

**ASOCIACIÓN ENTRE PACIENTES CON PATOLOGÍAS ÓSTEOARTICULARES Y VARIABLES METEOROLÓGICAS, EN EL ÁREA DE BUENOS AIRES**

Adelia P. Alessandro

Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, UBA, Buenos Aires, Argentina

(Manuscrito recibido el 10 de abril de 2015, en su versión final el 28 de octubre de 2015)

**RESUMEN**

En este trabajo se analizan datos correspondientes a pacientes que presentan patologías osteoarticulares (POA) en la zona de influencia del gran Buenos Aires, para el período enero 2005-diciembre 2012. Se determina la distribución frecuencial de los mismos en función de la edad y del sexo con el fin de determinar el grado de vulnerabilidad frente a dichas patologías. Además se muestra la relación existente entre la cantidad de afectados con POA y las variables meteorológicas (temperatura media (T), temperatura de rocío (Td) y presión atmosférica (Pr)), así también como la vinculación entre estas últimas y la cantidad de pacientes osteoarticulares relativos al número total de pacientes, con el objetivo final de efectuar una posible previsión del número estimado de pacientes que potencialmente se deberían atender y de poder optimizar los recursos de personal y materiales (vehículos).

De las patologías osteoarticulares más frecuentes se han elegido las siguientes: lumbocitalgia, cervicalgia, artralgia, osteocondritis, dorsalgia, ciatalgia y condritis por constituir éstas el 93.3% del total de pacientes registrados con estas patologías. La mayor frecuencia de pacientes con estas afecciones se producen generalmente entre las personas mayores de 70 años, siendo las de sexo femenino las más afectadas. Los coeficientes de correlación diarios entre los pacientes de las distintas enfermedades y las variables meteorológicas utilizadas no son estadísticamente significativos, pero sí lo son las correlaciones mensuales obtenidas entre las tres variables y los pacientes con dorsalgia y osteocondritis, así también como la correlación entre la temperatura mensual y los pacientes con lumbocitalgia.

A partir de los resultados obtenidos de las frecuencias de pacientes con POA en relación al número total de pacientes que acuden a la empresa proveedora de los datos, se puede inferir que la temperatura media es la que mejor se correlaciona linealmente con el número de pacientes registrados y que la empresa prestadora del servicio sanitario habría recibido más llamadas cuando la T y la Td superaron los 14.1°C y a 9.1°C respectivamente y menos llamadas cuando la Pr superaron los 1013 mb, en cualquier mes del año. Considerando periodos estacionales y para todas las POA analizadas, se observa una disminución del porcentaje relativo de pacientes en el siguiente orden: verano, primavera, otoño e invierno. Considerando los valores mensuales de T, Td y Pr, por medio de las expresiones de correlación múltiple (Stepwise) que los involucran, se calculan los valores esperados de pacientes relativos mensuales (NRSt), con un error cuadrático ( $\varepsilon$ ) que varía entre 0.26 y 0.0001; el máximo e corresponde a la lumbocitalgia, disminuyendo en el siguiente orden: cervicalgia, artralgia, osteocondritis, dorsalgia, ciatalgia y condritis.

Con los resultados obtenidos entre los valores mensuales de pacientes con POA y las variables meteorológicas, a través de las proyecciones de los valores de la temperatura media obtenidos por modelos climáticos globales, se podría evaluar la cantidad mensual futura de pacientes osteoarticulares.

*Palabras clave: patologías osteoarticulares, temperatura media, temperatura de rocío, presión atmosférica*

## **ASSOCIATION BETWEEN PATIENTS WITH OSTEOARTICULAR PATHOLOGIES AND METEOROLOGICAL VARIABLES, IN THE BUENOS AIRES AREA**

### **ABSTRACT**

This paper examines data of patients with osteoarticular pathologies (POA) in the area of influence of the bigger Buenos Aires in the period January 2005–December 2012. Frequency distributions of POA occurrence are determined in function of the age and gender to determine the degree of vulnerability to the POA. The relationship is also established between the number of patients with POA during that period and meteorological variables (temperature (T), dew point (Td) and atmospheric pressure (Pr)). In addition, the relationship between T, Td, Pr and the relative frequency of POA patients with respect to the total of patients at a medical enterprise, with the aim to determine whether these meteorological variables can be used to forecast the number of patients, as well as the number of professionals and vehicles under given weather conditions.

The following POA were selected: lumbocitalgia, cervicalgia, artralgia, osteocondritis, dorsalgia, ciatalgia and condritis, given that 93.3% of the patients suffer from these pathologies. The greatest incidence of these illnesses is generally observed in adults above 70 years old, primarily women. Daily correlation coefficients between the incidence of each POA and meteorological variables are not statistically significant. On the contrary, monthly correlations for the three variables and the number of patients with dorsalgia and osteocondritis are statistically significant. This is also true for monthly temperature and patients with lumbocitalgia.

The analysis of the frequencies of patients with POA relative to the total number of patients would indicate that mean temperature correlates best with the number of registered patients. In addition, a larger number of calls would reach the health service company when T and Td are warmer than 14.1 and 9.1, respectively and less phone calls when Pr is higher than 1013 mb in any month of the year. The seasonal analysis of POA occurrence shows that frequency decreases from its summer peak through spring, autumn and winter.

Multiple correlations obtained from the Stepwise method of T, Td and Pr allow estimating the expected number of patients per month, (FrSt) with a quadratic error range of 0.26 - 0.0001. The maximum error is for lumbocitalgia and decreases through cervicalgia, artralgia, osteocondritis, dorsalgia, ciatalgia and condritis.

Based on the results obtained between the monthly number of patient with POA and meteorological variables, mean temperature projected by global climate models might be used to forecast the monthly number of osteoarticular patients in the future.

