación (unidades de W/m^2).

Otro modo de tener una estimación de la radiación solar recibida es mediante la medición del número de horas de sol. Para ello se utiliza un instrumento llamado heliógrafo. Éste está formado por una esfera de vidrio orientada hacia el sur geográfico, que actúa como una gran lupa, concentrando toda la radiación recibida en un punto incandescente que va quemando una cinta de un papel especial graduada con las horas del día.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos. Está equipada con los principales instrumentos de medición, entre los que se encuentran los siguientes:

- Anemómetro, mide la velocidad del viento.
- Veleta, que señala la dirección del viento.
- Barómetro, que mide la presión atmosférica.
- Heliógrafo, que mide la insolación recibida en la superficie terrestre.
- Higrómetro, que mide la humedad.
- Piranómetro, que mide la radiación solar.
- Pluviómetro, que mide el agua caída.
- Termómetro, que mide la temperatura.

Estos instrumentos se encuentran protegidos en una casilla ventilada, denominada abrigo meteorológico o pantalla de Stevenson, la cual mantiene la luz solar directa lejos del termómetro y al viento lejos del higrómetro, de modo que no se alteren las mediciones de éstos.

Cuanto más numerosas sean las estaciones meteorológicas, más detallada y exacta será la información meteorológica. Las estaciones meteorológicas cuentan con personal especializado, aunque también hay estaciones automáticas ubicadas en lugares inaccesibles o remotos, como regiones polares, islotes deshabitados o cordilleras. Además existen fragatas meteorológicas, barcos que contienen a bordo una estación meteorológica muy completa y a los cuales se asigna una posición determinada en pleno océano. Con el gran crecimiento de la población urbana desde fines del siglo XIX, la mayor parte de las estaciones meteorológicas están actualmente situadas en zonas urbanas, bien porque se ubican en ciudades nuevas o bien porque se encuentran en poblaciones rurales absorbidas por los grandes núcleos urbanos en su proceso de expansión.

PREVISIÓN DEL TIEMPO

Varias veces por día, a horas fijas, los datos procedentes de cada estación meteorológica, de los barcos y de los satélites llegan a los servicios regionales encargados de centralizarlos, analizarlos y explotarlos. Y así poder realizar una previsión del tiempo para los días venideros. Como las observaciones se repiten cada 3 horas (según el horario sinóptico mundial), la sucesión de los mapas y diagramas permite apreciar la evolución sinóptica: se ve cómo las perturbaciones se forman o se resuelven, si están subiendo o bajando la presión y la temperatura, si aumenta o disminuye la fuerza del viento o si cambia de dirección, si las masas de aire que se dirigen hacia una región son húmedas o secas, frías o cálidas, etc. Pero la realidad es que la atmósfera es una gigantesca masa gaseosa tridimensional, turbulenta y en cuya evolución influyen tantos factores que cualquiera de ellos puede ejercer de modo imprevisible una acción preponderante que trastorne la evolución prevista en toda una región. Así, la previsión del tiempo será más segura cuanto menor es la anticipación y más reducido el espacio a que se refiere.

Asociación entre el tiempo atmosférico y las enfermedades

“Todo aquel que quiera estudiar medicina correctamente debe conocer las siguientes materias:

Primero, debe tener en cuenta los efectos de cada estación del año, y las diferencias que existen entre ellas. En segundo lugar, debe estudiar los vientos fríos y los cálidos, tanto los que son comunes a todos los países, como los que son propios de cada región...”.

Hipócrates. Tratado de los aires, las aguas y los lugares.

La relación de los fenómenos meteorológicos, especialmente la temperatura, con la salud es conocida desde los comienzos de la historia.

Algunos pacientes refieren variaciones de los síntomas con los cambios del tiempo, no obstante esta asociación tanto con la presión barométrica, con las precipitaciones y con los cambios de temperatura exterior no son tan claras.

RELACIÓN ENTRE TEMPERATURA Y MORTALIDAD

El aumento de la mortalidad en invierno es un fenómeno bien conocido que ha sido examinado en un número importante de estudios desde hace años (70).

Se han encontrado asociaciones a corto plazo entre temperatura ambiente extrema fría y caliente y un aumento de la mortalidad a nivel mundial (71).

La realidad del cambio climático ha hecho aumentar el interés sobre el impacto en salud de las condiciones meteorológicas. Y una meta importante

en investigación es estimar el impacto en salud pública de las temperaturas extremas.

La relación a corto plazo entre temperatura y morbilidad/mortalidad está bien establecida. Los umbrales de calor y frío en los cuales se incrementa la mortalidad varía dependiendo de las localidades, teniendo el umbral más alto aquellos lugares con climas más templados que los lugares con climas más fríos (72,73).

Los resultados del estudio de Goggins (71) dicen que los años con mayor frecuencia y severidad de periodos de tiempo de frío y calor extremo tienden a tener más mortalidad que los años con distribución de temperaturas diarias más moderadas.

El umbral al cual el impacto del calor y el frío afecta a la mortalidad depende del clima del lugar estudiado, influyendo la adaptación, tanto psicológica como ambiental de la población (por ejemplo, el uso de aire acondicionado o calefacción).

CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD

El clima mundial está cambiando debido al calentamiento de la Tierra. El cambio climático influye en los determinantes sociales y medioambientales de la salud.

Este cambio puede afectar a la salud humana de diversas maneras, por ejemplo, alterando el ámbito geográfico y la estacionalidad de algunas enfermedades infecciosas, perturbando los ecosistemas de producción de alimentos y aumentando la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos.

La medición de los efectos sanitarios del cambio climático sólo puede hacerse de forma aproximada. En una evaluación llevada a cabo por la OMS (74)

teniendo en cuenta sólo algunas de las posibles repercusiones sanitarias, y asumiendo un crecimiento económico y progresos sanitarios continuados, se concluyó que según las previsiones, el cambio climático causará anualmente unas 250000 defunciones adicionales entre 2030 y 2050; 38000 por exposición de personas ancianas al calor; 48000 por diarrea; 60000 por paludismo; y 95000 por desnutrición infantil.

A pesar de ser un tema conocido desde hace mucho tiempo, el estudio de la relación entre los fenómenos meteorológicos y la salud continua siendo un campo de investigación de interés.

TIEMPO ATMOSFÉRICO Y DOLOR ARTICULAR

Durante siglos, la gente ha creído que el dolor articular está influenciado por el tiempo atmosférico. Los pacientes con dolor crónico con frecuencia nos cuentan que su dolor y rigidez están influenciados por cambios en el tiempo. Hay incluso pacientes con enfermedad articular que afirman que la relación es tan real que pueden predecir los cambios climáticos por sus síntomas (75). En contraste, la ciencia no ofrece ninguna prueba. La gran cantidad de publicaciones sobre los efectos del tiempo en las articulaciones no ha logrado un gran conocimiento de esta relación. La mayoría de los trabajos son estudios de casos anecdóticos o estudios con tamaños muestrales pequeños. Por lo tanto, el número de estudios que contribuyen a la comprensión de los efectos reales del tiempo meteorológico sobre la artrosis es pequeño. Además, las conclusiones de estos estudios no son unánimes.

Se ha dudado de que los pacientes con reumatismo puedan predecir el tiempo debido a su dolor. La afirmación ha sido estudiada científicamente desde el siglo XIX (76,77).

Se han encontrado correlaciones entre el dolor de la artritis reumatoide y la temperatura y la humedad relativa (78,79). McGorry et al demostraron una relación entre el dolor de la espalda y la temperatura (80).

Se han encontrado correlaciones positivas entre humedad relativa y dolor en artrosis y artritis reumatoide, humedad y rigidez en artritis reumatoide y nubosidad, humedad y dolor en artritis reumatoide (79,81–83).

Los pacientes con fibromialgia a menudo informan que las condiciones meteorológicas influyen en su dolor. De hecho, la sensibilidad climática es un criterio mayor para el diagnóstico de fibromialgia. Guedj y Weinberger (84) encontraron que la presión barométrica afectaba positivamente al dolor fibromiálgico, mientras que otros autores no encontraron asociaciones (85–87).

No obstante, varios otros trabajos no han encontrado asociación entre el tiempo y el dolor reumático (88–90).

En resumen, los estudios en este campo han producido resultados en diferentes sentidos. Parece que la percepción subjetiva de la sensibilidad al tiempo a menudo es mayor de lo que ha sido posible demostrar objetivamente. Aikman (81) observó una gran discrepancia entre las medidas objetivas del dolor en pacientes con artritis reumatoide y artrosis y su sensibilidad subjetiva al tiempo.

Muchas personas creen que las condiciones meteorológicas pueden influir en el dolor articular, aunque la ciencia no nos ofrece pruebas. Si este fenómeno fuera real, la relación causal podría proporcionar pistas que nos ayudarían al tratamiento del dolor articular. La literatura sobre el tema es escasa, conflictiva y vulnerable a sesgos. La relación entre el dolor experimentado y las variables externas objetivables puede ser altamente individual. Sin embargo, para los pacientes que creen que el tiempo puede influir en su dolor, las causas pueden ser desconocidas, pero el efecto es real.

Varias revisiones anteriores han tratado de resumir la literatura sobre la relación del tiempo atmosférico y los síntomas de los pacientes con enfermedades reumáticas (33,91–95). Sin embargo, no se ha realizado una

revisión sistemática (es decir, con una búsqueda bibliográfica exhaustiva, evaluación de la calidad metodológica y un informe transparente de consideraciones metodológicas) sobre la posible asociación entre las variables meteorológicas y el dolor articular en la artrosis.

El objetivo de la presente revisión es localizar, evaluar críticamente y sintetizar los resultados de estudios que han reportado datos sobre cómo los niveles de dolor se ven afectados por variables climáticas en pacientes con artrosis.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS

Las variaciones meteorológicas influyen en las características clínicas del dolor en los pacientes diagnosticados de artrosis.

OBJETIVOS

El objetivo de esta revisión es localizar, evaluar críticamente y sintetizar los resultados de los estudios que han recogido datos de cómo el grado de dolor se ve modificado por variables meteorológicas en los pacientes diagnosticados de artrosis.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los estudios originales que analizan la asociación y el posible impacto de la meteorología sobre indicadores clínicos de la artrosis.
2. Valorar la calidad de los estudios en relación al tipo de diseño utilizado mediante herramientas de lectura crítica validadas.
3. Describir los estudios y los principales resultados en relación al cuadro clínico, la meteorología (indicadores) y los resultados de su asociación.
4. Llevar a cabo un metaanálisis en caso de obtener un número suficiente de estudios comparables con una homogeneidad aceptable.
5. Proponer, en base a los estudios revisados, una propuesta de metodología para realizar un estudio de panel que ponga a prueba la hipótesis planteada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar la revisión sistemática se ha seguido el documento de consenso MOOSE(96) sobre cómo realizar un metaanálisis de estudios observacionales.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Para realizar la revisión sistemática se incluyeron todos los estudios longitudinales observacionales con datos de grado de dolor y de variables meteorológicas en pacientes diagnosticados de artrosis.

Variable dependiente: dolor articular.

Variables independientes: datos meteorológicos y definiciones de exposición meteorológica.

Los estudios que incluían diferentes patologías se incluyeron sólo si los datos de artrosis fueron recogidos por separado. Se excluyeron aquellos estudios de ataques de dolor, niveles de dolor en diferentes meses del año, estudios que compararan niveles de dolor en diferentes climas, estudios de tratamientos termales, estudios realizados en ambientes controlados (como en una cámara climática), estudios sin datos de exposición, cartas al editor y artículos de opinión.

Por variables meteorológicas entendemos aquellas recogidas por estaciones meteorológicas.

Se buscaron estudios de todas las localizaciones geográficas y en todos los idiomas. La herramienta Google Traductor fue utilizada para seleccionar los artículos que no estaban escritos en inglés o español.

En cuanto a la fecha de publicación de los trabajos no hubo restricción temporal. La última búsqueda se realizó en diciembre de 2016, de manera que la revisión estuviera lo más actualizada posible.

No se aplicaron otros límites a la búsqueda.

SELECCIÓN DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Seleccionamos las fuentes de información adecuadas para encontrar este tipo de estudios: Medline, Embase, Web of Science, Scopus, Cinahl, Cochrane Library y Teseo.

Se revisaron las listas de referencias de los artículos seleccionados para buscar citas relacionadas de manera manual. Y desde la página de Web of Science se consultó la lista de los artículos que compartían las mismas citas de los artículos incluidos en el estudio. Se contactó con algunos autores para conseguir los textos completos.

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Las estrategias de búsqueda se plantearon priorizando la exhaustividad (fracción de documentos relevantes recuperados respecto al total de relevantes en la base de datos) sobre la precisión (fracción de documentos relevantes sobre el total de documentos recuperados). Se utilizaron los tesauros para Medline (Mesh) y Embase (Emtree). Para el resto de bases de datos se realizaron búsquedas en texto libre con truncamientos (Tabla 11).

Tabla 11. Estrategia de búsqueda

Bases de datos	Estrategia de búsqueda
PubMed (Mesh)	("Climate" [Mesh] AND "Osteoarthritis"[Mesh] ("Weather"[Mesh] AND "Osteoarthritis"[Mesh] systematic[sb] AND (("Weather" [Mesh] AND "Pain"[Mesh]
Embase (Emtree)	'osteoarthritis'/exp AND 'meteorological phenomena'/exp
Web of Science	TS=((climate OR weather OR temperature OR "atmospheric pressure" OR "relative humidity" OR meteorology OR "environmental factors") AND (osteoarthritis))
Scopus	climate AND osteoarthritis en "Article, Abstract, Keywords" osteoarthritis AND weather en "Article, Abstract, Keywords" weather AND pain en "Article, Abstract, Keywords" y marcando en "Document type": REVIEW weather AND pain en "Article, Abstract, Keywords" y marcando en "Document type": ARTICLES
Cinahl	MH"Osteoarthritis+" AND MH"Metorological Factors+"
Cochrane Library	osteoarthritis AND climate osteoarthritis AND weather pain AND weather osteoarthritis AND temperature
Teseo	Artrosis

IDENTIFICACIÓN DE DOCUMENTOS RELEVANTES

Los listados resultantes de la búsqueda bibliográfica incluían el título y/o el resumen (en la mayoría de artículos) y fueron utilizados para realizar una primera identificación de documentos relevantes. La doctoranda realizó esta

fase y otro investigador realizó una revisión independiente para evaluar la fiabilidad de la identificación.

Todos aquellos artículos considerados como relevantes fueron recuperados a texto completo. De los artículos recuperados a texto completo se seleccionaron los que cumplían los criterios de inclusión para extraer los datos.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

La calidad metodológica de los estudios incluidos fue evaluada independientemente por la doctoranda y otro investigador utilizando una lista de verificación modificada de Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale for Cohort Studies (95,97).

La escala Newcastle-Ottawa analiza la calidad de los estudios en tres apartados: selección, comparabilidad y resultado. La selección valora si la muestra es representativa de la población de interés, y si la exposición fue correctamente medida. La comparabilidad evalúa si la cohorte de expuestos y no expuestos es comparable. En nuestra revisión la comparabilidad no es relevante y por ello se adaptó la escala. El resultado mide cómo se recoge el resultado y si el seguimiento fue suficientemente largo.

En nuestro trabajo el apartado selección de la escala que analiza la calidad de los estudios hace referencia a la representatividad y a la exposición. La representatividad nos informa de si la muestra representa verdaderamente a pacientes con artrosis y la exposición evalúa si las condiciones meteorológicas fueron medidas en una estación meteorológica y los participantes estuvieron expuestos a ellas, es decir, que los pacientes vivían en la zona que abarca la estación meteorológica donde se midieron las variables.

En el apartado resultado medimos dos aspectos, el cegamiento y la duración de la medición meteorológica. Para este tipo de estudios sería conveniente que los participantes no conocieran el objetivo del estudio hasta el final, debido a que se podrían ver influenciados por el tiempo atmosférico en el momento de rellenar el informe de dolor correspondiente, basándose en sus propias percepciones preconcebidas. Y por ello, este aspecto es el que se recoge en el apartado de cegamiento. La duración de la medición meteorológica nos indica el periodo de tiempo en el que se desarrolla el estudio, sería preferible tener datos de todo un año completo (4 estaciones) pero es aceptable periodos de tiempo con suficiente variación, como pueden ser invierno junto a primavera y/o verano o verano junto a otoño y/o invierno.

Además, para evaluar la calidad, se ha adaptado la escala recogiendo otros dos apartados, que son el diagnóstico y el seguimiento. El diagnóstico mide si el diagnóstico de artrosis de los participantes en cada estudio se ha hecho de acuerdo a criterios diagnósticos validados. Y el último apartado de seguimiento informa del seguimiento de los participantes, teniendo en cuenta si los datos analizados fueron de participantes que contestaron los cuestionarios en las evaluaciones propuestas.

DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS

Para cada estudio describimos la muestra (número de participantes, porcentaje de mujeres, media de edad y diagnóstico), los datos de las variables resultado (dolor, rigidez, funcionalidad, depresión,...) y las variables independientes (datos meteorológicos).

Los datos de los estudios seleccionados para la revisión sistemática se resumirán en una tabla con los siguientes datos:

- Variables sociodemográficas: edad, sexo, localidad de residencia.

- Diagnóstico: localización de la artrosis, criterios diagnósticos utilizados.
- Variables meteorológicas. Se realizó un listado de las variables meteorológicas recogidas por una estación meteorológica en cada estudio (tipo de variable, unidades, número de días, momento del día).
- Indicador de resultado (dolor): escala de medida de dolor, número de episodios de dolor, momento del día, frecuencia de recogida de datos, formato en que se recoge la variable resultado (cuestionarios autoadministrados, diarios, cuestionarios on-line, entrevista personal,...).
- Análisis estadísticos empleados en cada estudio.
- Resultados, mostrando aquellos resultados estadísticamente significativos.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se extrajo la información sobre la correlación entre el dolor y las variables meteorológicas para cada estudio. En los casos en los que el estudio original no informaba sobre la correlación, se realizó una estimación.

Se analizaron los datos a nivel individual con las asociaciones significativas entre el dolor y el tiempo atmosférico.

A nivel agregado se realizó un metaanálisis de las correlaciones entre el dolor y las variables más estudiadas (temperatura, presión atmosférica y humedad relativa). Se optó por un modelo de efectos fijos o aleatorios en relación al grado de inconsistencia o heterogeneidad estimado por el estadístico I^2 .

Para el metaanálisis de los coeficientes de correlación usamos el método de Schmidt-Hunter al ser considerado que es el que ofrece estimaciones menos sesgadas (98). El metaanálisis se realizó con el programa estadístico StatsDirect 3.1.0.

RESULTADOS

La búsqueda identificó 1727 estudios de los cuales 1627 fueron claramente no relevantes, y 100 estudios fueron obtenidos a texto completo. De la revisión manual de las referencias de los artículos se añadieron 21 artículos más al grupo de artículos que cumplían los criterios de inclusión. Tras leer los textos completos, 105 publicaciones fueron excluidas. Las razones de la exclusión fueron: el tipo de publicación (revisión narrativa, editorial, cartas al director, artículos de opinión [n=29]), pacientes sin diagnóstico de artrosis (n=23), datos de pacientes con artrosis no recogidos individualmente (n=7), ausencia de datos de tiempo atmosférico (n=13), ausencia de datos de dolor (n=1), datos repetidos de otros estudios (n=10) y objetivos del estudio diferentes del nuestro (prevalencia de la enfermedad, variaciones estacionales del dolor, cámara climática controlada, sensibilidad al tiempo [n=22]) (Figura 2).

Todos los artículos estaban escritos en inglés, excepto uno que estaba en polaco y se tradujo para obtener los datos(99).

En esta revisión sistemática se han revisado 16 estudios publicados entre 1985 y 2016(34,35,84,90,99–110) (Tabla 12). El número total de pacientes han sido 2158. El rango de edad estaba entre los 45 y los 93 años, con una media de edad de 66,2. Los estudios han sido realizados en 17 países diferentes: Alemania, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Israel, Italia, Polonia, Reino Unido, Suecia y Turquía. Sólo un estudio es multicéntrico (108), realizado con pacientes de cinco países europeos: Alemania, España, Holanda, Italia, Reino Unido y Suecia.

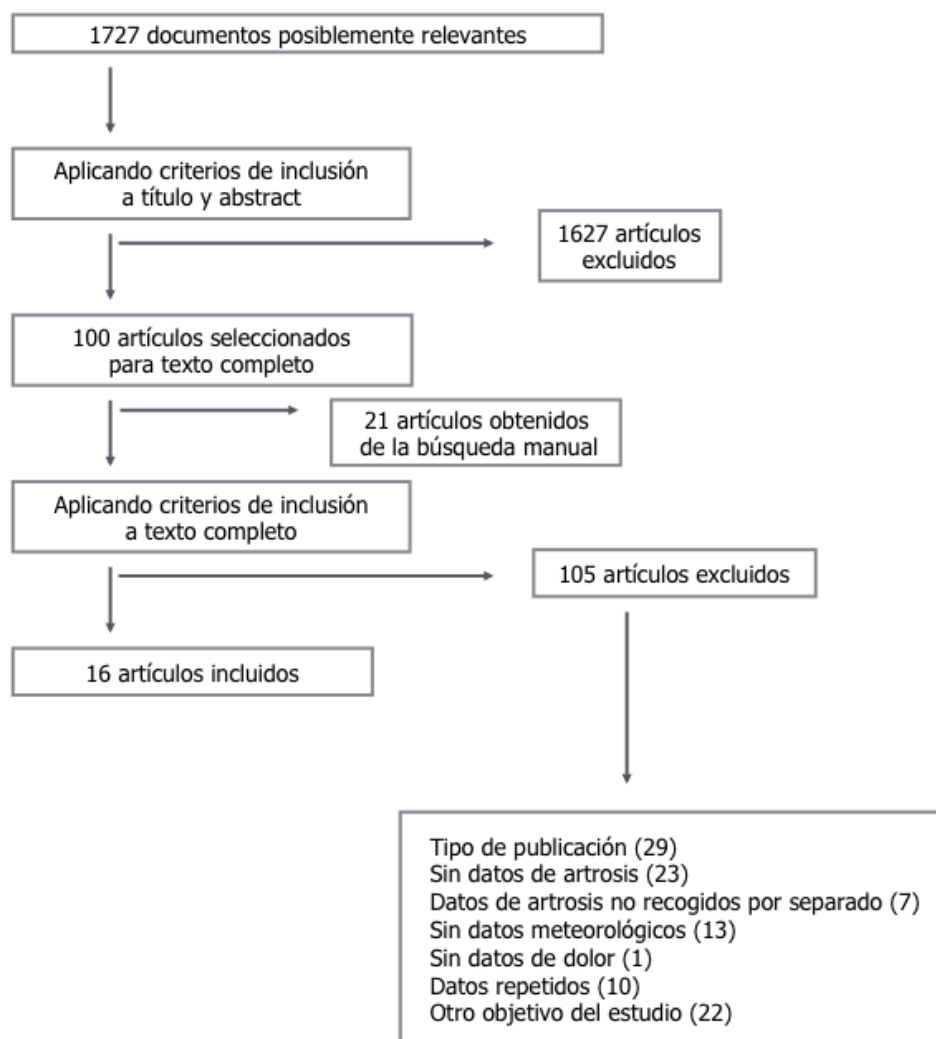


Figura 2. Diagrama de flujo

El seguimiento de los pacientes en los trabajos abarca desde 1 mes hasta 2 años. El número de pacientes incluidos en cada estudio oscila desde los 10 pacientes con artrosis de rodilla del estudio de Cay et al. (100) hasta los 810 participantes en el estudio de Timmermans et al. (108). Se han estudiado pacientes con artrosis en diferentes articulaciones: cadera, rodilla, mano,

cervicales, hombro y pie. La mayoría de los pacientes se seleccionaron para los estudios basando su diagnóstico en los criterios del American College of Rheumatology (51).

Tabla 12. Características de los estudios incluidos en la revisión

Referencia	Ámbito geográfico-temporal	Pacientes	Variables meteorológicas	Indicadores resultado	Análisis	Resultados ¹	Conclusiones
Brennan et al. 2012 (35)	Irlanda	53 artrosis de cadera grado 3-4 Tonnis Ciegos a la hipótesis del estudio	.Temp (°C) .PA _t (mmHg) .Lluvia (mm) Medición diaria	Dolor (EVA) Diario durante 28 días, cada mañana antes de tomar analgésicos y hacer ejercicio. Cuestionario	Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) Considera las diferencias entre cada día y el día previo en Temp y PA _t	Diferencia de PA _t entre días Estimación= 1,02	Hay relación entre la fluctuación de la PA _t y la severidad del dolor. La probabilidad de tener mayor dolor es de 1,02 con cada cambio de 1 unidad en la diferencia absoluta de PA _t con el día anterior.
Cay et al. 2011 (100)	Antalya, Turquía Dic 2005-Jul 2006	10 artrosis rodilla 63.6±6.8 años Diagnóstico criterios ACR Ciegos a la hipótesis del estudio	.Temp (°C) .PA _t (Mb) .HR % .Viento (m/s) .Lluvia (kg/m ²) .Sol (h) .Evaporación (l) Medición diaria	Dolor (EVA) Diario durante 8 meses Diario con preguntas	Correlación de Spearman Regresión múltiple Datos meteorológicos del día anterior y posterior al informe de dolor para evaluar la respuesta anticipatoria o reactiva del dolor frente al tiempo.	Para el mismo día: Temp media r=-0.282 HR r=0.150 Sol r=-0.242 PA _t r=0.130 Evaporación r=-0.232 Lluvia r=0.109 Temp media del día anterior B=-0,102 Sol día anterior B=-0,112 Sol día posterior B=-0,104 Temp media del día anterior contribuye un 9% al dolor R ² =0.092	La evidencia estadística de la asociación entre artrosis y tiempo es muy pequeña.

Referencia	Ámbito geográfico-temporal	Pacientes	Variables meteorológicas	Indicadores resultado	Análisis	Resultados ¹	Conclusiones
de Figueiredo et al. 2013 (101)	Campina Grande, Brasil Jul y Nov 2009	32 artrosis mano 62±8,8 años (45-77 años) Diagnóstico criterios ACR Ciegos a la hipótesis del estudio	.Temp (°C) .PA _t (hPa) .HR % .Lluvia (mm) Medición el día que completan el cuestionario, el día anterior y el posterior	Dolor (EVA) Lunes-Miércoles-Viernes 840 informes de dolor Cuestionario autoadministrado	Correlación de Pearson Regresión múltiple Analizan paciente por paciente	No asociación	El dolor no se asocia con el tiempo atmosférico.
Deftereou et al. 2011 (102)	Grecia	26pacientes	.Temp .PA _t .HR Medición el día del incidente de aumento del dolor, 5 días antes y después	Incidentes de aumento de dolor (EVA) Diario durante 11 semanas	Correlación Regresión múltiple	Temp r=-0,190 HR r=0,218 cambio HR 24 h antes r=0,028 cambio HR 48h antes r=0,189 HR b=0,213 Temp b=-0,409 HR 24h antes b=0,173	Las condiciones del tiempo y sus cambios se asocian con la gravedad y la frecuencia de dolor articular
Dorleijn et al. 2014 (103)	Rotterdam, Holanda	222 artrosis cadera 63,4 años DE 9 69,4% mujeres Diagnóstico criterios ACR	.Temp (°C) .HR (%) .PA _t (hPa) .Viento (m/s) .Lluvia (mm) .Sol (h) Medición el día que completan el cuestionario	Dolor (subescala WOMAC, 0-100) Evaluación cada 3 meses durante 2 años (9 informes) Cuestionario autoadministrado	Modelo mixto lineal para medidas repetidas	HR Estimación =0.1 (0,0-0,2)	Por cada aumento de 10% en la humedad relativa, la puntuación WOMAC de dolor se incrementó en 1,0 en una escala de 0 a 100. La magnitud de la asociación es pequeña y clínicamente no relevante: mayor humedad, mayor dolor

Referencia	Ámbito geográfico-temporal	Pacientes	Variables meteorológicas	Indicadores resultado	Análisis	Resultados ¹	Conclusiones
Ferreira et al. 2016 (104)	Australia Junio 2012-Julio 2014	171 artrosis de rodilla 61,7 años DE 8,7 64% mujeres Diagnóstico clínico y radiológico Ciegos a la hipótesis del estudio	.Temp (°C) .HR (%) .PA _t (hPa) .Lluvia (mm) Mediciones: periodos de riesgo, periodos control y 3 días anteriores	Dolor (EVA) Episodios de exacerbación de dolor ³ durante 3 meses. Cuestionario on-line.	Casos cruzados Regresión logística condicional 1 periodo de riesgo: episodio de exacerbación de dolor. 4 periodos control: mismo día de la semana que el episodio de exacerbación de dolor, en bloques de 35 días.	No asociación	No hay asociación entre tiempo atmosférico y riesgo de exacerbación de dolor en artrosis de rodilla
Guedj & Weinberger 1990 (84)	Israel 5 Ene-23 May 1987	24 artrosis mano 61 años Diagnóstico clínico y radiológico	.Temp .HR .AP _t .Lluvia Medición diaria diurna	Dolor (cuestionario dolor-tumefacción) Diario durante 4 semanas, cada mañana	Análisis discriminante	Dolor se afecta positivamente por Temp, lluvia y PA _t (p<0.05)	Estos resultados apoyan la creencia de la mayoría de los pacientes reumáticos que las condiciones climáticas influyen significativamente en sus síntomas.
Janus et al. 2005 (99)	Varsovia, Polonia 6 May 2002-16 Abr 2003	29 artrosis rodilla 21 artrosis cadera 71,4±9 años 37m/13h Diagnóstico criterios ACR	.Temp (°C) .HR (%) .PA _t (hPa) Medición cada 3h	Dolor (EVA) Diario durante 14 días, cada noche	ANOVA Análisis estático (media de las variables meteorológicas) Análisis dinámico (fluctuaciones)	Mayor dolor a una Temp más baja que la Temp media del período de prueba. Mayor dolor con cambio mayor que cambio promedio en Temp, PA _t y HR.	Mayor dolor con Temp más baja y cuando los cambios de Temp, HR y PA _t fueron mayores.

Referencia	Ámbito geográfico-temporal	Pacientes	Variables meteorológicas	Indicadores resultado	Análisis	Resultados ¹	Conclusiones
Laborde et al. 1986 (105)	Estados Unidos 2 muestras: rural y urbana Chicago, Illinois (muestra urbana) 5 Sept-16 Dic 1981 Grand Forks, N Dakota (muestra rural) 6 Oct 1983-29 Feb 1984	126 artrosis Muestra Urbana: 62m/12h Grupo 1: 37 sensibles al tiempo 70,43 años DE 7,58 Grupo 2: 37 no sensibles 70 años DE 8,17 Muestra Rural: 50m/2h Grupo 3: 26 sensibles al tiempo 81,61 años DE 7,89 Grupo 4: 26 no sensibles 81.12 años DE 7.81	.Temp .HR .PAt .Lluvia .Velocidad Viento .Sol (min) Medición el día que completan el cuestionario	Dolor (McGill Pain Questionnaire) Una sola entrevista telefónica	Análisis de regresión múltiple	Grupo 1, Lluvia $r=-0.36$ Grupo 2, Viento $r=0.35$	La lluvia afecta el grado de dolor en aquellos que viven en la ciudad y se definen como sensibles al tiempo. La velocidad del viento se correlaciona con el dolor en los pacientes urbanos no sensibles al tiempo.
McAlindon et al. 2007 (34)	Estados Unidos Mar 2000-May 2003	200 artrosis rodilla 60 años DE 9,4 64% mujeres Diagnóstico criterios ACR Ciegos a la hipótesis del estudio	.Temp .HR .PAt .Lluvia .Punto de rocío Medición 7 días consecutivos antes del informe de dolor	Dolor (subescala WOMAC, Likert version) 7 evaluaciones Cuestionario on-line cada 2 semanas durante 3 meses	Modelo mixto lineal Analiza la exposición de 2 formas: . valores ambientales a corto plazo (media de los 3 días anteriores al informe de dolor), . cambios (diferencia entre el día anterior y el día del informe de dolor)	Temp Ambiente coeficiente= -0,01 Cambios en PAt coeficiente= 1,14	La magnitud de los efectos fue pequeña en relación con los cambios en el dolor. (aumento en la escala de dolor de 0,1 por cada disminución de 10°F en la temperatura) Una Temp ambiente más fría y un aumento en Pat se asocian con mayor dolor.