*Keywords: Osteoarticular pathologies, temperature, dew point, atmospheric pressure,*

*expected frequencies*

## 1. INTRODUCCIÓN

Como se viene mostrando en la bibliografía actual, los factores climatológicos y meteorológicos diversos ocasionan –directa o indirectamente– la muerte prematura de millones de personas y generan enfermedades o incapacidades a cientos de millones más. A pesar de ello, es escasa la atención y mínimo el grado de prioridad política y económica que se le da a la prevención de las enfermedades meteorotrópicas, existiendo poca conciencia social del riesgo atribuible a los factores ambientales en Salud Pública. El estudio de los factores ambientales, en donde se incluyen los meteorológicos, constituye un aporte fundamental como herramienta capaz de interpretar mejor lo que ocurre en los procesos sobre la salud-enfermedad (Tolcachier et al., 1994; Kashiwabara et al., 2002; Santic et al., 2002; Wardman et al., 2002).

Debido a la carencia de registros sanitarios fiables y de series temporales largas de los mismos, en la Argentina se han realizado muy pocos estudios sobre la incidencia de la meteorología o el clima sobre los seres humanos. Así por ejemplo Hoffmann et al (1983) estudiaron la relación entre la presencia de una depresión localizada en aproximadamente 65 - 75°W y 40°S at 500 hPa y la ocurrencia de asma en la ciudad de Rosario. Piccolo et al (1988) realizaron un trabajo similar para la ciudad de Bahía Blanca. Rusticucci et al. (1996; 2000) y Alexander P. (2013) relacionaron diferentes variables atmosféricas con distintas enfermedades. Alessandro et al. (2003; 2006) examinaron en la Ciudad de Buenos Aires, la irritabilidad causada por un dado rango de temperatura y la influencia de las variables meteorológicas sobre enfermedades cardíacas donde sobresalió la gran correlación con la temperatura.

En dos trabajos anteriores al presente (Alessandro, 2012 y 2014), la autora analizó la

relación de algunas variables meteorológicas sobre enfermedades respiratorias, considerando una muestra de pacientes obtenida a partir de registros de la empresa Ayuda Médica, entre agosto de 2004 y agosto de 2012 de la Ciudad de Buenos Aires. En ellos se pudo observar que los grupos más afectados por las variables meteorológicas fueron el de los menores de 10 años y el de los mayores a 71 años.

Como continuación de los trabajos realizados, la autora desea determinar en una muestra (2005/2012) de pacientes con determinadas patologías osteoarticulares la posible influencia que ejercen sobre ellas las variables meteorológicas seleccionadas y conocer el grupo etario más afectado por las condiciones atmosféricas, con el fin de mitigar los efectos causados por estas patologías.

## 2. DATOS Y METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo se han utilizado los registros diarios de pacientes del período enero 2005 a diciembre 2012 (muestra total: 3.854.254), proporcionados por la empresa Ayuda Médica, que dispone de socios propios y a su vez es prestador del servicio a obras sociales, empresas y colegios, por lo que sus posibles pacientes no constituyen una muestra fija. La compañía posee un sistema de atención domiciliaria que cubre toda el área del Gran Buenos Aires, que incluye la Ciudad de Buenos Aires y los 19 partidos que la rodean.

Desafortunadamente en el momento de realizar este trabajo, la empresa no contaba con mayor número de datos ordenados y revisados, para que los resultados obtenidos tengan una mayor validez estadística; problema que se repite en nuestro país y en la mayoría de las instituciones relacionadas con la salud, cuando se desean relacionar datos de distintas enfermedades con variables de otras especialidades ajenas a las de la medicina.

Los diagnósticos utilizados son los aportados por los médicos que realizan las visitas y se han tomado sin utilizar ningún tipo de filtro, tal como fueron informados. Por lo que se asume que una misma patología puede ser interpretada de distinta manera por dos médicos, de acuerdo al criterio adoptado, lo que implica que los datos utilizados en el estudio pueden estar sesgados de acuerdo al subjetivo diagnóstico efectuado por el médico de guardia. Otro problema que presenta la muestra, es que la mayor parte de las personas afectadas con POA no llaman inmediatamente a la empresa de salud, siendo este el motivo por lo que en los registros diarios no se han encontrado relaciones directas con los valores diarios de las variables meteorológicas. A pesar de estos inconvenientes, la muestra de datos empleada es significativa para realizar una primera aproximación.

Teniendo presente que en este trabajo no se ha realizado una discriminación zonal de los pacientes, se ha tomado como referencia la estación meteorológica Ezeiza (34.49°S, 58.32°O) para las variables atmosféricas. La elección de esta estación es debida a que aporta serie de datos más completos y confiables que otras estaciones situadas en la vecindad. En ella se toman los valores diarios y medios de temperatura (T), temperatura de rocío (Td) y presión atmosférica en superficie (Pr), todos ellos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

La compañía sanitaria Ayuda Médica reúne con el nombre de patologías osteoarticulares (POA) a varias enfermedades y afecciones, de las cuales se han seleccionado: lumbocotalgia, cervicalgia, artralgia, osteocondritis, dorsalgia, ciatalgia y condritis, por constituir éstas el 93.3% (140.659) del total de pacientes que presentan estas patologías.

Debido a que se quiere conocer cuáles son las edades y el sexo más influenciado por este tipo de patologías, se determina la distribución de los pacientes por edad y sexo; pero además teniendo en cuenta que el número de pacientes para cada edad es función del número de habitantes

existentes en cada zona analizada, se realiza un proceso de estandarización de acuerdo al censo del año 2010 de la Ciudad de Buenos Aires y alrededores.

Dado que el llamado a la empresa puede efectuarse el mismo día o en días posteriores al comienzo de la afección se calcula la correlación diaria entre T, Td y Pr y el número de pacientes de cada POA para distintos lags (0, 1, 2, 3 y 4).

Con el fin de investigar si un cambio brusco entre días consecutivos de alguna de las variables (V), sería la causa de un número mayor de pacientes, para cada una de ellas se calcula la diferencia entre el valor del día anterior  $i-1$  ( $V_{i-1}$ ) y el valor del día  $i$  ( $V_i$ ) en que se produjo el registro. Estas diferencias ( $V_{i-1}-V_i$ ) se correlacionan con el número de pacientes del día  $i$ .

Posteriormente se obtiene la gráfica de las frecuencias diarias de todos los pacientes del período considerado (2005-2012), donde se observa una ligera disminución de los mismos en los últimos cuatro años, así también como en los correspondientes a cada POA analizadas, a excepción de los afectados por la Ciatalgia que muestra un incremento en sus últimos valores. Debido al desconocimiento que causa dicha disminución, para cada una de las distintas afecciones POA, se realiza un proceso estadístico de estandarización de los valores absolutos de los pacientes, dividiéndolos por el número total de pacientes de todas las enfermedades registradas por la empresa sanitaria (FR).

Se determinan las correlaciones entre los valores mensuales de T, Td y Pr y los pacientes con afecciones osteoarticulares, las correlaciones entre estos últimos y las anomalías de las tres variables, así también como las correlaciones entre T, Td Y Pr y las FR.

Además, se calcula para las afecciones elegidas, la distribución relativa de los pacientes según la época del año.

Finalmente, y con el objetivo de poder

detectar en que porcentaje influyen la T, Td y Pr cuando éstas actúan en forma conjunta en el número relativo de pacientes de cada una de las POA, se calculan mediante el método Stepwise, (STATISTICA-Multiple Regression), los diferentes coeficientes de correlación múltiple mensuales ( $\rho$ ) y las ecuaciones de las distribuciones aproximadas de pacientes relativos (FRSt).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Porcentajes de las POA y distribución por edad y sexo según censo 2010

Porcentajes de las POA y distribución por edad y sexo según censo 2010.

En la Tabla I se presenta el número total de pacientes (n) de cada POA y el porcentaje de estos últimos respecto a la cantidad total de pacientes con POA (n%) en el período analizado. Se advierte que cerca del 50% corresponde a los afectados por lumbalgia.

Para conocer las edades y el sexo más influenciado por las POA se determina la distribución de los pacientes, relativizados respecto a los valores del censo 2010 de la Ciudad de Buenos Aires y alrededores. Previamente se muestra en la Figura 1, la distribución de sus habitantes según dicho censo, donde se observa que la mayor frecuencia corresponde al intervalo de edad 21-30.

Se grafican en la Figura 2 (a, b, c, d, e, f, y g) para cada una de las afecciones: las Frecuencias de pacientes por edad (i), Frecuencias de pacientes relativos (Fr) al censo de 2010 en períodos etarios mayores (ii), y Frecuencias de pacientes relativos (Fr) al censo de 2010 por edad y sexo (iii). De acuerdo a esta figura se puede decir:

**Lumbocitalgia:** (Fig. 2a) Según el período analizado se observa que existe un máximo de frecuencia de pacientes (F) entre los 21 y 30 años, desciende con los años y se presenta un máximo secundario en los 71-80 (Fig. ai). Esta distribución puede facilitar la preparación de las

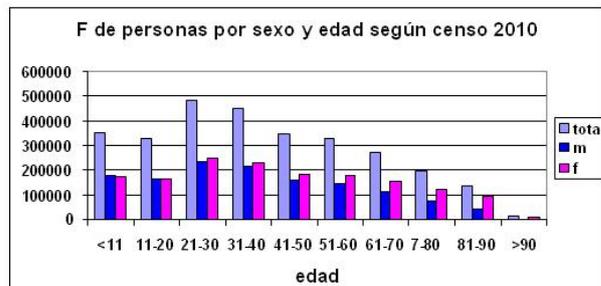


Figura 1: Distribución de habitantes de la Ciudad de Buenos Aires y alrededores según el Censo de 2010 (eje y) por sexo (rosa: femenino, azul: masculino y celeste: ambos) y edad (eje x).

condiciones necesarias para atender a personas en esos rangos de edades. Pero si se compara con el censo 2010 y se obtienen las frecuencias relativas (Fr) respecto al mismo y en períodos de 9 años de edad, entonces la Fr es máxima para los mayores a 90 años (Fig. aiii) o bien corresponde a los mayores de 70 si se toman solo tres períodos etarios diferentes (Fig. aii). En la Figura af3 se muestra que el sexo masculino supera al femenino aproximadamente hasta los 51 años para descender respecto al femenino en los años subsiguientes a excepción del último período.

**Cervicalgia:** (Fig. 2b) En este caso, la distribución de F (Fig. bi) es similar a la correspondiente a la lumbocitalgia. La distribución de las Fr (Fig. biii) muestra un máximo para los pacientes entre 21 y 30 años. Excepto el último período, en todos ellos las mujeres se hallan más afectadas que los hombres (biii).

**Dorsalgia:** (Fig. 2c) Al igual que en la POA anterior los pacientes (F) entre 21 y 30 son los más frecuentes, pero en este caso se advierte un aumento de Fr muy pronunciado con el aumento de la edad. Los mayores de 90 años superan en más de ocho veces y media a la Fr del período 21-30. A partir de los 51 años las Fr del sexo femenino son mayores a las del sexo masculino.

**Artralgia:** (Fig. 2d) En este caso ya no se advierte el máximo secundario de F de los 21-30, y es más significativo el aumento con la edad. A partir de los 51 años en las Fr también supera el

POA	n	n%	POA	n	n%
Lumbocitalgia	73369	48,69	Osteocondritis	8603	5,71
Cervicalgia	31831	21,12	Ciatalgia	1962	1,30
Dorsalgia	12778	8,48	Condritis	1756	1,16
Artralgia	10360	6,87	Total	140659	

Tabla I: Cantidad de pacientes (n) y de pacientes porcentuales ( n% ) con distintas POA

sexo femenino al masculino.

**Osteocondritis:** (Fig. 2e) La distribución de F presenta valores máximos entre los 71 y 90 años. La de Fr presenta un máximo para los pacientes mayores de 90 años y respecto al sexo solo en este período el sexo masculino supera al femenino.

**Ciatalgia:** (Fig. 2f) Presenta distribuciones similares a la osteocondritis, pero se observa una gran prevalencia del sexo femenino en la distribución de Fr.