Referencia	Ámbito geográfico-temporal	Pacientes	Variables meteorológicas	Indicadores resultado	Análisis	Resultados ¹	Conclusiones
Peultier et al. 2016 (106)	Francia	113 artrosis rodilla 65,3 años DE 9,2 78 mujeres Diagnóstico criterios ACR	.Temp (°C) .HR (%) .PA _t (hPa) .Viento (km/h) .Lluvia en 1 hora (mm) .Sol (h) Medida diurna (8:00-12:00 am) y medida 24h	Dolor (EVA) 8:00-12:00 am Una sola visita médica	Regresión lineal múltiple	Medidas diurnas Temp mínima B=0,208 Medidas 24h Temp máxima B=0,298 HR mínima B=0,238	El dolor aumenta cuando la temperatura mínima aumenta por la mañana y cuando la temperatura máxima o la humedad mínima se incrementan durante el día. El efecto de la humedad en el dolor de las articulaciones es mayor cuando la temperatura aumenta.
Sibley 1985 (90)	Canadá	35 pacientes 65 años (45-83) 29m/6h Diagnóstico clínico y radiológico Ciegos a la hipótesis del estudio	.Temp .HR .PA _t .Lluvia .Cubierta de nubes Medida diaria de 8:00-12:00	Dolor (EVA) Diario durante 31 días a media mañana Cuestionario autoadministrado	Análisis de correlación	No asociación	Los resultados sugieren que, en contra de los que piensan la mayoría de los pacientes artrósicos, las condiciones meteorológicas externas no influyen significativamente en los síntomas de la artrosis.
Strusberg et al. 2002 (107)	Córdoba, Argentina 1 Ene-31 Dic 1988	52 pacientes 65,85 años DE 9,7 48m/4h Diagnóstico criterios ACR Ciegos a la hipótesis del estudio	.Temp .HR .PA _t Medida diaria 3:00 y 9:00 am y pm	Dolor (EVA) Diario durante 365 días, cada noche Cuestionario autoadministrado	Análisis de correlación Analiza: . día del informe de dolor . cambios (3 días anteriores y posteriores al informe de dolor)	Temp r=-0,23 HR r=0,24	El dolor en artrosis se correlaciona con bajas temperaturas y alta humedad. No correlación entre variables meteorológicas en días previos y posteriores con dolor o sensibilidad al tiempo, descartando el valor predictivo de esas variables.

Referencia	Ámbito geográfico-temporal	Pacientes	Variables meteorológicas	Indicadores resultado	Análisis	Resultados ¹	Conclusiones
Timmermans et al. 2015 (108)	Alemania, España, Holanda, Italia, Reino Unido y Suecia Dic 2010-Feb 2013	810 pacientes 65-85 años 74,0 años DE 5,0 556 m (68,6%) 240 artrosis mano 367 rodilla y/o cadera 203 mano + rodilla y/o cadera Diagnóstico criterios ACR Ciegos a la hipótesis del estudio.	.Temp (°C) .PAAt (hPa) .HR % .Lluvia (mm) .Velocidad Viento (m/s) Medida diaria	Dolor (EVA) Diario durante 2 semanas en t0, t1 (a los 6 meses) y t2 (a los 12-18 meses) (42 días en total). Cuestionario on-line.	Modelo de regresión multinivel (ajustado por sexo, edad, país, depresión, medicación) Analiza: . media diaria variables meteorológicas del día del informe de dolor . media de 3 días anteriores al informe de dolor . cambios entre días consecutivos en variables meteorológicas y en dolor	Media diaria lluvia, B=-0,006 ES=-0,034 Media diaria HR, B=0,005 ES=0,068 Media de 3 días anteriores HR, B=0,004 ES=0,052	La humedad se asocia positivamente con el dolor articular. El efecto de la humedad en el dolor es mayor en climas más fríos. El efecto de las variables meteorológicas en el dolor es pequeño.
Vergés et al. 2004 (109)	Barcelona, España	80 pacientes Ciegos a la hipótesis del estudio	.Temp .HR .PAAt	Dolor (EVA) Diario durante 31 días Cuestionario	Regresión logística binaria	PAAt OR=0,793	Los pacientes con artrosis experimentan aumento de dolor en las articulaciones en respuesta a una disminución de la presión
Wilder et al. 2003 (110)	Florida, EEUU Jun 1998-Ene 2002	154 pacientes Artrosis en cervicales, mano, hombro, rodilla y pies 72 años (49-90) 71% mujeres Diagnóstico criterios KL Ciegos a la hipótesis del estudio	.Temp (°C) .PAAt (mmHg) .Lluvia (cm) Medición el día que completan el cuestionario, el día anterior y el posterior Medición 3 días consecutivos anteriores	Dolor (EVA) Semanal previo ejercicio durante 19-23 meses	Análisis de correlación Análisis de regresión Análisis de series temporales	Nivel de lluvia el día anterior rho=0,15 Aumento de la PAAt se asocia con mayor dolor en mujeres con artrosis de mano (p<0,001)	El tiempo atmosférico se asocia de forma bastante modesta con el dolor de la artrosis.

¹ Resultados estadísticamente significativos, ² Estimación indica la magnitud del cambio en la puntuación del dolor que se espera por cada cambio de 1 unidad en la variable de interés, ³ Define exacerbación de dolor como el aumento ≥ 2 , en la escala numérica 0-10, sobre el dolor más leve informado por el paciente al inicio del estudio.
ACR American College of Rheumatology, B coeficiente de regresión, DE desviación estándar, EVA escala visual analógica, HR humedad relativa, KL Kellgren y Lawrence, PAAt presión atmosférica, r coeficiente de correlación, Temp temperatura.

Seis estudios contienen pacientes con otras patologías, además de pacientes con artrosis (84,90,100,102,107,109). La segunda patología más frecuentemente estudiada ha sido la artritis reumatoide. Otras enfermedades valoradas fueron espondiloartropatías, artritis reumatoide juvenil, artritis psoriásica, enfermedad de Behcet, lupus eritematoso sistémico o fibromialgia (Tabla 13).

En cinco estudios la variable resultado fue únicamente el dolor en la articulación con artrosis (34,35,102,104,110), y en los restantes nueve trabajos valoraron otros indicadores de resultado además del dolor, como rigidez (99–101), funcionalidad (84,99–101,103,105,109), tratamiento para el dolor (100,108), depresión (100,108), sensibilidad al tiempo (90,100,105,107) o posturografía (106) (Tabla 14).

Tabla 13. Patologías estudiadas

Autor	Artrosis	Espondilitis Anquilosante	Artritis Reumatoide	Artritis Reumatoide Juvenil	Artritis Psoriásica	Enfermedad de Behcet	Lupus Eritematoso Sistémico	Fibromialgia
Brennan	+							
Cay	+	+	+					
de Figueiredo	+							
Deftereou	+		+	+				
Dorleijn	+							
Ferreira	+							
Guedj	+		+		+	+	+	+
Janus	+							
Laborde	+							
McAlindon	+							
Peultier	+							
Sibley	+		+					
Strusberg	+		+					+
Timmermans	+							
Vergés	+		+					
Wilder	+							

Tabla 14. Indicadores de resultado

Autor	Dolor	Rigidez	TTO	Función	Depresión	WS	P
Brennan	+						
Cay	+	+	+	WOMAC	BECK	+	
de Figueiredo	+	+		SACRAH			
Deftereou	+						
Dorleijn	+			WOMAC			
Ferreira	+						
Guedj	+			+			
Janus	+	+		WOMAC			
Laborde	+			+		+	
McAlindon	+						
Peultier	+						+
Sibley	+					+	
Strusberg	+					+	
Timmermans	+		+		HADS-D		
Vergés	+			HAQ			
Wilder	+						

TTO tratamiento, WS weather sensitivity, P posturografía

Se utilizaron escalas de valoración del dolor para llegar a cuantificar la percepción subjetiva del dolor por parte del paciente. La más utilizada fue la Escala Visual Analógica (EVA), donde la intensidad del dolor se expresó en centímetros o milímetros (35,90,99–102,104,106–110). Otras escalas de dolor utilizadas fueron:

- Escala tipo Likert(34,107).
- Subescala de dolor WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) que es un instrumento para la valoración del dolor en los últimos 2 días en las caderas y/o rodillas como consecuencia de la artrosis para diferentes situaciones. Es una escala categórica (34,103).
- Cuestionario de dolor de McGill (111), que evalúa aspectos cuantitativos y cualitativos del dolor, como son localización, cualidad, propiedades temporales e intensidad (105).

- Cuestionario propio que medía la severidad del dolor de las articulaciones de manera categórica como: 0= libre de dolor, 1= dolor y 2= dolor extremo (84).

Los informes de dolor se recogieron con diferente periodicidad. Diez artículos realizaron un seguimiento diario de los síntomas con informes de dolor durante todo el tiempo que duró el estudio (35,84,90,99,100,102,104,107–109). En los otros trabajos solo se recogieron informes de dolor en determinados días, variando desde una sola determinación por paciente (105,106) hasta determinaciones semanales (34,101,110) o mensuales (103) (Tabla 15).

Tabla 15. Seguimiento de los informes de dolor

Autor	Diario	1 solo día	3 días en semana	Semanal	Bisemanal	Trimestral
Brennan	+					
Cay	+					
de Figueiredo			+			
Deftereou	+					
Dorleijn						+
Ferreira	+					
Guedj	+					
Janus	+					
Laborde		+				
McAlindon					+	
Peultier		+				
Sibley	+					
Strusberg	+					
Timmermans	+					
Vergés	+					
Wilder				+		

En algunos estudios se especifica el momento del día para la recogida del informe de dolor: por la mañana antes de la toma de analgésicos y de hacer

ejercicio (35), por la mañana (84,90,106) o por la noche (99,107). En otros solo se recogen los episodios de exacerbación de dolor (102,104).

Las variables meteorológicas estudiadas han sido 9 diferentes: temperatura, presión atmosférica, humedad relativa, lluvia, velocidad del viento, horas de sol, evaporación, punto de rocío y cubierta de nubes. En los artículos se enumeran las variables estudiadas y las unidades en que se midieron. En todos los estudios los datos de las variables meteorológicas fueron tomados de estaciones meteorológicas, que se encontraban próximas al lugar de residencia de los pacientes. Las variables que con mayor frecuencia se han estudiado han sido la temperatura, la presión atmosférica y la humedad relativa (Tabla 16).

La recogida de las variables meteorológicas se realizó en todos los casos en el día del informe de dolor. En ocho trabajos se recogieron las variables meteorológicas a diario durante todo el periodo del estudio (35,84,90,99,100,107–109). En tres estudios solo se recogieron las variables meteorológicas el mismo día que se recogió el informe de dolor (103,105,106). En otros, se recogieron unos días antes y/o después del informe de dolor (34,101,102,104,110) (Tabla 17).

Los datos meteorológicos se recogieron a lo largo del día en diferentes tramos horarios: medición diurna (de 8:00 a 12:00 am), cada 3 horas, cada 6 horas o cada 24 horas.

La exposición meteorológica se definió de manera diferente en cada estudio. En todos se consideró la exposición el mismo día del informe de dolor, estudiando la asociación entre la media de cada variable meteorológica y el dolor. Algunos consideraron la media de las variables meteorológicas de varios días antes y después del informe de dolor, para evaluar la respuesta anticipatoria o reactiva del dolor frente al tiempo atmosférico (34,100,101,103,104,108,110). En seis trabajos se estudiaron cómo los cambios en las variables atmosféricas entre el día del informe de dolor y días anteriores y/o posteriores podían estar asociados al nivel de dolor, y así

evaluar el carácter predictivo de los síntomas de estos pacientes en los cambios del tiempo (34,35,90,99,102,107,108) (Tabla 18).

Tabla 16. Variables meteorológicas recogidas en cada estudio

Autor	Temperatura	Presión Atmosférica	Humedad Relativa	Lluvia	Velocidad del viento	Sol	Evaporación	Punto de rocío	Cubierta de nubes	Combinación (13 variables)
Brennan	+	+		+						
Cay	+	+	+	+	+	+	+			
de Figueiredo	+	+	+	+						
Deftereou	+	+	+							
Dorleijn	+	+	+	+	+	+				
Ferreira	+	+	+	+						
Guedj	+	+	+	+						
Janus	+	+	+							
Laborde	+	+	+	+	+	+				
McAlindon	+	+	+	+				+		
Peultier	+	+	+	+	+	+				
Sibley	+	+	+	+					+	+
Strusberg	+	+	+							
Timmermans	+	+	+	+	+					
Vergés	+	+	+							
Wilder	+	+		+						

Tabla 17. Recogida de los datos meteorológicos

Autor	D	DD	DD, 1 PRE, 1 POST	DD, 5 PRE, 5 POST	3 PRE	7 PRE	DD, DC
Brennan	+						
Cay	+						
de Figueiredo			+				
Deftereou				+			
Dorleijn		+					
Ferreira					+		+
Guedj	+						
Janus	+						
Laborde		+					
McAlindon		+				+	
Peultier		+					
Sibley	+						
Strusberg	+						
Timmermans	+						
Vergés	+						
Wilder			+		+		

D diario, DD día del informe de dolor, PRE día previo al día del informe de dolor, POST día posterior al día del informe de dolor, DC día control

Tabla 18. Definición de la exposición meteorológica

Autor	Definición de exposición meteorológica
Brennan	Media diaria, cambio con día anterior
Cay	Media, máximo y mínimo diaria. Un día antes y un día después
de Figueiredo	Media día D, un día antes y un día después
Deftereou	Media día D, cambios con 24-48h antes y después
Dorleijn	Media día D, 2 días antes
Ferreira	Media día D, día control y 3 días anteriores
Guedj	Media diurna diaria
Janus	Media diaria, cambios cada 3h
Laborde	Media día D
McAlindon	Media de los 3 días anteriores, cambio con día anterior
Peultier	Media, máximo y mínimo día D (diurna y 24h)
Sibley	Media diaria, cambio
Strusberg	Media diaria, cambio 3 días anteriores y posteriores
Timmermans	Media diaria, 3 días anteriores, cambio entre 2 días consecutivos
Vergés	Media diaria
Wilder	Media día D, día anterior y posterior (series temporales); 3 días consecutivos anteriores (regresión)

Diaria, se refiere a que la medición se realiza todos los días del estudio. Día D, se refiere a que la medición solo se realiza el día del informe de dolor. Diurna, de 8:00 a 12:00.

Las asociaciones se estudiaron durante diversos periodos de tiempo (desde días a años). Ocho estudios abarcaron diferentes estaciones del año (34,100,101,103,104,107,108,110). Mientras que en los otros ocho el periodo

de observación fue tan corto que no comprendía dos estaciones con contraste (como por ejemplo, invierno-primavera) (35,84,90,99,102,105,106,109).

La tabla 19 muestra la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión. Cinco estudios cumplen con todos los criterios de calidad evaluados (34,101,104,107,108). Los apartados donde se encontraron más fallos de calidad fueron el cegamiento de los participantes ante el objetivo del estudio, la duración de la medición meteorológica y la representatividad de la muestra de pacientes con artrosis.

Para una mejor valoración de los resultados lo ideal hubiera sido que los participantes permanecieran ciegos a la hipótesis del estudio. En diez estudios los pacientes desconocían que participaban en un estudio que analizaba la asociación entre los síntomas de la enfermedad reumática y el tiempo atmosférico. En seis estudios no se menciona este aspecto en los artículos, por lo que no se puede asegurar que los pacientes no eran ciegos al propósito del estudio (84,99,102,103,105,106).

Para los objetivos de la revisión hubiera sido preferible tener datos de todo un año completo, con las cuatro estaciones o, en todo caso, aquellos trabajos en los que los periodos de tiempo estudiados tuvieran suficiente variación. En nueve estudios se consiguió suficiente duración de la medición de las variables meteorológicas (34,99–101,103,104,107,108,110).

En el apartado de la representatividad, se valoró si la muestra representaba verdaderamente a pacientes con artrosis. En cinco artículos no está claro si los pacientes seleccionados para el estudio representan al paciente con artrosis (35,84,100,102,110).

Tabla 19. Calidad metodológica de los estudios incluidos

Estudios	Newcastle-Ottawa modificada				Datos específicos	
	Selección		Resultado			
	Representatividad	Exposición	Cegamiento	Duración medición meteorológica	Diagnóstico	Seguimiento
Brennan	No	Si	Si	No	NC	Si
Cay	No	Si	Si	Si	Si	Si
de Figueiredo	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Deftereou	NC	NC	NC	No	NC	NC
Dorleijn	Si	Si	NC	Si	Si	Si
Ferreira	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Guedj	NC	NC	NC	No	Si	Si
Janus	Si	Si	NC	Si	Si	Si
Laborde	Si	Si	NC	No	NC	Si
McAlindon	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Peultier	Si	Si	NC	No	Si	Si
Sibley	Si	Si	Si	No	Si	Si
Strusberg	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Timmermans	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Verges	Si	Si	Si	No	NC	NC
Wilder	No	Si	Si	Si	Si	Si

NC no conocido, Representatividad: la muestra representa verdaderamente a pacientes con artrosis, Exposición: las condiciones meteorológicas fueron medidas adecuadamente (estación meteorológica) y los participantes estuvieron expuestos a ellas (por ejemplo, vivir en la zona que abarca la estación meteorológica donde se midieron las variables), Cegamiento: los participantes no fueron informados de que el objetivo del estudio era relacionar dolor y variables meteorológicas, Duración de la medición de las variables atmosféricas: es preferible tener datos de todo un año completo (4 estaciones) pero es aceptable periodos de tiempo con suficiente variación (por ejemplo, invierno-primavera, verano o verano-otoño, invierno), Diagnóstico: el diagnóstico de artrosis se ha hecho de acuerdo a criterios diagnósticos validados, Seguimiento: se informa del seguimiento de los participantes, los datos analizados fueron de participantes que contestaron los cuestionarios en las evaluaciones propuestas.