**Condritis:** (Fig. 2g) Se magnifica un máximo de F en los 81-90 años y uno secundario entre los 21 y 31 años. Las Fr presentan un máximo para los mayores a 90 años y su distribución muestra un claro aumento de Fr con la edad. El sexo femenino vuelve ser mayor a partir de los 41 años.

### 3.2. Análisis de los valores diarios

Las correlaciones diarias entre T, Td y Pr y los pacientes de las distintas POA para los lags= 0, 1, 2, 3 y 4 no resultan significativamente distintas de cero. El mismo resultado se obtiene al correlacionar para cada POA y para cada una de las tres variables, la diferencia entre el valor de la variable en el día anterior  $i-1$  ( $V_{i-1}$ ) y el valor de la variable del día  $i$  ( $V_i$ ) en que se produjo el registro, con el número de pacientes del día  $i$ .

A excepción de los afectados con Ciatalgia, como se mencionó anteriormente, al graficar el número diario de pacientes de cada una de las POA se advierte un descenso de los mismos en los últimos cuatro años. También se observa esta singularidad entre los distintos meses de cada año.

Periodo	Enero		Anual	
	2005/08	2009/12	2005/08	2009/12
Pac.	28	19	44976	28797
T	21,2	21,9	16,9	17,3
Td	16,3	16,8	11,3	11,5
Pr	1009,6	1009,5	1013,6	1013,2

Tabla II: Valores medios de T, Td y Pr y de pacientes con lumbocitalgia en los períodos:2005/08 y 2009/2012.

A título de ejemplo, por ser la lumbocitalgia la POA con mayor número de pacientes, se muestra en la Figura 3 los datos diarios de enero de los ocho años de pacientes con esta afección.

Si bien como se menciona en el primer párrafo de este inciso las variables meteorológicas y los pacientes de las POA no están linealmente correlacionadas, se quiere ver si esa disminución de pacientes entre ambos períodos está relacionada con un cambio de los valores medios de las variables en dichos períodos.

Como ejemplo se toma el caso de enero, se obtienen las medias de los pacientes de lumbocitalgia y de las tres variables para los períodos: 2005-2008 y 2009-2012 respectivamente (Tabla II).

En Ezeiza el valor normal de T en enero es de 24°C y su desvío típico de 3°C y el de Td es de 16 y 4°C su desvío típico, es decir que las T y Td de ambos períodos están dentro del rango determinado por el valor normal y el desvío. O sea que no hay diferencias de T y Td.

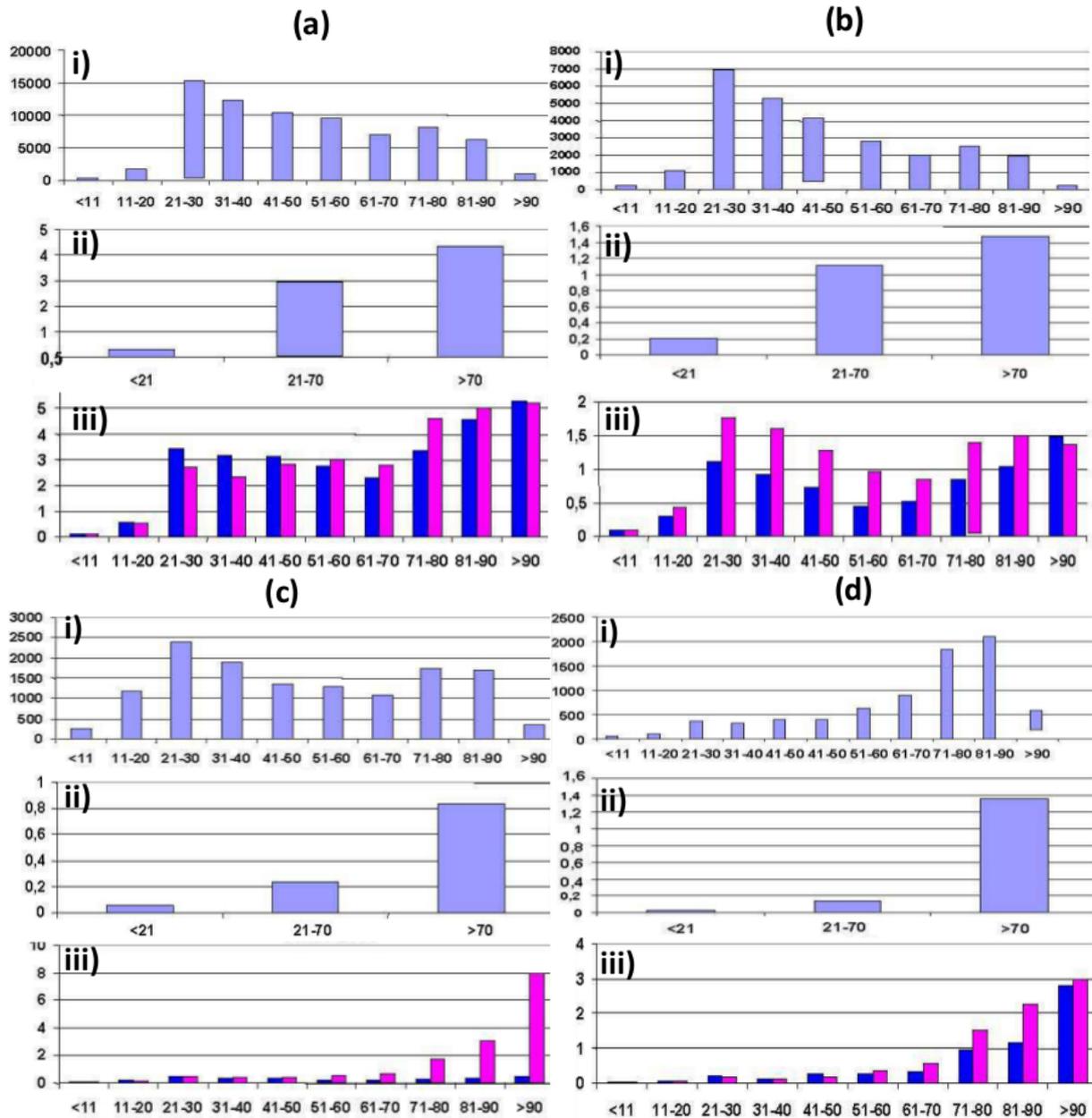


Figura 2: Frecuencias de pacientes por edad (i), frecuencias relativas de pacientes de acuerdo al censo de 2010 en mayor escala etaria (ii), y frecuencias relativas de pacientes por edades de acuerdo al censo de 2010 (iii) para Lumbocitalgia (a), Cervicalgia (b), Dorsalgia (c), Artralgia (d), Osteocondritis (e), Ciatalgia (f) y Condritis (g).

Por otra parte, se calculan en la misma estación, los valores medios anuales de ambos períodos y se comparan con los valores estadísticos de la T, Td y Pr media anual y sus desvíos. Estos últimos resultan:  $16.6 \pm 5$  °C y  $11.3 \pm 4.1$  °C y  $1012.5 \pm 2.9$  mb. De la comparación de estos valores con los representados en la columna 4 y 5 de la Tabla

III, se advierte que los dos períodos no presentan diferencias entre sí.

Se observa que las variables meteorológicas no están relacionadas con la disminución de pacientes por lo tanto el origen es debido a otro factor, quizás el económico.

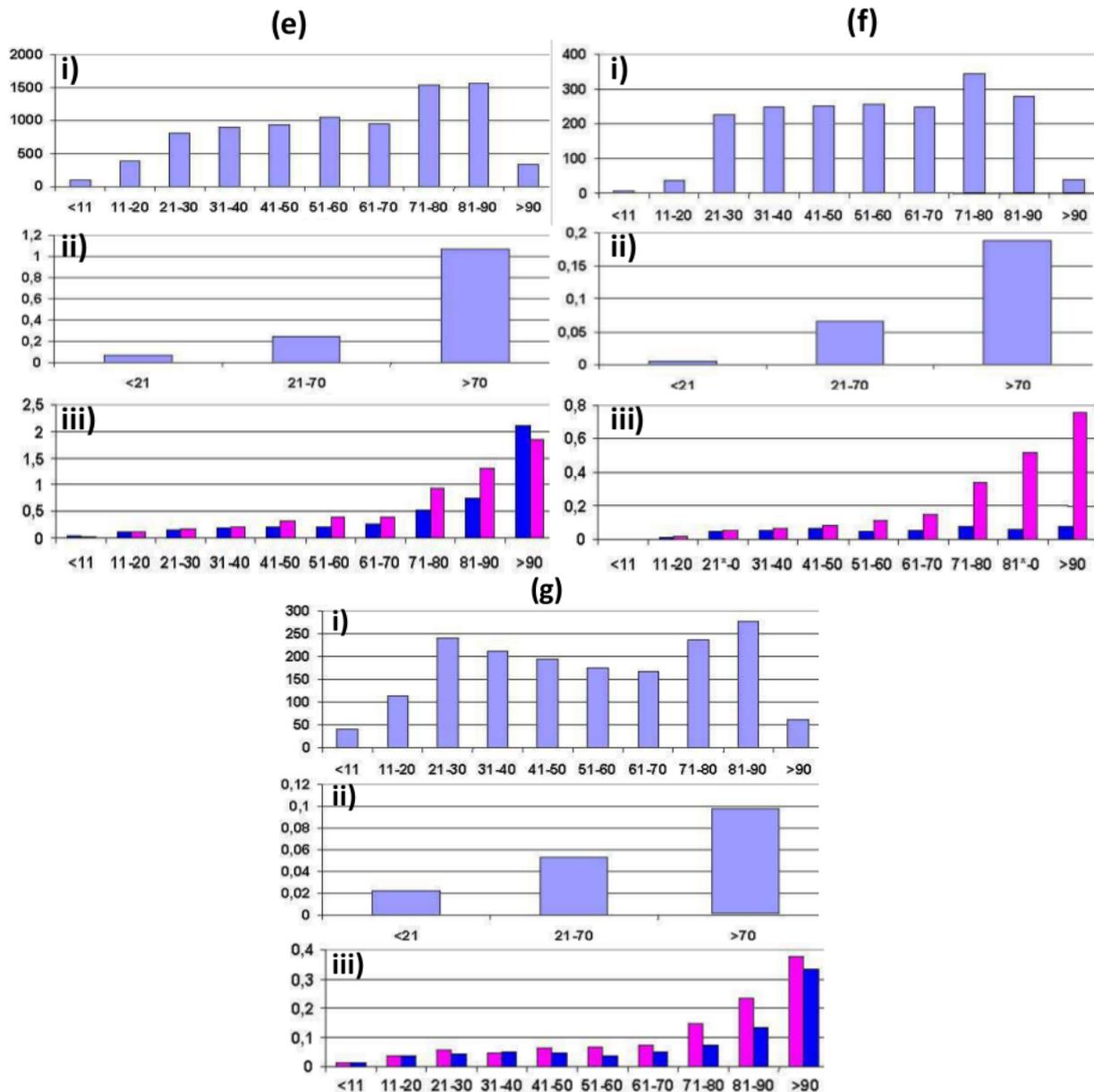


Figura 2 (continuación): Frecuencias de pacientes por edad (i), frecuencias relativas de pacientes de acuerdo al censo de 2010 en mayor escala etaria (ii), y frecuencias relativas de pacientes por edades de acuerdo al censo de 2010 (iii) para Lumbociturgia (a), Cervicalgia (b), Dorsalgia (c), Artralgia (d), Osteocondritis (e), Ciatalgia (f) y Condritis (g).