ANÁLISIS A NIVEL INDIVIDUAL

TEMPERATURA

En todos los estudios se ha recogido la variable temperatura y la unidad de medida de temperatura ha sido los grados Celsius.

Los estudios valoran la asociación del dolor con los datos de temperatura del día del informe de dolor. Diez artículos amplían el estudio a días anteriores y posteriores para valorar la influencia del tiempo atmosférico previo sobre el informe de dolor, así como para relacionar los cambios en las variables meteorológicas y el grado de dolor (34,35,100–104,107,108,110).

En siete estudios se encontró asociación entre la variable temperatura y el dolor en las articulaciones de los pacientes con artrosis. En cinco de ellos la asociación fue negativa, es decir, que el dolor se incrementaba con las temperaturas más bajas (34,99,100,102,107). En dos se encontró una asociación positiva entre temperatura y dolor, en Guedj et al. (84) el dolor se afecta positivamente por la temperatura; y en Peultier et al. (106) el dolor aumenta cuando la temperatura mínima aumenta por la mañana y cuando la temperatura máxima se incrementa durante el día.

HUMEDAD RELATIVA

En 14 estudios se estudia la asociación entre humedad relativa y dolor (34,84,90,99–109). La unidad de medida utilizada ha sido el porcentaje de humedad relativa.

Seis estudios hallaron asociaciones significativas entre la humedad relativa y el dolor en pacientes diagnosticados de artrosis (100,102,103,106–108). La humedad se asocia positivamente con el dolor articular.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Respecto a la presión atmosférica, seis estudios encontraron una asociación estadísticamente significativa. Los trabajos muestran una asociación positiva, es decir, que a mayor presión atmosférica aparece mayor dolor (34,35,84,100,110), excepto el estudio de Verges et al. (109) que describe una asociación negativa entre presión atmosférica y dolor.

PRECIPITACIÓN

Cuatro trabajos muestran asociación entre la lluvia y el dolor de las articulaciones con artrosis. Un estudio muestra una asociación negativa entre la lluvia y el dolor (105) y tres trabajos encuentran una asociación positiva (84,100,110).

VELOCIDAD DEL VIENTO

Se ha estudiado en siete trabajos (34,90,100,103,105,106,108). Pero solo uno de ellos ha encontrado una asociación estadísticamente significativa en sentido positivo, la presencia de viento se asoció a mayor dolor en los pacientes con artrosis (105).

HORAS DE SOL

Pocos estudios han valorado esta variable (34,90,100,103,105,106). De los seis trabajos que han analizado la asociación, solo en un caso se ha encontrado una relación en sentido negativo entre dolor y horas de sol (100).

OTRAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

La cubierta de nubes se ha incluido en el trabajo de Sibley (1985), no encontrando asociación entre esta variable y el dolor (90).

El punto de rocío se estudió en el artículo de McAlindon et al., y no se encontró relación entre esta variable y el dolor de las articulaciones (34).

En total, se han encontrado asociaciones en trece trabajos (34,35,84,99,100,102,103,105–110), aunque en algunos no se ha informado de la magnitud de los resultados, sino solo como asociación estadísticamente significativa con $p < 0,05$ (84,99,110) (Tabla 20).

Los trabajos nos dicen que el dolor se incrementa con las temperaturas más bajas, que la humedad se asocia positivamente con el dolor articular, que a mayor presión atmosférica mayor dolor y una asociación positiva entre precipitación y dolor. Es importante señalar que los resultados, aunque muestren la existencia de asociación, indican que el efecto de las variables meteorológicas en el dolor es pequeño. Las asociaciones son bastante modestas y clínicamente no relevantes.

Tabla 20. Artrosis y elementos meteorológicos

Autor	Seguimiento de los pacientes	Duración del estudio	Nº de Pacientes	Variables meteorológicas									
				T	PA	HR	LL	E	VV	S	PR	CN	
Brennan	28 días	1 mes	53	-	+ (+)	NE	-	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Cay	244 días	8 meses	10	+ (-)	+ (+)	+ (+)	+ (+)	+(-)	-	+ (-)	NE	NE	NE
de Figueiredo	27 días	2 meses	32	-	-	-	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Deftereou	77 días	11 semanas	26	+ (-)	-	+ (+)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Dorleijn	9 días	24 meses	222	-	-	+ (+)	-	NE	-	-	NE	NE	NE
Ferreira	10 días	3 meses	171	-	-	-	-	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Guedj	28 días	4 meses	24	+ (+)	+ (+)	-	+ (+)	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Janus	14 días	11 meses	50	+ (-)	-	-	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Laborde	1 día	3-5 meses	126	-	-	-	+ (-)	NE	+ (+)	-	NE	NE	NE
McAlindon	6 días	3 meses	200	+ (-)	+ (+)	-	-	NE	-	-	-	NE	NE
Peultier	1 día	9 meses	113	+ (+)	-	+ (+)	-	NE	-	-	NE	NE	NE
Sibley	31 días	1 mes	35	-	-	-	-	NE	-	-	NE	-	-
Strusberg	365 días	12 meses	52	+ (-)	-	+ (+)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Timmermans	42 días	27 meses	810	-	-	+ (+)	+ (-)	NE	-	NE	NE	NE	NE
Vergés	31 días	1 mes	80	-	+ (-)	-	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Wilder	80 días	19-23 meses	154	-	+ (+)	NE	+ (+)	NE	NE	NE	NE	NE	NE

T temperatura, PA presión atmosférica, HR humedad relativa, LL lluvia, E evaporación, VV velocidad del viento, S sol, PR punto de rocío, CN cubierta de nubes
+ correlación significativa (positiva o negativa), - no correlación, NE no evaluado

METAANÁLISIS

Los datos se analizaron a nivel agregado con un metaanálisis de las correlaciones entre el dolor y las tres variables más estudiadas (temperatura, humedad relativa y presión atmosférica).

En cuatro estudios se pudo estimar la correlación entre la temperatura y el nivel de dolor en una escala comparable (EVA de 10 puntos/cm) (90,100,102,107).

Las correlaciones fueron relativamente homogéneas (I^2 21%), con una correlación de síntesis de -0,13 (IC95% -0,28 a 0,03; $p=0,11$) (Figura 3).

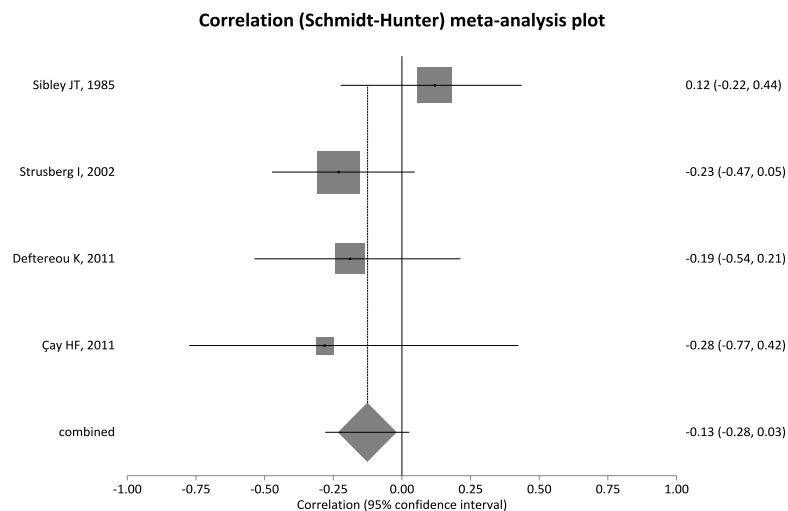


Figura 3. Forest plot de las asociaciones (coeficientes de correlación) entre la temperatura y el nivel de dolor (en escala EVA de 10 cm/puntos)

El estudio más antiguo, de 1985 (90), se valoró con un coeficiente de correlación no paramétrico por lo que optamos por realizar un nuevo

metaanálisis excluyéndolo. Los resultados mostraron una mayor consistencia (I^2 0%) y la correlación de síntesis una mayor magnitud ($r=-0,22$ IC95% -0,25 a -0,19; $p<0,01$) (Figura 4).

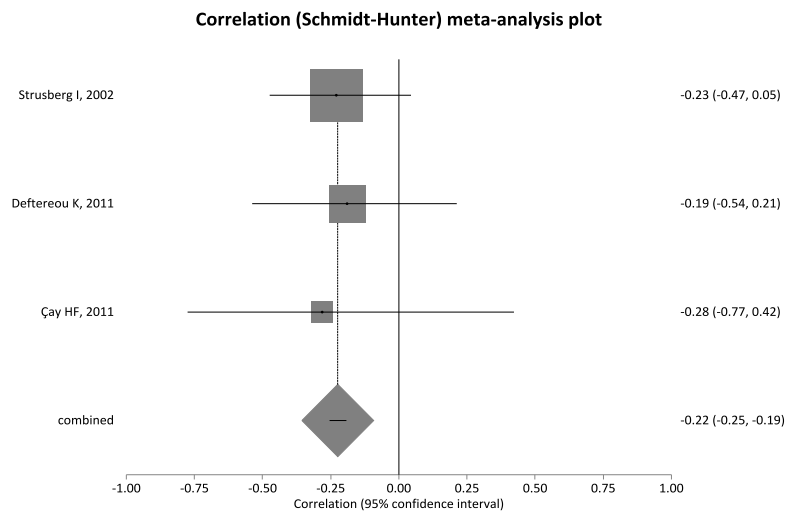


Figura 4. Forest plot de las asociaciones (coeficientes de correlación) entre la temperatura y el nivel de dolor (en escala EVA de 10 cm/puntos) excluyendo el estudio de Sibley (90)

En resumen, podemos decir que cuanto mayor es la temperatura, menor es la percepción del dolor.

Para la humedad relativa se recuperaron las correlaciones de 4 estudios que mostraron un coeficiente de correlación combinado de 0,15 (IC95% 0,03 a 0,27) (90,100,102,107) (Figura 5). Cuando la humedad relativa es mayor los pacientes refieren un dolor más intenso.

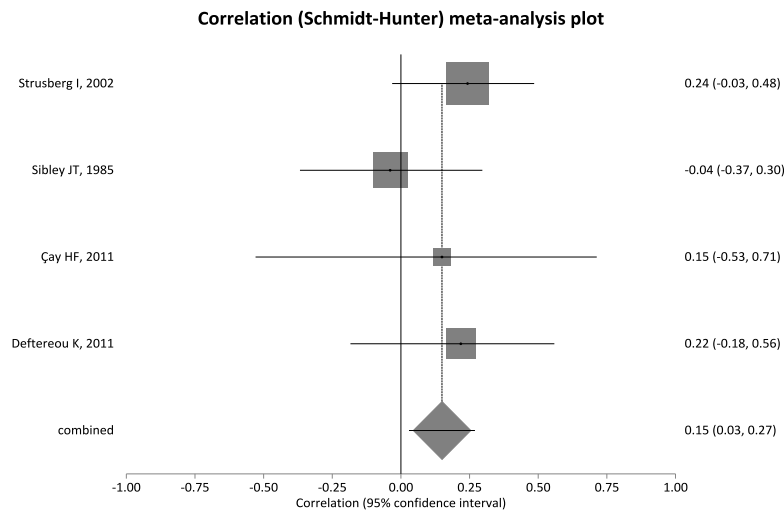


Figura 5. Forest plot de las asociaciones (coeficientes de correlación) entre humedad relativa y dolor

Finalmente, para la correlación con la presión atmosférica obtuvimos las estimaciones de tres estudios que mostraron una correlación positiva ($r= 0,22$ IC95% 0,03 a 0,41) (90,100,107) (Figura 6). A mayor presión atmosférica mayor dolor en las articulaciones.

Los pacientes refieren mayor dolor ante la combinación de temperaturas bajas, humedad relativa elevada y presión atmosférica alta.

A pesar de los pocos estudios analizados y la diversidad metodológica existen un número de resultados significativos relacionados con la confirmación de la influencia de las condiciones meteorológicas en la intensidad del dolor de los pacientes con artrosis.

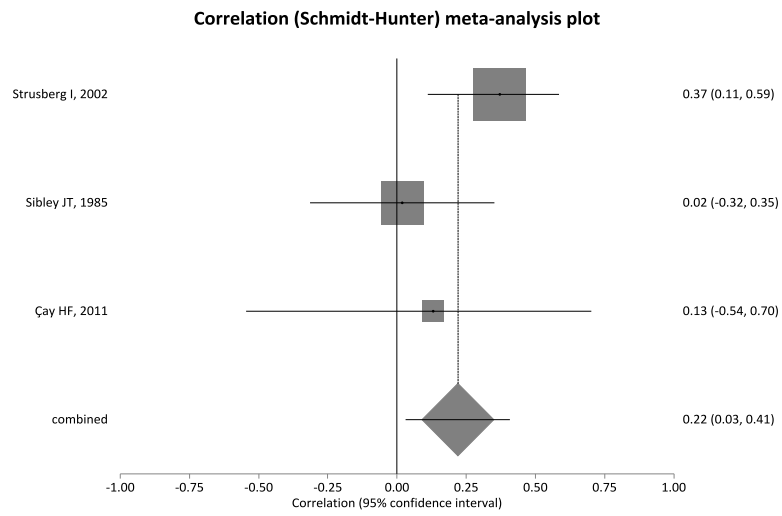


Figura 6. Forest plot de las asociaciones (coeficientes de correlación) entre presión atmosférica y dolor

DISCUSIÓN

Se han identificado 16 estudios relevantes, valorado su calidad y sintetizado sus resultados. Esta revisión sistemática es la primera que realiza un metaanálisis sobre la relación entre el tiempo atmosférico y el dolor en los pacientes con artrosis. La creencia de la presencia de asociación entre tiempo meteorológico y reumatismo es mayor que la asociación estadística encontrada en los estudios realizados. Algunos resultados apoyan la creencia de los pacientes de que las variables atmosféricas influyen en sus síntomas. Las temperaturas bajas, la humedad y la presión atmosférica son las tres características más asociadas al aumento del dolor. Sin embargo, la contribución de estas variables en la severidad de los síntomas de la artrosis no se considera de relevancia clínica.

El resultado del análisis agregado ha sido que cuando la temperatura desciende la percepción de dolor en las articulaciones es mayor, y que con la humedad relativa elevada y la presión atmosférica elevada los pacientes refieren un nivel de dolor más alto. Pero las correlaciones son débiles y clínicamente poco importantes.

A pesar de la diversidad metodológica y los sesgos de los estudios analizados, existe una tendencia a confirmar la influencia del tiempo en la intensidad del dolor de la artrosis.

La definición de cambio clínicamente relevante en dolor y función nos la proporciona Pham et al. (112) detallando una mejora moderada clínicamente relevante en el dolor o la función como un cambio absoluto mayor o igual a 10 en una escala de 0 a 100 o una mejora de 20% en la puntuación.

El dolor de la artrosis es episódico y con frecuencia los pacientes informan de que las condiciones meteorológicas pueden desencadenar la exacerbación de sus síntomas. Este fenómeno, que se repite en otras enfermedades con dolor crónico (como artritis reumatoide, gota o fibromialgia), aparece en dos de cada tres pacientes con artrosis de rodilla, cadera o mano.

Sin embargo, a pesar de la frecuencia de este fenómeno, la literatura científica da resultados contradictorios y es vulnerable a sesgos. La mayoría de la evidencia se debe a estudios derivados de la propia percepción de los pacientes a los cambios en el tiempo y a informes de dolor autoreferidos.

Timmermans et al. (108) muestra una leve pero significativa asociación entre la humedad y el dolor, pero no entre la temperatura o la presión atmosférica y el dolor en la artrosis de rodilla, cadera o mano en contradicción a McAlindonet al. (34) que dice que los cambios en la temperatura y la presión atmosférica se asocian con aumento de dolor en la artrosis de rodilla.

En Dorleijnet al. (103) los resultados apoyan la creencia de los pacientes de que la presión atmosférica y la humedad influyen en sus síntomas. Sin embargo, la contribución de estas variables a la severidad de los síntomas de la artrosis no se considera clínicamente relevante. Como el cuestionario WOMAC recoge los síntomas de los 2 días anteriores, se realizó un análisis con las variables meteorológicas de los 2 días anteriores y no se encontró asociación.