### 3.3. Análisis de los valores mensuales

Las correlaciones entre los valores mensuales de las tres variables y los pacientes con POA, solo dan significativamente distintas de cero ( $>0.19$ ) en el nivel del 95% cuando éstas corresponden a dorsalgia y osteocondritis (negativas con Td y positivas con Pr) y solo se

correlacionan negativamente con T los pacientes con lumbociturgia. Por el signo negativo de la correlación se esperaría que a menor T el número de pacientes con lumbociturgia sea mayor, lo que coincide con lo mostrado en la Figura 4, donde se representa la marcha mensual de pacientes con esta patología durante los ocho años, y cuyos máximos corresponden mayormente a los meses

POA	R(T)	R(Td)	R(Pr)	Fr St	$\rho$	Ds	$\varepsilon$
Lumbocitalgia	<b>0,76</b>	<b>0,71</b>	<b>-0,61</b>	0,98+0,0589T	0,756	0,400	0,2572
Cervicalgia	<b>0,71</b>	<b>0,66</b>	<b>-0,61</b>	0,00357+0,0004T	0,712	0,022	0,015
Artralgia	<b>0,70</b>	<b>0,66</b>	<b>-0,57</b>	-0,03889+0,0001T+0,00003Pr	0,704	0,0692	0,0492
Dorsalgia	<b>0,56</b>	<b>0,58</b>	-0,38	-0,10093+0,000130T+0,0001Pr+0,00002Td	0,608	0,0008	0,0006
Osteocondritis	0,49	0,46	-0,36	-0,10093+0,00013T+0,0001Pr+0,00007Td	0,528	0,00049	0,00042
Ciatalgia	0,37	0,29	-0,32	0,00028+T0,000021-0,000008Td	0,389	0,00027	0,00025
Condritis	0,37	0,35	-0,34	0,00028+0,00001T	0,350	0,00016	0,00015

Tabla III: Para cada POA : a) valores de correlación lineal (R) entre la frecuencia relativa media de pacientes (FR) y T (R(T)), Td (R(Td)) y Pr (R(Pr)) medias, b) expresiones de la aproximación de Stepwise (FRSt), correlación múltiple ( $\rho$ ), desvíos (Ds) y errores ( $\varepsilon$ ) del método.

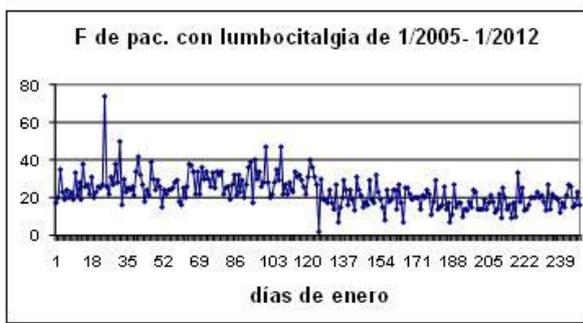


Figura 3: Distribución diaria de pacientes con lumbocitalgia ( eje y) del mes de enero de los años 2005- 2012.



Figura 4: Distribución mensual de pacientes con lumbocitalgia (eje y) en los meses (eje x) del período 2005- 2012.

de junio, julio o agosto.

Los valores de las correlaciones son aún menores cuando se calcularon con las anomalías de las

variables. A pesar de la débil correlación con la T y más aún con la Td y Pr, se quiere estimar el porcentaje de pacientes afectados por un aumento o descenso de estas variables respecto a los valores normales. Se calculan las anomalías ( $\Delta$ ) de T, Td y Pr y se determina el número total de pacientes correspondientes al signo de las mismas. Las Figuras 5 a), b) y c) muestran esta distribución para los pacientes con lumbocitalgia.

En este caso los meses del año no están discriminados, hay más pacientes cuando la T ó Td ó la Pr mensuales son mayores a sus valores normales, es decir cuando se produce un aumento de la Td, T ó Pr. Por ejemplo, podrían haber más pacientes en el mes de julio o en el mes de enero de un año determinado cuando éstos son más cálidos, o más húmedos o tener presión más alta de lo normal.

Entre el 66 y 68 % de los pacientes acumulados en cada mes de cada POA se producen con valores de anomalías mensuales de temperatura ( $\Delta T$ ) positivas, entre el 67 y 69 % con anomalías de presión ( $\Delta Pr$ ) positivas y entre el 52 % y 56 % con anomalías de temperatura de rocío ( $\Delta Td$ ) positivas.

Es decir que independientemente del mes que se esté considerando, una mayor T o Pr respecto a sus valores normales determinan una mayor probabilidad de casos de POA.

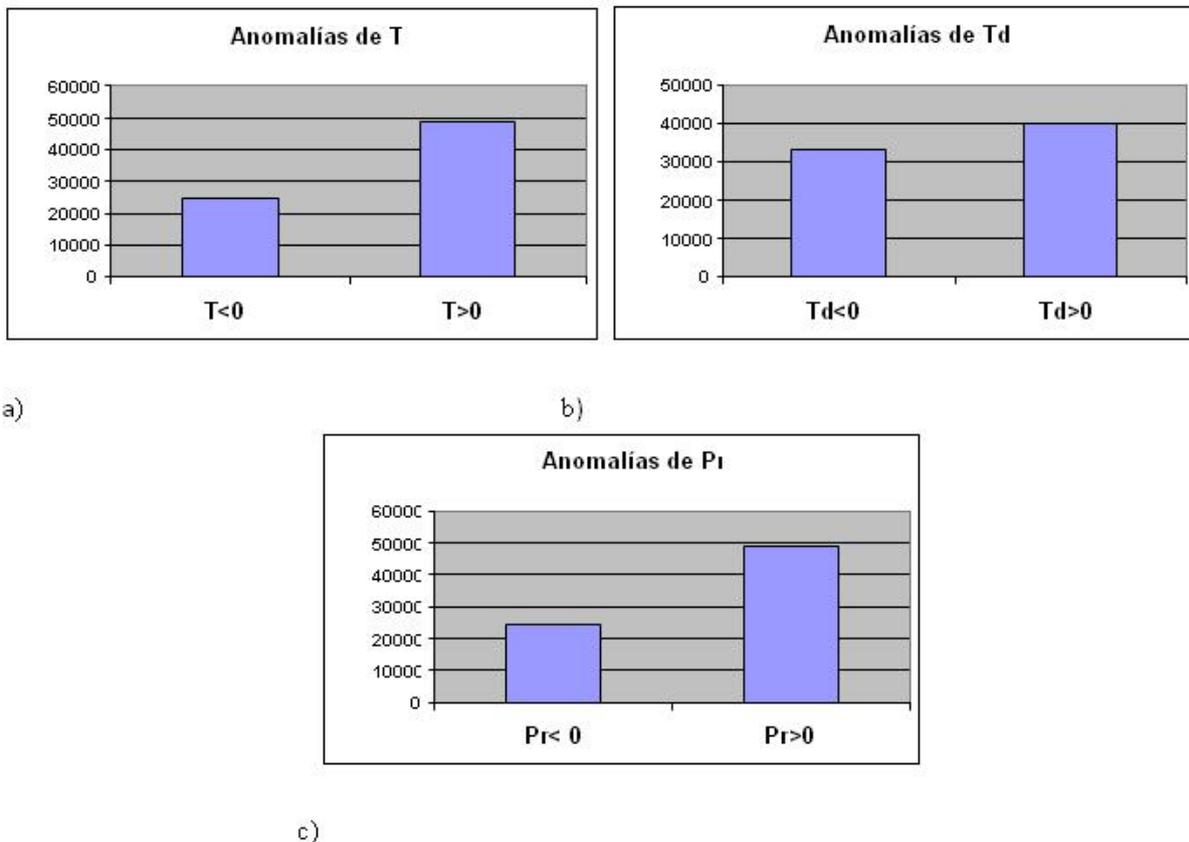


Figura 5: Distribución de pacientes acumulados mensualmente con lumbocitalgia (eje y) según las anomalías ( $\Delta$ ) de T, Td y Pr (eje x).

### 3.4. Análisis de los valores mensuales relativos. Aplicación del método de Stepwise

Se relativizan los valores absolutos de cada POA respecto al número total de pacientes. Bajo estas condiciones se obtiene la Figura 6 para los pacientes con lumbocitalgia, que representa a los datos relativos mensuales (FR) en donde se observa una periodicidad con máximos de diciembre a febrero y mínimos entre mayo y agosto de cada año, es decir que dan en forma inversa a los datos absolutos.

Se calculan las correlaciones lineales (R) entre los valores mensuales de T, Td y Pr ( $R(T)$ ,  $R(Td)$  y  $R(Pr)$ ), y las FR de cada POA. Todas las correlaciones mensuales son significativamente distintas de cero, al nivel del 95 % ( $\pm 0.19$ . Brooks and Carruthers, 1953), si bien las tres primeras

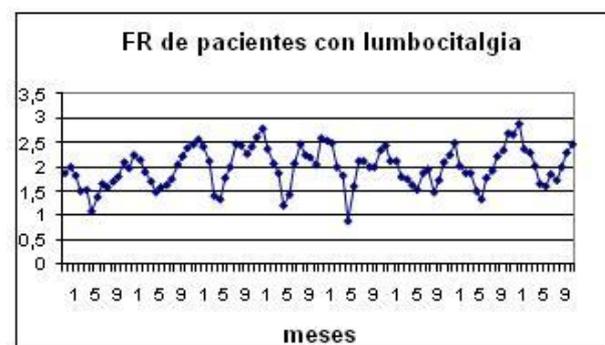


Figura 6: Frecuencia relativa mensual de pacientes (FR) con lumbocitalgia (eje y) durante los meses del período 2005- 2012 (eje x).

presentan las mejores correlaciones con las tres variables y sobre todo con la temperatura (Tabla III).