En Cay et al. (100) la temperatura media, las horas de sol y la evaporación tienen una correlación negativa; la presión atmosférica, la humedad y la lluvia tienen una correlación positiva con los síntomas de los pacientes con artrosis de rodilla. Se evaluó la interacción entre los síntomas y el tiempo en el día previo y el posterior para contestar dos preguntas: ¿las molestias musculoesqueléticas aparecen como reacción al tiempo del día anterior?, ¿es posible predecir el tiempo en función de las molestias musculoesqueléticas? La media de temperatura del día anterior contribuyó en un 2-17% en los síntomas de la artrosis de rodilla. No hay hallazgos para la segunda pregunta. La evidencia estadística de la asociación entre artrosis y tiempo es muy pequeña. Los autores concluyen que sus resultados no prueban ni descartan la presencia de asociación.

Los resultados de Brennan et al. (35) nos dicen que el dolor aumenta en función del cambio de presión atmosférica entre un día y el día anterior, es decir, que la fluctuación de la presión atmosférica altera el nivel de dolor experimentado por los pacientes. En cambio la lluvia, la temperatura y los quistes subcondrales no influyen en el dolor. Sus resultados están de acuerdo con McAlindon et al.(34) y con Wilderet al. (110) en que el aumento de la presión atmosférica aumenta el dolor.

Verges et al. (109) nos ofrece un resultado diferente de la influencia de la presión atmosférica en el dolor, ya que en contra de sus colegas afirma que los pacientes con artrosis experimentan aumento de dolor en las articulaciones en respuesta a una disminución de la presión.

Guedjet al. (84) evaluó la asociación entre dolor o rigidez en una muestra pequeña (solo 24 pacientes con artrosis) con múltiples localizaciones de la artrosis (cadera, rodilla, mano). Aunque los autores concluyeron que el 83% de los participantes presentaron variación en los síntomas en respuesta a los cambios en el tiempo, la magnitud de la asociación no aparece y además los pacientes no eran ciegos a la hipótesis del estudio.

No se encontró asociación en los trabajos de Ferreira et al. (104), de Figueiredo et al. (101) y Sibley (1985) (90). En de Figueiredo et al. (101) el dolor aparece como estadísticamente significativo asociado con 3 o más variables en un pequeño número de pacientes. La media total de todos los parámetros que se midieron en los cuestionarios no mostraron una asociación estadísticamente significativa con el tiempo atmosférico. Sin embargo, algunas variables meteorológicas, cuando se analizaron individualmente, mostraron alguna influencia. Este resultado implica que la percepción y la cuantificación de la función, la rigidez o el dolor es variable entre individuos. La variable observada con más frecuencia en las artrosis de mano es la baja temperatura asociada al empeoramiento del dolor y la función.

Los pacientes con dolor músculo-esquelético con frecuencia dicen que su dolor está influenciado por el tiempo atmosférico. Los trabajos que estudian la asociación entre el tiempo y el dolor en diferentes patologías tienen resultados que no van en el mismo sentido (84,113,114) y hasta el momento no hay evidencia robusta que lo avale. Los resultados divergentes pueden reflejar variaciones individuales en la sensibilidad a los cambios en el tiempo o que verdaderamente el tiempo tiene un efecto mínimo sin significación clínica. La sensibilidad individual fue discutida por Gorin et al. (115) y por Smedslund et al. (116) que analizaron pacientes con artritis reumatoide. Ambos estudios encontraron variabilidad entre pacientes y sus patrones de sensibilidad al tiempo. Dequeker & Wuestenraed (79) utilizaron una escala visual analógica para cuantificar el dolor en las articulaciones de pacientes con artritis reumatoide y encontraron asociaciones positivas y negativas para la misma variable meteorológica, implicando variabilidad individual en la sensibilidad a los factores meteorológicos (aunque el estudio fuera metodológicamente erróneo porque utilizaba pacientes ingresados con enfermedad inflamatoria articular activa en vez de pacientes estables no ingresados).

Guedj & Weinberger (84) recogieron diariamente los informes de dolor durante cuatro semanas en 62 pacientes con artrosis, artritis reumatoide y fibromialgia. Encontraron asociación entre temperatura, lluvia y presión atmosférica en personas con artrosis. En la artritis reumatoide la presión atmosférica y la temperatura se asoció con el dolor, y en los pacientes con fibromialgia solo la presión atmosférica se asoció con el dolor. La baja tasa de respuesta, el pequeño número de individuos en cada grupo, y la incertidumbre en cuanto al cegamiento de los participantes limitan la validez de los resultados.

En contraste, un estudio prospectivo en Noruega con 55 mujeres con fibromialgia encontró una relación pequeña e inversa entre presión

atmosférica y dolor, mientras que las otras variables no estaban asociadas con el dolor (85).

Un reciente trabajo que estudió la relación de las variables meteorológicas y el dolor de espalda, demostró que no hay asociación entre ellos (117). El análisis se realizó tomando los datos meteorológicos del día del informe de dolor, el día anterior y el cambio entre ambos días. Un enfoque parecido al de alguno de los estudios de esta revisión.

Se ha estudiado mucho sobre la relación de la artritis reumatoide y el tiempo atmosférico. Patberg& Rasker (94) hicieron una revisión sobre la relación entre artritis reumatoide y variables meteorológicas y concluyeron que la temperatura y la humedad relativa influyen en los síntomas de los pacientes con artritis reumatoide. El tiempo húmedo y frío es malo para los pacientes con artritis reumatoide.

La temperatura y la humedad relativa son las variables más frecuentemente estudiadas. Patberg (118) sugirió que la humedad y la temperatura deberían considerarse como una variable meteorológica compuesta, ya que sus efectos van juntos. La temperatura y la humedad del aire están fuertemente relacionadas. El aire caliente contiene más agua que el aire frío. Y cuando la temperatura desciende pierde agua, como ocurre durante la noche cuando la temperatura desciende y el agua que se pierde se condensa en los objetos.

Una revisión sistemática, similar a la nuestra, de Smedslung& Hagen (95) no encontró asociación entre temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y dolor en pacientes con artritis reumatoide. Se incluyeron nueve estudios y se estudiaron muchas variables meteorológicas diferentes, aunque tres (temperatura, humedad relativa y presión atmosférica) se habían estudiado con mayor frecuencia. El análisis agregado mostró que las asociaciones entre el dolor y estas tres variables eran cercanas a cero. Los análisis individuales de dos estudios indicaron que el informe de dolor en una minoría (<25%) de los pacientes con artritis reumatoide estaba influenciado por la temperatura, la

humedad relativa o la presión atmosférica. Los estudios hasta la fecha no muestran ningún efecto consistente de las condiciones meteorológicas en el dolor en las personas con artritis reumatoide. Hay, sin embargo, evidencia que sugiere que el dolor en algunos individuos se afecta por el tiempo atmosférico más que en otros, y que los pacientes reaccionan de diferentes maneras a los cambios meteorológicos. Por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis de que el tiempo atmosférico puede influir significativamente en el dolor de algunos pacientes con artritis reumatoide.

Hasta la fecha, pocos estudios se han centrado en la asociación entre los síntomas de la artrosis y las condiciones atmosféricas. Además, existen importantes limitaciones metodológicas, que incluyen muestras pequeñas y heterogéneas (entre las cuales los efectos meteorológicos podrían influir de manera desigual), con poca dispersión geográfica (lo que limita la variabilidad meteorológica) y fallos en el cegamiento ante el propósito del estudio. Esto puede llevar a resultados no concluyentes e incluso contradictorios. Y puede explicar que los estudios que encuentran asociaciones, ya sean de sentido positivo o negativo, tienen una significación clínica pequeña. Otra limitación sería la falta de estudios que analicen la forma de la relación de las variables, como podría ser la relación no lineal para las variables meteorológicas.

Encontramos diferencias en la selección de los pacientes. Los estudios recogen pacientes con afectación de diferentes articulaciones o incluso no se menciona el tipo de articulación con artrosis. En el estudio de Brennan et al. (35) la artrosis de los pacientes es avanzada, se encuentran en estadio terminal en espera de intervención quirúrgica para artroplastia. Cabe destacar que en otros estudios aparece como criterio de exclusión en la metodología el que el paciente se encuentre en lista de espera quirúrgica por motivo de su artrosis. Esto demuestra la heterogeneidad de las muestras poblacionales que toman

cada trabajo dentro de esta revisión. Timmermans et al. (108) al no encontrar los mismos resultados que McAlindon et al. (34), con el que se compara y copia, define que las diferencias pueden ser debidas al tipo de articulación que tiene artrosis en cada estudio. Timmermans et al. (108) echa de menos que no le haya salido relación con la presión atmosférica, y lo achaca a que en McAlindon et al. (34) las articulaciones son rodillas y en las rodillas se nota más el efecto de la presión atmosférica.

En Timmermans et al. (108) la muestra es recogida de población general y en mayores, en otros trabajos se seleccionan de consultas de reumatología y de edad más joven. En Dorleijn et al (103), los pacientes provienen de atención primaria y tienen artrosis de cadera. En Sibley (1985) (90) se especifica que fue una asignación aleatoria de pacientes que vivían en la misma ciudad con diagnóstico de artrosis o artritis reumatoide que acudieron a la consulta de reumatología en los tres meses previos, y se les invitó a participar en el estudio mediante una llamada telefónica. En Vergés et al (109) se seleccionaron pacientes consecutivos de una consulta de reumatología.

En algunos trabajos los pacientes formaban parte de otros estudios, y se tomaron los datos y se estudió la relación que podrían tener con las condiciones meteorológicas en ese momento. En dos trabajos los pacientes provenían de ensayos clínicos con glucosamina. En el estudio de Dorleijn et al. (103) se trataba de pacientes con artrosis de cadera que estaban participando en un ensayo clínico con sulfato de glucosamina. Y en el trabajo de McAlindon et al. (34), formaban parte del ensayo clínico Online Glucosamine Trial. En el estudio de de Figueiredo et al. (101) uno de los criterios de inclusión al estudio para homogeneizar la muestra era estar recibiendo terapia condroprotectora durante 3 meses antes de rellenar el primer cuestionario.

En Timmermans et al. (108), los pacientes formaban parte del estudio EPOSA (European Project on OSteoArthritis) que se centró en la carga

personal y social de la artrosis y los determinantes de esta enfermedad en las personas mayores. La muestra se seleccionó de población mayor de 65 años de varios países europeos. Es el único estudio que se realizó en varios países, lo que le aporta variabilidad de exposición. De hecho, en el estudio se remarca la diferencia encontrada entre los países en la intensidad del dolor, que podrían explicarse por factores socioculturales, así como actitudes y expresividad diferentes. En Wilder et al. (110), eran parte del estudio Clearwater Exercise Study sobre la relación del ejercicio y la artrosis.

En algunos estudios se especifican unos criterios de exclusión, que en la mayoría coinciden (en espera de cirugía para artroplastia; otras enfermedades musculoesqueléticas; depresión; cambios en la medicación reciente; masaje, fisioterapia, rehabilitación o acupuntura en el último mes).

Los estudios tienen escasa dispersión geográfica, limitando la variabilidad meteorológica. Solo dos estudios tienen suficiente dispersión geográfica, el estudio de McAlindon et al. (34) que se desarrolla en Estados Unidos y el de Timmermans et al. (108) que es multicéntrico y abarca varios países europeos.

La estabilidad en el tiempo en un lugar geográfico parece que puede ser la razón de no encontrar una asociación significativa entre tiempo y síntomas, y podría ser recomendable realizar estudios en lugares donde los cambios en el tiempo sean notables. Aunque el efecto de las alteraciones frecuentes del tiempo en las enfermedades reumáticas tampoco parece claro. Se puede ir a buscar la asociación en los cambios extremos de tiempo, pero los pacientes reales que tenemos en las consultas no están expuestos a estos cambios tan radicales porque o viven en lugares de clima estable o tienen acondicionados sus hogares.

Otro factor que limita la variabilidad meteorológica es que los estudios transcurran en cortos espacios de tiempo y no abarquen más allá de dos estaciones diferentes donde se pueda estudiar la asociación con variables meteorológicas con valores diferentes. En el estudio de de Figueiredo (101) en Argentina se eligen 2 meses del año con condiciones climatológicas diferentes en la zona donde se realiza el estudio. Se seleccionó junio y noviembre, el mes de julio es el mes con la temperatura más fría y la humedad más alta, mientras que el mes de noviembre tiene la temperatura más elevada y con menor presión atmosférica y humedad relativa. Las correlaciones que encuentra el autor son en ambos sentidos, tanto positivas como negativas. Por lo que en este caso el haber elegido condiciones ambientales diferentes para poder comparar no nos desvela ninguna asociación de peso. En el trabajo de McAlindon et al. (34) los participantes estaban dispersos geográficamente y participaron en diferentes momentos del año, lo que genera una mayor oportunidad para la variabilidad de la exposición. En el estudio de Timmermans et al. (108) participan los pacientes en diferentes momentos de tiempo a lo largo de 27 meses, con lo que se obtiene variabilidad de exposición. En cambio, Wilder et al. (110) aunque abarca las cuatro estaciones, como el estudio es en Florida donde el clima es cálido y no hay bajas temperaturas, no se consigue variación.

Es curioso que cada estudio recoja el informe de dolor en un momento del día, en aquellos en los que viene especificado. Porque en no todos viene reflejado el momento del día en que se rellena el cuestionario y consideramos que un buen estudio de relación de dolor con cualquier variable atmosférica debería de recogerse en un momento determinado del día y las variables meteorológicas a la vez. Si se recoge por la mañana, estaría bien reflejar si el paciente ha tomado medicación, ha realizado ejercicio, o está recién levantado por lo que viene del reposo. En el estudio de Brennan et al. (35) se especifica que el informe de dolor se recoge por la mañana antes de la medicación y el

ejercicio, pero es el único que es tan estricto. Hay estudios que recogen el informe de dolor por la noche (99,107), momento del día en que los pacientes están más cansados, deben haber tomado medicación para el dolor, incluso varias tomas si así lo tienen pautado, y habrán realizado varias de sus actividades diarias.

El valor de las variables meteorológicas es la media de 24 horas, excepto Janus et al. (99) que realiza una medición cada 3 horas. Peultier et al. (106) y Sibley (1985) (90) realizan medidas diurnas, es decir, la media de las variables desde las 8:00 am a las 12:00 am. Hay controversia sobre la medida ideal para este tipo de estudios, y algunos defienden que la medida de las variables meteorológicas debería ser cada hora para así poder establecer la asociación exacta con el momento del día cuando el dolor aumenta. En esta revisión no hemos encontrado diferencias en los resultados entre aquellos trabajos que toman medias diarias y los que toman medidas solo por la mañana.

Se miden las variables meteorológicas en el exterior, mientras que no se controla si los pacientes están en el exterior o en el interior de sus casas donde las variables cambian. En los estudios no se consideró la variación de las variables meteorológicas en ambientes internos y externos, ni el tiempo de exposición en cada ambiente. Las personas con artrosis a menudo pueden permanecer en el interior de sus hogares y regular el ambiente interior mediante el uso de calefacción central. Estos factores pueden atenuar las asociaciones entre dolor articular y variables climáticas en personas con artrosis.

La tendencia a permanecer en el interior de los hogares, especialmente durante las temperaturas exteriores extremas, podría limitar la oportunidad de esta exposición para ejercer un efecto. Así, durante el tiempo frío, el efecto

sólo puede manifestarse entre los individuos que se aventuran al aire libre. Incluso si el efecto entre los individuos que se exponen al aire libre fuera grande, la clasificación errónea inherente resultante de combinar sus datos con los que permanecen en el interior tendría como resultado una atenuación del efecto agregado calculado en los modelos estadísticos.

El microclima se define como el efecto meteorológico neto sobre la piel influenciada no sólo por el clima, sino también por los factores que obstaculizan la vaporización del sudor, como la ropa y la vivienda. El microclima difiere de las condiciones climáticas reales. La gran mayoría de los espacios cerrados están acondicionados por calentadores artificiales y/o refrigeradores. Es difícil medir cuánto tiempo estamos expuestos a las condiciones climáticas reales. La presión atmosférica es considerada como la variable menos afectada por las diferencias interior-exterior. El tiempo se compone de muchos factores que tienen interacciones complejas. Se afirma que la asociación entre dos fenómenos dinámicos, el tiempo y los síntomas reumáticos, no puede evaluarse mediante un método estático de medición. La relación entre los síntomas músculo-esqueléticos y el tiempo es más débil de lo que se cree. Es posible que haya una incapacidad para demostrar tal relación incluso si está presente. Aunque esta incapacidad no permite su ignorancia.

La mayoría de los estudios no controlan la toma de analgésicos. Es esperable que la toma de analgésicos atenúe la asociación entre dolor y tiempo. En Timmermans et al. (108) se tiene en cuenta, no la toma de analgésicos en sí, sino el cambio en algún tipo de medicación en los días en que se recogen los informes de dolor. La variable es si reciben medicación adicional para el dolor (si/no).

Se plantea la duda de si el ejercicio disminuye los efectos del tiempo en el dolor. No en todos los artículos se contempla si los pacientes realizan ejercicio. También se puede plantear la cuestión de que si hacen ejercicio al aire libre estarían más expuestos a las condiciones climáticas del momento, pero por otro lado es probable que los días que haga mal tiempo no salgan a hacer ejercicio. Interesante interrogante.

La actividad física ayuda a los ancianos con artrosis a reducir el dolor y mejorar la funcionalidad (119,120). A pesar de los potenciales beneficios de la actividad física, la mayoría de los pacientes con artrosis no realizan suficiente ejercicio (121–123). Los factores ambientales, como el tiempo atmosférico, influyen en la realización de actividad física incluso en sanos. El conocimiento de la relación que pueda haber entre las condiciones meteorológicas y la práctica de ejercicio, puede usarse en la prevención de limitaciones de movilidad y manejo del dolor, que son dos aspectos relevantes en la población anciana con artrosis (124).

Las actividades más importantes en el exterior que pueden hacer los ancianos con artrosis son andar, bicicleta y jardinería. La participación en cada una de estas actividades puede verse influenciada por las condiciones atmosféricas (125). La actividad física moderada reduce el dolor y la discapacidad derivados de la artrosis, especialmente en la artrosis de rodilla (126). También reduce la probabilidad de caídas y lesiones relacionadas.

Hemos visto como a lo largo de los años se ha ido cambiando la entrevista personal y el cuestionario en papel por los métodos electrónicos y los cuestionarios online. Esto tiene una serie de ventajas al facilitar a los pacientes rellenar los datos, pero también tiene el inconveniente de la falta de contacto personal con el evaluador, de la falta de control.

La encuesta autoadministrada es la encuesta que se lleva a cabo empleando cuestionarios autoadministrados. Se le dice autoadministrada a esta modalidad porque prescinde, en términos generales, de la necesidad de encuestadores. Dentro del tipo de encuesta autoadministrada existen subtipos como la encuesta por correo, la encuesta por mail y la encuesta entregada en mano. En todos los casos el respondiente es quien completa el cuestionario de acuerdo con ciertas instrucciones, que deben ser sumamente claras. Es fundamental que quien vaya a responder tenga indicaciones de cómo rellenar el cuestionario, si puede elegir una o más de una respuesta en las preguntas cerradas, cómo interpretar ciertos ítems o ciertas palabras presentes en las preguntas, los plazos y la forma de entrega. Esto es muy importante, pues al no haber encuestadores suele ocurrir que ante la menor dificultad quienes responden lo hagan mal, fuera de los plazos establecidos o entreguen los formularios con gran parte de las preguntas sin completar.

Dada la ausencia total o casi total del contacto cara a cara es imprescindible que se tenga sumo cuidado en cómo se confeccionan las preguntas y con la manera como se presenta la encuesta, se debe pensar cómo la percibe y recibe quien nada conoce acerca de la metodología de encuestas. Las preguntas deben ser lo más sencillas posibles, sin que se afecte la profundidad de lo que se quiere medir, y además deben poder completarse con facilidad.

Cuando se le pregunta a los pacientes sobre si sus síntomas están relacionados con el tiempo o las condiciones meteorológicas, entre un tercio y dos tercios creen firmemente que sí, que existe una verdadera asociación y relación entre sus síntomas y los cambios meteorológicos, se creen sensibles al tiempo (127). El término que utilizan en los artículos para esta sensibilidad al tiempo es el de “weather sensitivity”. Existe la creencia generalizada de que la artrosis es más dolorosa en una atmósfera húmeda y fría que en un ambiente cálido y seco.

En el trabajo de Sibley (1985) (90) un 65% de los pacientes creen que son sensibles al tiempo, pero el estudio no encuentra diferencias entre los que se consideran sensibles y los que no se sienten influenciados por el tiempo. Además éste es uno de los estudios que no encuentra ninguna asociación entre tiempo atmosférico y dolor. En este trabajo se valoraron pacientes con artrosis y con artritis reumatoide.

La sensibilidad al tiempo es muy pequeña en la muestra de Strusberg et al. (107), quizá porque la pregunta esté formulada de otra manera, ya que la sensibilidad al tiempo es prácticamente inexistente. Es muy diferente a otros artículos y otras referencias.

En el trabajo de Cay et al (100) les pasan un cuestionario adicional a los pacientes al finalizar el estudio. Son seis preguntas relacionadas con la sensibilidad al tiempo, sobre cómo se afecta el dolor por el tiempo, cómo se modifica el dolor en relación al tiempo y qué variable meteorológica afecta a su dolor. Las dos últimas preguntas se refieren a la capacidad de predecir el tiempo en función de los síntomas de sus articulaciones. El resultado fue que el 84% de los sujetos (incluyen pacientes con artrosis, artritis reumatoide y espondilitis anquilosante) creen que su dolor se asocia al tiempo. Un 28% creen que el dolor aumenta antes de la alteración del tiempo, 34% simultáneamente y 34% después de la alteración del tiempo. El 74% creen que el tiempo aumenta su dolor y un 57% creen en la posibilidad de predecir el tiempo en función de su dolor. Las variables meteorológicas que perciben que afectan su dolor son en orden de mayor a menor: humedad, calor, frío y lluvia. En el trabajo de Aikman (81), el 92% cree que su artritis se afecta por el tiempo y el 42% cree poder predecir el tiempo según sus síntomas.

Otra característica propia de los sensibles al tiempo es la capacidad de predicción del tiempo. En Wilder et al. (110) se hace un análisis de series temporales para explorar la capacidad predictiva del tiempo sobre el dolor

usando un día de retraso y los parámetros meteorológicos, pero no se encontró evidencia.

En la mayoría de trabajos que estudian la asociación entre tiempo atmosférico y enfermedades reumáticas se hace referencia a tres trabajos de mediados del siglo XX (128–130). Hollander realizó dos experimentos. En el trabajo de 1961 (128) demostró que modificando únicamente la temperatura, la humedad o la presión atmosférica no se producía efecto en los síntomas clínicos de los pacientes artríticos. Sin embargo, en el trabajo de 1963 (129), informó del efecto adverso que produce el conjunto de humedad elevada y presión atmosférica baja (sin análisis estadístico, pocos pacientes y corto periodo de observación). Utilizando una cámara climática ve que el dolor empeora a las pocas horas del inicio de la combinación de un aumento de la humedad y caída de la presión atmosférica.

Edstrom et al. en 1948 (130) estudiaron a 18 pacientes con artritis reumatoide durante 100 días en una cámara controlada climáticamente. Concluyeron que los síntomas mejoraron en un ambiente constante de temperatura cálida y ambiente seco. Sin embargo, el estudio no tiene grupo control y no tiene en cuenta el efecto que puede tener el reposo y la hospitalización en la mejoría de los síntomas.

Es posible que los patrones climáticos estacionales influyan en el estado de ánimo de las personas mayores con artrosis, y esto puede afectar la percepción del dolor. En algunos artículos se contempla la depresión, e incluso se hacen modelos estadísticos ajustados por depresión (como Timmermans et al. (108)), pero puede ser que como la depresión es un proceso crónico, lo que influya de verdad en el día a día del dolor de los pacientes con artrosis sea el estado de ánimo con el que afrontan el día que se

rellena el informe de dolor. Y este aspecto no se contempla en los estudios. Es posible que los mecanismos psicológicos provocados por las condiciones meteorológicas observables puedan afectar al dolor percibido por el paciente.

Este aspecto nos lleva a un interrogante, porque si partimos de que el estado de ánimo puede estar influenciado por el tiempo atmosférico, como aseguran algunos autores (33,113,131,132), y el estado de ánimo influye en la percepción del dolor en las articulaciones con artrosis. La pregunta sería qué es sobre lo que influye el tiempo atmosférico realmente, sobre el estado de ánimo que nos hace percibir mayor dolor, o sobre el dolor de la articulación.

Durante el proceso por el cual los pacientes expresan su dolor, algunos de los factores psicológicos pueden jugar su papel. Los factores psicológicos se aconseja que se incluyan en los estudios sobre el dolor reumático. Se encontró que los pacientes con dolor crónico sufren de depresión más que la población normal, y el dolor de los pacientes con depresión crónica parece ser mayor. Se supone que el dolor y la depresión comparten al menos varias de las mismas vías fisiológicas (133).

Se ha visto que la depresión estaba relacionada con empeoramiento funcional en pacientes con artritis reumatoide y espondilitis anquilosante (134).

La artrosis es una enfermedad que se acompaña de dolor, discapacidad funcional y disminución del control postural. Es el trabajo de Peultier et al. (106) el que introduce la posturografía en su publicación, ya que su objetivo es estudiar la asociación del dolor y el control postural con las variables meteorológicas en los pacientes con artrosis. Peultier et al. (106) encuentra una disminución de la estabilidad postural con la disminución de la humedad y la presión atmosférica.

La posturografía es una técnica para la evaluación objetiva del control postural a través del estudio del movimiento del centro de presiones. Permite conocer el estado funcional del paciente en el control del equilibrio a través de información cuantificada sobre el funcionamiento de diferentes sistemas sensoriales (visual, somatosensorial y vestibular) que participan en el control del equilibrio, estrategias de movimiento para el mantenimiento del mismo, límites de estabilidad de la persona y capacidad de control voluntario en el desplazamiento de su centro de gravedad.

La estabilidad y el control del equilibrio disminuyen con el envejecimiento. La edad avanzada desempeña un papel importante en el desarrollo de la artrosis y, simultáneamente, aumenta el riesgo de caídas. El envejecimiento afecta a los receptores sensoriales, así como al sistema musculoesquelético y al sistema nervioso central para realizar la integración sensorimotora (135). Además, el deterioro del equilibrio aumenta con la edad debido tanto a la pérdida de fuerza de los músculos dorsiflexores del tobillo como a la disminución de la sensibilidad táctil y el sentido de la posición de la articulación (136). El conocimiento de un déficit concreto en el control postural contribuye al desarrollo de planes de prevención de riesgo de caídas.

Según los resultados obtenidos en el análisis agregado el aumento de la presión atmosférica aumenta el dolor. Otros trabajos no incluidos en el metaanálisis encontraron asociaciones significativas entre presión atmosférica elevada y mayor dolor (34,35,84,110). En contraposición, según Verges et al. (109) en los pacientes con artrosis el dolor aumenta en respuesta a una caída de la presión atmosférica. Y Hollander & Yeostros (129) encuentran que el dolor aumenta con el efecto conjunto de aumento de humedad y caída de presión atmosférica. En conclusión, el mecanismo por el cual la presión atmosférica afecta la severidad del dolor no se conoce.

Hay diversas teorías sobre el efecto de la presión atmosférica en la articulación. Por un lado, las fluctuaciones de la presión atmosférica llevan a que el líquido sinovial se vea forzado hacia el interior del hueso subcondral ricamente innervado y también provoca que disminuya la lubricación de la articulación. En un estudio con cadáveres se vio que la presión atmosférica contribuye a la estabilidad de la articulación de la cadera (137). El efecto de la presión atmosférica sobre el dolor puede estar relacionado con los cambios inducidos por la presión en las vías de las citoquinas. La presión hidrostática aplicada a condrocitos en cultivo induce altos niveles de expresión de interleucina 6 y factor de necrosis tumoral alfa, con cambios en la morfología celular (138).

Uno de los posibles mecanismos propuestos por los cuales las condiciones climáticas afectan los síntomas osteomusculares se basa en el supuesto de que los músculos, los huesos y los tendones tienen diferentes densidades y tienen contracciones y expansiones tras la exposición a la humedad y al frío. Los microtraumas pueden aumentar la sensibilidad de estas estructuras frente a las alteraciones físicas. Una respuesta nociceptiva puede ser creada por alteraciones transitorias de la presión, como una respuesta a la presión atmosférica cambiante.

Los mecanorreceptores sensibilizados de tipo 4 en las articulaciones dañadas pueden irritarse como consecuencia de una marcada disminución de la presión atmosférica con intensificación del dolor (por ejemplo, cuando la presión barométrica cae rápidamente antes de una tormenta) (139).

Alteraciones en la presión barométrica y la temperatura pueden aumentar la rigidez en las articulaciones y pueden desencadenar movimientos sutiles que pueden aumentar una respuesta nociceptiva. Tal alteración de la estructura puede ser particularmente problemática en las articulaciones inflamadas, que se caracterizan por tener nociceptores sensibilizados que se ven afectados por el movimiento (83).

El deseo de tener una explicación para un empeoramiento del dolor puede alentar al paciente a buscar evidencias que confirmen su creencia y rechazar evidencias en contra (88). El sesgo de confirmación es la tendencia a interpretar las nuevas pruebas como una confirmación de las creencias o teorías existentes. En los periodos en que empeoran los síntomas, puede que la percepción del tiempo atmosférico sea mayor para los pacientes y se considere causante de la situación.

Se sabe que hay un sesgo de recuerdo en los cuestionarios de dolor (140) que abordan las medidas de dolor durante un período de tiempo anterior. Los pacientes tienden a calificar su dolor medio más alto si su nivel reciente de dolor es alto y más bajo si su nivel reciente de dolor es bajo. Este fenómeno podría explicar la influencia del tiempo en los síntomas durante un corto período de tiempo (1 día) pero no durante un período de tiempo más largo (2 días).

RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

El conocimiento sobre la relación entre el dolor de las articulaciones en la artrosis y las variables meteorológicas puede ayudar a los pacientes, a los médicos y a los terapeutas a un mejor entendimiento y manejo de las fluctuaciones del dolor.

Son necesarios estudios que tengan en cuenta las diferencias de tiempo entre el interior y el exterior, teniendo en cuenta las exposiciones en ambos ambientes y las condiciones dentro de las casas. Considerar los cambios en las variables meteorológicas hora a hora, porque pueden tener más importancia que los cambios día a día.

Los últimos desarrollos tecnológicos de sensores han hecho posible medir mejor la exposición personal a factores ambientales. Publicaciones recientes

han mostrado que el uso de teléfonos inteligentes puede servir para obtener información sobre las dosis de contaminación del aire inhaladas (141) y la actividad física (142), acelerómetros para obtener actividad física (143), mientras que otros han utilizado GPS y pequeños sensores para medir la movilidad, contaminación y ruido.

Además, las mejoras de los equipos para medir parámetros de salud como la función pulmonar, la presión arterial y la variabilidad de la frecuencia cardíaca han abierto la posibilidad de medir simultáneamente las exposiciones ambientales y la salud para evaluar los efectos de corto plazo (144).

Hay sensores de radiación ultravioleta, temperatura y humedad que son ligeros y son bastante fáciles de llevar y usar. La calidad de las mediciones de estos sensores está mejorando, y podrían aplicarse en estudios sobre la relación de las variables meteorológicas en la salud.

En los trabajos analizados se mide la relación entre el dolor y las variables meteorológicas de manera lineal. Una relación lineal es una tendencia en los datos que se puede modelar mediante una línea recta, pero los puntos pueden adoptar una configuración curvilínea. Si una relación entre dos variables no es lineal, la tasa de aumento o descenso puede cambiar a medida que una variable cambia, lo que genera un "patrón de curva" en los datos. Esta tendencia de línea curva se podría modelar mejor mediante una función no lineal.

La relación no lineal es una posibilidad a explorar para poder explicar la asociación entre las variables de nuestro trabajo.

Estaría indicado estudiar como el efecto de la meteorología en el dolor de la artrosis interfiere en las actividades diarias de las personas con artrosis y en su calidad de vida. Así como explorar los posibles mecanismos psicológicos que pueden subyacer en cómo las variables meteorológicas influyen en el dolor de las articulaciones de la artrosis.

CONCLUSIONES

- Muchos pacientes con enfermedades reumáticas afirman que se sienten peor antes o durante los cambios meteorológicos. Algunos trabajos que hasta ahora han estudiado la asociación entre el tiempo atmosférico y el dolor en diferentes patologías apoyan la creencia de los pacientes de que las variables atmosféricas influyen en sus síntomas pero no hay una evidencia robusta que lo avale.

- El análisis agregado de algunos estudios incluidos en la revisión nos ha mostrado la asociación de tres variables meteorológicas con el dolor de la artrosis, la temperatura, la humedad relativa y la presión atmosférica. Cuando la temperatura desciende la percepción de dolor en las articulaciones es mayor. Con una humedad relativa y una presión atmosférica elevadas los pacientes refieren un nivel de dolor más alto. Pero las correlaciones son débiles y la contribución de las variables meteorológicas en la intensidad de los síntomas de la artrosis no se considera clínicamente relevante.

- La creencia de la presencia de asociación entre tiempo meteorológico y la clínica de la artrosis es mayor que la asociación estadística encontrada en los estudios realizados. A pesar de la diversidad metodológica y los sesgos de los estudios analizados, existe una tendencia a confirmar la influencia del tiempo en la intensidad del dolor de la artrosis. Por lo tanto, los resultados encontrados en esta revisión no pueden confirmar ni descartar una asociación entre el dolor que padecen los pacientes con artrosis y los cambios atmosféricos.

- La literatura científica que intenta dar respuesta a la afirmación general de que las condiciones meteorológicas influyen en el dolor de las personas con artrosis presenta fallos metodológicos y es vulnerable a sesgos. Son necesarios más estudios bien diseñados para poder llegar a una conclusión certera en este tema.

- Mientras la ciencia no logre proyectar luz sobre la teoría de que el tiempo atmosférico afecta a la artrosis, la antigua creencia en favor de su existencia va a seguir presente.

ANEXO

PROPUESTA METODOLÓGICA

Uno de los objetivos de este trabajo era proponer, en base a los estudios revisados, una propuesta de metodología para realizar un estudio que pusiera a prueba la hipótesis planteada.

Objetivo general:

Determinar la relación dinámica entre los cambios en el nivel del dolor y en el estado funcional experimentados por pacientes con artrosis con los cambios producidos en las variables meteorológicas.

Objetivos específicos:

- Determinar la tendencia y estacionalidad de las variaciones del nivel de dolor y el estado funcional de los pacientes con artrosis atendidos en un Centro de Salud.
- Estimar la calidad de vida y el nivel de ansiedad y depresión a lo largo del año en estos pacientes.
- Determinar los cambios en las principales variables meteorológicas (temperatura, humedad, presión atmosférica, radiación solar y viento) durante un año en el entorno más cercano a la residencia de estos enfermos.
- Estimar la asociación a corto plazo (días) entre los cambios del dolor y del estado funcional con los cambios meteorológicos.

Diseño del estudio:

Estudio longitudinal de panel.

Ámbito del estudio:

Centro de Atención Primaria.

Muestra:

Pacientes con artrosis de grandes articulaciones, que cumplan los criterios diagnósticos ACR, que correspondan a un cupo de un médico de Atención primaria. Los pacientes recibirán información sobre el estudio y darán su consentimiento informado para participar en él, enmascarándoles la parte correspondiente al tiempo atmosférico para evitar la influencia sobre los resultados

Medida:

Dolor, estado funcional, necesidad de analgesia de rescate, calidad de vida, ansiedad y depresión.

Escalas de medida:

Escala EVA (dolor), escala WOMAC validada en España (para medir la funcionalidad y rigidez), escala abreviada de ansiedad de Goldberg (EADG), escala abreviada de depresión de Goldberg (EADG), escala AMICAL de calidad de vida validada en España.

VARIABLES meteorológicas:

Temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, viento, precipitación e irradiación solar. Recogidas de la estación meteorológica más cercana al municipio de residencia. Los datos serán solicitados a la Agencia Española de Meteorología.

Periodo de estudio:

Doce meses.

Análisis:

Las variables recogidas de forma dinámica (meteorología, dolor y funcionalidad) se evaluarán con técnicas de análisis de series temporales,

estimando la tendencia y estacionalidad de las series con modelos lineales generalizados adecuados a la naturaleza de cada variable. La asociación entre los cambios clínicos y meteorológicos se evaluará con medidas de correlación para obtener estimaciones que puedan compararse con otros estudios publicados. Además, se utilizarán técnicas que tengan en cuenta la disposición en panel de los datos (medidas longitudinales, repetidas en cada individuo) aplicando modelos GEE (Ecuaciones Estimadoras Generalizadas) obteniendo una medida de asociación que indique el cambio en el nivel de dolor o funcionalidad asociado al cambio en una unidad de la variable meteorológica analizada.

PUBLICACIONES RELACIONADAS CON LA TESIS

Roman C, Tenías JM, Estarlich M, Ballester F. Systematic review of the association between climate and hip fractures. *Int J Biometeorol.* 2015; 59(10):1511-22.

Tenías JM, Estarlich M, Crespo E, Roman C, Arias A, Ballester F. Short-term relationship between hip fracture and weather conditions in two Spanish health areas with different climate. *Journal of Environmental and Public Health*, vol. 2015, Article ID 395262

BIBLIOGRAFÍA

1. WHO. Chronic rheumatic conditions. [Internet]. Department of Chronic Disease and health promotion. World Health Organization; 2011 [cited 2014 Jun 14]. Available from: <http://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/>
2. Kalunian KC, Ritter S. Pathogenesis of osteoarthritis. Post TW. UpToDate. Waltham, MA;
3. Goldring MB, Otero M. Inflammation in osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol*. 2011 Sep;23(5):471–8.
4. Wang Q, Rozelle AL, Lepus CM, Scanzello CR, Song JJ, Larsen DM, et al. Identification of a central role for complement in osteoarthritis. *Nat Med*. 2011 Dec;17(12):1674–9.
5. Hashiramoto A, Yamane T, Tsumiyama K, Yoshida K, Komai K, Yamada H, et al. Mammalian clock gene Cryptochrome regulates arthritis via proinflammatory cytokine TNF-alpha. *J Immunol*. 2010 Feb 1;184(3):1560–5.
6. Bellamy N, Sothorn RB, Campbell J, Buchanan WW. Rhythmic variations in pain, stiffness, and manual dexterity in hand osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2002;61:1075–80.
7. Lawrence RC, Felson DT, Helmick CG, Arnold LM, Choi H, Deyo RA, et al. Estimates of the prevalence of arthritis and other rheumatic conditions in the United States. Part II. *Arthritis Rheum*. 2008 Jan;58(1):26–35.
8. NICE. Osteoarthritis: National Clinical Guideline for Care and Management in Adults. London, UK: Royal College of Physicians (UK); 2008.
9. CDC. Osteoarthritis (OA) | Arthritis | CDC [Internet]. [cited 2016 Mar 28]. Available from: <http://www.cdc.gov/arthritis/basics/osteoarthritis.htm>
10. Felson DT, Naimark A, Anderson J, Kazis L, Castelli W, Meenan RF. The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum*. 1987 Aug;30(8):914–8.
11. Jordan JM, Helmick CG, Renner JB, Luta G, Dragomir AD, Woodard J, et al. Prevalence of knee symptoms and radiographic and symptomatic knee osteoarthritis in African Americans and Caucasians: the Johnston County Osteoarthritis Project. *J Rheumatol*. 2007 Jan;34(1):172–80.
12. Jordan JM, Helmick CG, Renner JB, Luta G, Dragomir AD, Woodard J, et al. Prevalence of hip symptoms and radiographic and symptomatic hip osteoarthritis in African Americans and Caucasians: the Johnston County Osteoarthritis Project. *J Rheumatol*. 2009 Apr;36(4):809–15.
13. Nevitt MC, Xu L, Zhang Y, Lui L-Y, Yu W, Lane NE, et al. Very low prevalence of hip osteoarthritis among Chinese elderly in Beijing, China, compared with whites in the United States: the Beijing osteoarthritis study. *Arthritis Rheum*. 2002 Jul;46(7):1773–9.
14. Zhang Y, Xu L, Nevitt MC, Aliabadi P, Yu W, Qin M, et al. Comparison of the prevalence of knee osteoarthritis between the elderly Chinese population in Beijing and whites in the United States: The Beijing Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum*. 2001 Sep;44(9):2065–71.
15. Zhang Y, Xu L, Nevitt MC, Niu J, Goggins JP, Aliabadi P, et al. Lower prevalence of hand osteoarthritis among Chinese subjects in Beijing compared with white subjects in the United States: the Beijing Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum*. 2003 Apr;48(4):1034–40.
16. Murphy L, Schwartz TA, Helmick CG, Renner JB, Tudor G, Koch G, et al. Lifetime risk of symptomatic knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 2008 Sep 15;59(9):1207–13.
17. Carmona L, Ballina J, Gabriel R, Laffon A. The burden of musculoskeletal diseases in the general population of Spain: results from a national survey. *Ann Rheum Dis*. 2001 Nov;60(11):1040–5.
18. Kalunian KC. Risk factors for and possible causes of osteoarthritis. Post TW. UpToDate. Waltham, MA;
19. Neogi T, Zhang Y. Epidemiology of Osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. 2013 Feb;39(1):1–19.
20. Srikanth VK, Fryer JL, Zhai G, Winzenberg TM, Hosmer D, Jones G. A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2005 Sep;13(9):769–81.
21. Davis MA, Ettinger WH, Neuhaus JM, Hauck WW. Sex differences in osteoarthritis of the knee. The role of obesity. *Am J Epidemiol*. 1988 May;127(5):1019–30.
22. Hanna FS, Wluka AE, Bell RJ, Davis SR, Cicuttini FM. Osteoarthritis and the postmenopausal woman: Epidemiological, magnetic resonance imaging, and radiological findings. *Semin Arthritis Rheum*. 2004 Dec;34(3):631–6.
23. Nevitt MC, Felson DT, Williams EN, Grady D. The effect of estrogen plus progestin on knee symptoms and related disability in postmenopausal women: The Heart and Estrogen/Progestin Replacement Study, a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Arthritis Rheum*. 2001 Apr;44(4):811–8.
24. Cirillo DJ, Wallace RB, Wu L, Yood RA. Effect of hormone therapy on risk of hip and knee joint replacement in the Women's Health Initiative. *Arthritis Rheum*. 2006 Oct;54(10):3194–204.
25. Christensen R, Bartels EM, Astrup A, Bliddal H. Effect of weight reduction in obese patients diagnosed with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Ann Rheum Dis*. 2007 Apr;66(4):433–9.
26. Blagojevic M, Jinks C, Jeffery A, Jordan KP. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2010 Jan;18(1):24–33.
27. Felson DT, Zhang Y, Anthony JM, Naimark A, Anderson JJ. Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis in women. The Framingham Study. *Ann Intern Med*. 1992 Apr 1;116(7):535–9.
28. Richette P, Poitou C, Garnero P, Vicaut E, Bouillot J-L, Lacorte J-M, et al. Benefits of massive weight loss on symptoms, systemic inflammation and cartilage turnover in obese patients with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2011 Jan;70(1):139–44.
29. Riddle DL, Stratford PW. Body weight changes and corresponding changes in pain and function in persons with symptomatic knee osteoarthritis: a cohort study. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2013 Jan;65(1):15–22.
30. Rai MF, Sandell IJ. Inflammatory mediators: tracing links between obesity and osteoarthritis. *Crit Rev Eukaryot Gene Expr*. 2011 Jan;21(2):131–42.

31. Nevitt MC, Zhang Y, Javaid MK, Neogi T, Curtis JR, Niu J, et al. High systemic bone mineral density increases the risk of incident knee OA and joint space narrowing, but not radiographic progression of existing knee OA: the MOST study. *Ann Rheum Dis.* 2010 Jan;69(1):163–8.
32. Amin S, Goggins J, Niu J, Guermazi A, Grigoryan M, Hunter DJ, et al. Occupation-related squatting, kneeling, and heavy lifting and the knee joint: a magnetic resonance imaging-based study in men. *J Rheumatol.* 2008 Aug;35(8):1645–9.
33. Quick DC. Joint pain and weather. A critical review of the literature. *Minn Med.* Minneapolis Sports Medicine Center, USA; 1997 Mar;80(3):25–9.
34. McAlindon T, Formica M, Schmid CH, Fletcher J. Changes in barometric pressure and ambient temperature influence osteoarthritis pain. *Am J Med.* 2007;120(5):429–34.
35. Brennan SA, Harney T, Queally JM, O'Connor McGoona J, Gormley IC, Shannon FJ. Influence of weather variables on pain severity in end-stage osteoarthritis. *Int Orthop.* 2012;36(3):643–6.
36. IASP Task Force on Taxonomy. Classification of Chronic Pain, Second Edition (Revised) - IASP. Second Edition. Merskey H, Bogduk N, editors. Seattle: IASP Press; 1994.
37. Hawker GA, Stewart L, French MR, Cibere J, Jordan JM, March L, et al. Understanding the pain experience in hip and knee osteoarthritis--an OARSI/OMERACT initiative. *Osteoarthritis Cartilage.* 2008 Apr;16(4):415–22.
38. Turk DC, Dworkin RH, Allen RR, Bellamy N, Brandenburg N, Carr DB, et al. Core outcome domains for chronic pain clinical trials: IMMPACT recommendations. *Pain.* 2003 Dec;106(3):337–45.
39. Dworkin RH, Turk DC, Farrar JT, Haythornthwaite JA, Jensen MP, Katz NP, et al. Core outcome measures for chronic pain clinical trials: IMMPACT recommendations. *Pain.* 2005 Jan;113(1–2):9–19.
40. Wise BL, Niu J, Zhang Y, Wang N, Jordan JM, Choy E, et al. Psychological factors and their relation to osteoarthritis pain. *Osteoarthritis Cartilage.* 2010 Jul;18(7):883–7.
41. Hawker GA, Gignac MAM, Badley E, Davis AM, French MR, Li Y, et al. A longitudinal study to explain the pain-depression link in older adults with osteoarthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011 Oct;63(10):1382–90.
42. Dominick KL, Ahern FM, Gold CH, Heller DA. Health-related quality of life among older adults with arthritis. *Health Qual Life Outcomes.* 2004 Jan;2:5.
43. Losina E, Walensky RP, Reichmann WM, Holt HL, Gerlovin H, Solomon DH, et al. Impact of obesity and knee osteoarthritis on morbidity and mortality in older Americans. *Ann Intern Med.* 2011 Feb 15;154(4):217–26.
44. Peat G, McCarney R, Croft P. Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Ann Rheum Dis.* 2001;60:91–7.
45. van Dijk GM, Dekker J, Veenhof C, van den Ende CHM. Course of functional status and pain in osteoarthritis of the hip or knee: a systematic review of the literature. *Arthritis Rheum.* 2006 Oct 15;55(5):779–85.
46. Hochberg MC. Mortality in osteoarthritis. *Clin Exp Rheumatol.* Jan;26(5 Suppl 51):S120–4.
47. Nüesch E, Dieppe P, Reichenbach S, Williams S, Iff S, Jüni P. All cause and disease specific mortality in patients with knee or hip osteoarthritis: population based cohort study. *BMJ.* 2011;342:d1165.
48. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Ann Rheum Dis.* 1957 Dec;16(4):494–502.
49. Ball J, Jeffrey M, Kellgren J. The epidemiology of chronic rheumatism Volume 2: Atlas of standard radiographs of arthritis. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1963.
50. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum.* 1986;29:1039–49.
51. Altman RD. Classification of disease: osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum.* 1991 Jun;20(6 Suppl 2):40–7.
52. Altman RD. Criteria for classification of clinical osteoarthritis. *J Rheumatol Suppl.* 1991;27(Supplement 27):10–2.
53. Altman R, Alarcón G, Appelrouth D, Bloch D, Borenstein D, Brandt K, et al. The American College of Rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the hip. *Arthritis Rheum.* 1991;34(5):505–14.
54. Altman R, Alarcón G, Appelrouth D, Bloch D, Borenstein D, Brandt K, et al. The American College of Rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the hand. *Arthritis Rheum.* 1990;33:1601–10.
55. Fernandes L, Hagen KB, Bijlsma JWJ, Andreassen O, Christensen P, Conaghan PG, et al. EULAR recommendations for the non-pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2013;72(7):1125–35.
56. Messier SP, Mihalko SL, Legault C, Miller GD, Nicklas BJ, DeVita P, et al. Effects of intensive diet and exercise on knee joint loads, inflammation, and clinical outcomes among overweight and obese adults with knee osteoarthritis: the IDEA randomized clinical trial. *JAMA.* 2013 Sep 25;310(12):1263–73.
57. Hochberg MC, Altman RD, April KT, Benkhalti M, Guyatt G, McGowan J, et al. American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2012 Apr;64(4):465–74.
58. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC, Arden NK, Berenbaum F, Bierma-Zeinstra SM, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014 Mar;22(3):363–88.
59. Towheed TE, Maxwell L, Judd MG, Catton M, Hochberg MC, Wells G. Acetaminophen for osteoarthritis. *Cochrane database Syst Rev.* 2006 Jan;(1):CD004257.

60. Kalunian KC. Initial pharmacologic therapy of osteoarthritis. Post TW. UpToDate. Waltham, MA;
61. NICE. Osteoarthritis Care and Management in Adults. Clin Guidel CG177. 2014;(February).
62. Lieberman JR, Engstrom SM, Solovyova O, Au C, Grady JJ. Is intra-articular hyaluronic acid effective in treating osteoarthritis of the hip joint? *J Arthroplasty*. 2015 Mar;30(3):507–11.
63. Batlle-Gualda E. Estudio ArtRoCad: evaluación de la utilización de los recursos sanitarios y la repercusión socioeconómica de la artrosis de rodilla y cadera. Presentación de resultados preliminares. *Rev Española Reumatol*. Elsevier; 2005 Jan 1;32(1):22–7.
64. Loza E, Lopez-Gomez JM, Abasolo L, Maese J, Carmona L, Batlle-Gualda E. Economic burden of knee and hip osteoarthritis in Spain. *Arthritis Rheum*. 2009 Feb 15;61(2):158–65.
65. Rodríguez Jimenez R, Benito Capa A, Portela Lozano A. *Meteorología y Climatología*. FECYT, editor. Madrid; 2004.
66. Ledesma Jimeno M. *Principios de meteorología y climatología*. Madrid: Paraninfo; 2011. 552 p.
67. Palomares Calderón M. *Breve Historia de la Meteorología*. Madrid; 2012.
68. Índice de calor [Internet]. [cited 2017 May 28]. Available from: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-13/Indice-de-calor.pdf>
69. Camara Diez E. *Variables meteorológicas y salud*. Madrid; 2006.
70. Ballester F. *Meteorología y salud. La relación entre la temperatura ambiental y la mortalidad*. *Rev Esp Salud Pública*. 1996;70:251–9.
71. Goggins WB, Yang C, Hokama T, Law LSK, Chan EYY. Using Annual Data to Estimate the Public Health Impact of Extreme Temperatures. *Am J Epidemiol*. 2015;182(1):80–7.
72. Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, Zeger SL, Strug L, Patz JA. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *Am J Epidemiol*. 2002 Jan 1;155(1):80–7.
73. McMichael AJ, Wilkinson P, Kovats RS, Pattenden S, Hajat S, Armstrong B, et al. International study of temperature, heat and urban mortality: the “ISOTHURM” project. *Int J Epidemiol*. 2008 Oct;37(5):1121–31.
74. Hales S, Kovats S, Lloyd S, Campbell-Lendrum D. WHO | Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. WHO. World Health Organization; 2014.
75. Nyberg G, Nybeg A. Weather forecasting in rheumatic disease. *Arch Meteorol Geophys Bioclimatol Ser B*. 1984;34(3).
76. Mitchell S. The relations of pain to weather. *Am J Med Sci*. 1877;(73):305–29.
77. Everett JT. Studies in relation to the production of pain by weather. *Chicago Med J Exam*. 1879;38:253–60.
78. Patberg WR, Nienhuis RLF, Veringa F. Relation between meteorological factors and pain in rheumatoid arthritis in a marine climate. *J Rheumatol*. 1985;12(4).
79. Dequeker J, Wuestenraed L. The effect of biometeorological factors on Ritchie articular index and pain in rheumatoid arthritis. *Scand J Rheumatol*. 1986;15(3).
80. McGorry RW, Hsiang SM, Snook SH, Clancy EA, Young SL. Meteorological conditions and self-reporter of low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1998;23(19).
81. Aikman H. The association between arthritis and the weather. *Int J Biometeorol*. 1997 Jun 9;40(4):192–9.
82. Drane D, Berry G, Bieri D, McFarlane AC, Brooks P. The association between external weather conditions and pain and stiffness in women with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol*. 1997;24(7).
83. Rasker JJ, Peters HJ, Boon KL. Influence of weather on stiffness and force in patients with rheumatoid arthritis. *Scand J Rheumatol*. 1986 Jan;15(1):27–36.
84. Guedj D, Weinberger A. Effect of weather conditions on rheumatic patients. *Ann Rheum Dis*. 1990;49(3):158–9.
85. Fors EA, Sexton H. Weather and the pain in fibromyalgia: are they related? *Ann Rheum Dis*. 2002;61(3):247–50.
86. De Blécourt ACE, Knipping AA, De Voogd N, Van Rijswijk MH, de Blécourt AC. Weather conditions and complaints in fibromyalgia. *J Rheumatol*. 1993 Nov;20(11):1932–4.
87. Hagglund KJ, Deuser WE, Buckelew SP, Hewett J, Kay DR. Weather, beliefs about weather, and disease severity among patients with fibromyalgia. *Arthritis & Rheum*. 1994;7(3).
88. Redelmeier DA, Tversky A. On the belief that arthritis pain is related to the weather. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1996 Apr 2;93(7):2895–6.
89. Van De Laar MAFJ, Bernelot Moens HJ, Van der Stadt RJ, Van der Korst JK. Assessment of inflammatory joint activity in rheumatoid arthritis and changes in atmospheric conditions. *Clin Rheumatol*. 1991;10(4).
90. Sibley JT. Weather and arthritis symptoms. *J Rheumatol*. 1985;12(4):707–10.
91. Harlfinger O. Weather-induced effects on pain perception | Wetterbedingte Einflüsse auf die Schmerzempfindung. *Fortschr Med*. 1991;109(32).
92. Jamison RN. Influence of weather on report of pain. *Int Assoc Study Pain Newsl*. 1996;3–5.
93. Latman NS. Influence of atmospheric factors on the rheumatic diseases. *Experientia*. 1987 Jan 15;43(0014–4754 (Print)):32–8.
94. Patberg WR, Rasker JJ. Weather effects in rheumatoid arthritis: From controversy to consensus. A review. *J Rheumatol*. 2004;31(7).
95. Smedslund G, Hagen KB. Does rain really cause pain? A systematic review of the associations between weather factors and severity of pain in people with rheumatoid arthritis. *Eur J Pain*. 2011;15(1):5–10.
96. Stroup DF, Berlin JA, Morton SC, Olkin I, Williamson GD, Rennie D, et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. Meta-analysis Of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) group. *JAMA*. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA 30333, USA. dfs2@cdc.gov; 2000 Apr 19;283(0098–7484 (Print)):2008–12.
97. Wells G, Shea B, O'Connell D, Peterson J. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of

- nonrandomised studies in meta-analyses. 2000;
98. Schmidt FL, Hunter JE. *Methods of Meta-Analysis: Correcting Error and Bias in Research Findings*. 2015. 639 p.
 99. Janus D, Drabiszczak J, Zakrzewska A. The influence of weather on articular complaints of patients with osteoarthritis. *Reumatologia*. 2005;43(4):201–5.
 100. Çay HF, Sezer I, Firat MZ, Kaçar C. Which is the dominant factor for perception of rheumatic pain: meteorology or psychology? *Rheumatol Int*. 2011;31(3):377–85.
 101. de Figueiredo ECQ, Figueiredo GC, Targino Dantas R, Queiroga De Figueiredo EC, Dantas RT. Influence of weather on osteoarthritis of the hands. *Curr Orthop Pract*. 2013;24(2):171–8.
 102. Deftereou K, Haidich B, Benos A, Trachana M, Garyfallos A. Do climatological changes affect arthritic pain severity in patients with rheumatic diseases? [abstract]. *Arthritis Rheum*. 2011;63(Suppl 10):901.
 103. Dorleijn DMJ, Luijsterburg PAJ, Burdorf A, Rozendaal RM, Verhaar JAN, Bos PK, et al. Associations between weather conditions and clinical symptoms in patients with hip osteoarthritis: A 2-year cohort study. *Pain*. 2014;155(4):808–13.
 104. Ferreira ML, Zhang Y, Metcalf B, Makovey J, Bennell KL, March L, et al. The influence of weather on the risk of pain exacerbation in patients with knee osteoarthritis - a case-crossover study. *Osteoarthr Cartil*. 2016;24(12):2042–7.
 105. Laborde JM, Dando WA, Powers MJ. Influence of weather on osteoarthritis. *Soc Sci Med*. 1986;23(6):549–54.
 106. Peultier L, Lion A, Chary-Valckenaere I, Loeuille D, Zhang Z, Rat A-C, et al. Influence of meteorological elements on balance control and pain in patients with symptomatic knee osteoarthritis. *Int J Biometeorol*. 2016;
 107. Strusberg I, Mendelberg RC, Serra HA, Strusberg AM. Influence of weather conditions on rheumatic pain. *J Rheumatol*. 2002;29(2):335–8.
 108. Timmermans EJ, Schaap LA, Herbolzheimer F, Dennison EM, Maggi S, Pedersen NL, et al. The Influence of Weather Conditions on Joint Pain in Older People with Osteoarthritis: Results from the European Project on OsteoArthritis. *J Rheumatol*. 2015;42(10):1885–92.
 109. Vergés J, Montell E, Tomàs E, Cumelles G, Castañeda G, Martí N, et al. Weather conditions can influence rheumatic diseases. *Proc West Pharmacol Soc*. 2004;47:134–6.
 110. Wilder F V, Hall BJ, Barrett JP. Osteoarthritis pain and weather. *Rheumatology (Oxford)*. 2003;42(8):955–8.
 111. Melzack R, Katz J, Jeans ME. The role of compensation in chronic pain: analysis using a new method of scoring the McGill Pain Questionnaire. *Pain*. 1985 Oct;23(2):101–12.
 112. Pham T, van der Heijde D, Altman RD, Anderson JJ, Bellamy N, Hochberg M, et al. OMERACT-OARSI initiative: Osteoarthritis Research Society International set of responder criteria for osteoarthritis clinical trials revisited. *Osteoarthritis Cartilage*. Elsevier; 2004 May 5;12(5):389–99.
 113. Jamison RN, Anderson KO, Slater MA. Weather changes and pain: perceived influence of local climate on pain complaint in chronic pain patients. *Pain*. 1995 May;61(2):309–15.
 114. Shetty Jr. MS, Cundiff G, DeGood DE, Shetty MS. Pain complaint and the weather: weather sensitivity and symptom complaints in chronic pain patients. *Pain*. 1992;49(2):199–204.
 115. Gorin AA, Smyth JM, Weisberg JN, Affleck G, Tennen H, Urrows S, et al. Rheumatoid arthritis patients show weather sensitivity in daily life, but the relationship is not clinically significant. *Pain*. 1999;81(1–2):173–7.
 116. Smedslund G, Mowinckel P, Heiberg T, Kvien TK, Hagen KB. Does the weather really matter? A cohort study of influences of weather and solar conditions on daily variations of joint pain in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Care Res*. 2009;61(9):1243–7.
 117. Duong V, Maher CG, Steffens D, Li Q, Hancock MJ. Does weather affect daily pain intensity levels in patients with acute low back pain? A prospective cohort study. *Rheumatol Int*. 2016;36(5):679–84.
 118. Patberg WR. Beneficial effect of being outdoors in rheumatoid arthritis. *J Rheumatol*. 2002;29(1):202.
 119. Dunlop DD, Song J, Semanik PA, Sharma L, Chang RW. Physical activity levels and functional performance in the osteoarthritis initiative: A graded relationship. *Arthritis Rheum*. 2011 Jan;63(1):127–36.
 120. Dunlop DD, Semanik P, Song J, Manheim LM, Shih V, Chang RW. Risk factors for functional decline in older adults with arthritis. *Arthritis Rheum*. 2005 Apr;52(4):1274–82.
 121. de Groot IB, Bussmann JB, Stam HJ, Verhaar JAN. Actual everyday physical activity in patients with end-stage hip or knee osteoarthritis compared with healthy controls. *Osteoarthr Cartil*. 2008 Apr;16(4):436–42.
 122. Farr JN, Going SB, Lohman TG, Rankin L, Kasle S, Cornett M, et al. Physical activity levels in patients with early knee osteoarthritis measured by accelerometry. *Arthritis Rheum*. 2008 Sep 15;59(9):1229–36.
 123. Veenhof C, Huisman PA, Barten JA, Takken T, Pisters MF. Factors associated with physical activity in patients with osteoarthritis of the hip or knee: a systematic review. *Osteoarthr Cartil*. 2012 Jan;20(1):6–12.
 124. Petursdóttir U, Amadóttir SA, Halldorsdóttir S, Hunter D, Felson D, Fautrel B, et al. Facilitators and barriers to exercising among people with osteoarthritis: a phenomenological study. *Phys Ther*. 2010 Jul 1;90(7):1014–25.
 125. Prins RG, van Lenthe FJ. The hour-to-hour influence of weather conditions on walking and cycling among Dutch older adults. *Age Ageing*. 2015 Sep;44(5):886–90.
 126. Conn VS, Hafidahl AR, Minor MA, Nielsen PJ. Physical Activity Interventions Among Adults with Arthritis: Meta-Analysis of Outcomes. *Semin Arthritis Rheum*. 2008 Apr;37(5):307–16.
 127. Von Mackensen S, Hoeppel P, Maarouf A, Tourigny P, Nowak D. Prevalence of weather sensitivity in Germany and Canada. *Int J Biometeorol*. 2005;49(3).
 128. Hollander JL. The controlled-climate chamber for study of the effects of meteorological changes on human diseases. *Trans N Y Acad Sci*. 1961 Dec;24:167–72.

129. Hollander JP, Yeostros SY. The effect of simultaneous variations of humidity and barometric pressure on arthritis. *Bull Am Meteorol Soc. American Meteorological Society*; 1963;13(3):24–8.
130. Edstrom G, Lundin G, Wranner T. Investigations into the Effect of Hot, Dry Microclimate on Peripheral Circulation, etc., in Arthritic Patients. *AnnRheumDis. Rheumatism Department, University of Lund, Sweden*; 1948;7(0003–4967 (Print)):76–82.
131. Ng J, Scott D, Taneja A, Gow P, GOSAI A. Weather changes and pain in rheumatology patients. *APLAR J Rheumatol*. 2004 Nov;7(3):204–6.
132. Sulman FG. The impact of weather on human health. *Rev Environ Health*. 1984 Jan;4(2):83–119.
133. Romano JM, Turner JA. Chronic pain and depression: does the evidence support a relationship? *PsycholBull*. 1985 Jan;97(0033–2909 (Print)):18–34.
134. Karatay S, Melikoglu MA, Şenel K. The relationship between functional disability and depression in patients with rheumatoid arthritis and ankylosing spondylitis. *Pain Clin. Taylor & Francis*; 2004 Oct 5;16(4):457–61.
135. Perrin PP, Jeandel C, Perrin CA, Béné MC. Influence of visual control, conduction, and central integration on static and dynamic balance in healthy older adults. *Gerontology*. 1997;43(4):223–31.
136. Whipple RH, Wolfson LJ, Amerman PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *J Am Geriatr Soc*. 1987 Jan;35(1):13–20.
137. Wingstrand H, Wingstrand A, Krantz P. Intracapsular and atmospheric pressure in the dynamics and stability of the hip. A biomechanical study. *Acta Orthop Scand*. 1990 Jun;61(3):231–5.
138. Takahashi K, Kubo T, Arai Y, Kitajima I, Takigawa M, Imanishi J, et al. Hydrostatic pressure induces expression of interleukin 6 and tumour necrosis factor alpha mRNAs in a chondrocyte-like cell line. *Ann Rheum Dis*. 1998 Apr 1;57(4):231–6.
139. Wyke B. The neurology of joints. *Ann R Coll Surg Engl. Royal College of Surgeons of England*; 1967 Jul;41(1):25–50.
140. Gendreau M, Hufford MR, Stone AA. Measuring clinical pain in chronic widespread pain: selected methodological issues. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2003 Aug;17(4):575–92.
141. de Nazelle A, Seto E, Donaire-Gonzalez D, Mendez M, Matamala J, Nieuwenhuijsen MJ, et al. Improving estimates of air pollution exposure through ubiquitous sensing technologies. *Environ Pollut*. 2013 May;176:92–9.
142. Donaire-Gonzalez D, de Nazelle A, Seto E, Mendez M, Nieuwenhuijsen MJ, Jerrett M. Comparison of physical activity measures using mobile phone-based CalFit and Actigraph. *J Med Internet Res*. 2013 Jun 13;15(6):e111.
143. Verloigne M, Van Lippevelde W, Maes L, Yildirim M, Chinapaw M, Manios Y, et al. Levels of physical activity and sedentary time among 10- to 12-year-old boys and girls across 5 European countries using accelerometers: an observational study within the ENERGY-project. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2012 Mar 31;9(1):34.
144. Nieuwenhuijsen MJ, Donaire-Gonzalez D, Foraster M, Martinez D, Cisneros A. Using personal sensors to assess the exposome and acute health effects. *Int J Environ Res Public Health*. 2014 Aug 6;11(8):7805–19.