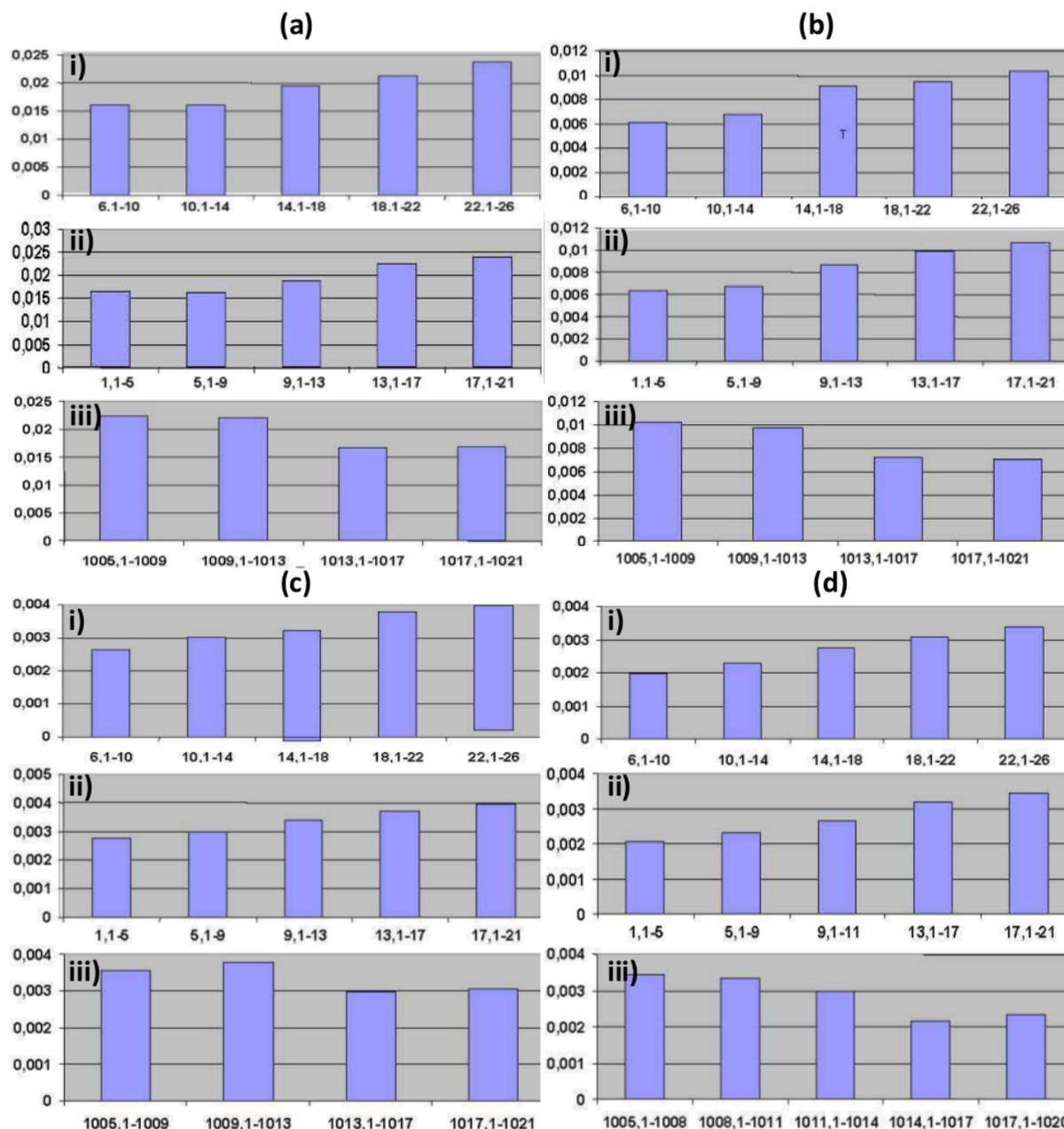


Figura 7: Frecuencia relativa mensual de pacientes con Lumbocitalgia (a), Cervicalgia (b), Dorsalgia (c), Artralgia (d), Osteocondritis (e), Ciatalgia (f) y Condritis (g), en función de la temperatura (i), temperatura de rocío (ii) y presión a nivel de mar (iii).

Dada las altas correlaciones mensuales entre el número relativo de pacientes y las variables, así también como la periodicidad de las distribuciones, se calcula para las afecciones elegidas la distribución relativa de los pacientes (FR) en función de los valores mensuales de T (v1), Td (v2) y Pr (v3), para el período

2005/2012. La Figura 7 (a, b, c, d y e) representa las distribuciones mencionadas para las cinco primeras enfermedades.

En general se observa que el número de pacientes aumenta con la T (mayores a 14.1°C) y la Td (mayores a 9.1°C). Respecto a la presión,

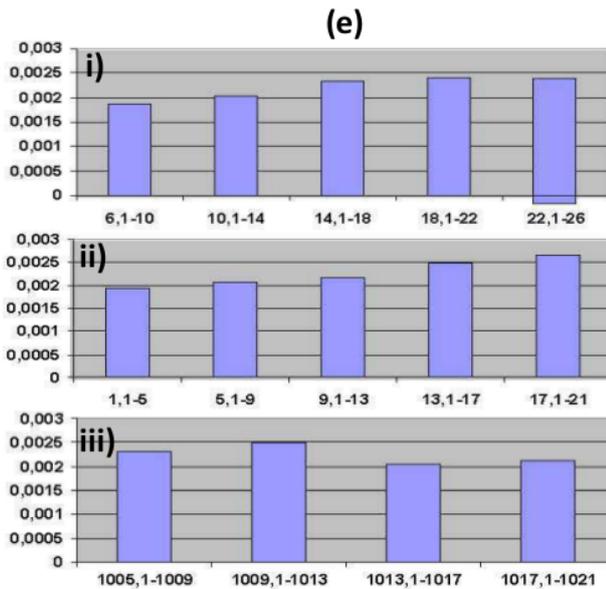


Figura 7 (continuación): Frecuencia relativa mensual de pacientes con Lumbocitalgia (a), Cervicalgia (b), Dorsalgia (c), Artralgia (d), Osteocondritis (e), Ciatalgia (f) y Condritis (g), en función de la temperatura (i), temperatura de rocío (ii) y presión a nivel de mar (iii).

los pacientes con lumbocitalgia, cervicalgia, artralgia y ciatalgia disminuyen cuando aumenta esta variable y los afectados por dorsalgia, osteocondritis y condritis presentan un máximo en el rango de 1009.1 a 1013 hPa y valores mínimos para los mayores a 1013 hPa.

La empresa habría recibido más llamadas cuando las temperaturas y las temperaturas de rocío fueron mayores a 14.1 y a 9.1°C respectivamente y menor cantidad de llamadas cuando las presiones fueron mayores a 1013 mb, en cualquier mes del año.

La distribución relativa de los pacientes según la época del año muestra un porcentaje relativo de mayor a menor en el siguiente orden: verano, primavera, otoño e invierno. En la Figura 8, se representa como ejemplo el caso de pacientes con lumbocitalgia.

Se determinan las correlaciones múltiples mensuales ( $\rho$ ) y las aproximaciones de las



Figura 8: Frecuencia relativa de pacientes (FR) con lumbocitalgia (eje y) durante las estaciones del año: verano (v), otoño (o), invierno (i) y primavera (p) (eje x).

distribuciones de pacientes relativos obtenidas a través del método de Stepwise (FRSt), procedimiento recomendado por Draper and H. Smith (1981).

Se aplica este método para cada una de las POA y se halla el error cuadrático medio ( $\varepsilon$ ) y la desviación estándar de cada serie (Ds). Los  $\varepsilon$  resultaron menores que las desviaciones standard (Ds) de las series, por ello el ajuste realizado a través del método se puede considerar bueno (Rao V. B. at al, 1997). En la Tabla III se advierte que los Ds son cada vez más similares a los  $\varepsilon$  en la dirección desde la fila superior a la inferior, coincidentemente con la significancia de los coeficientes de correlación R obtenidos anteriormente, siendo Ds y  $\varepsilon$  casi iguales en las tres POA inferiores. En la Figura 9, se muestran los valores mensuales relativos (FR) de pacientes afectados por la enfermedad (azul) y los obtenidos con las aproximaciones del método de Stepwise (rosa) (FRSt).

Las cuatro primeras distribuciones correspondientes a la frecuencia relativa de pacientes de lumbalgia, cervicalgia, artralgia y dorsalgia (Figura 9 a), b), c) y d)) están en fase con la aproximada a través del método de Stepwise, notándose que los mínimos de la aproximación son menores a medida que disminuye R.

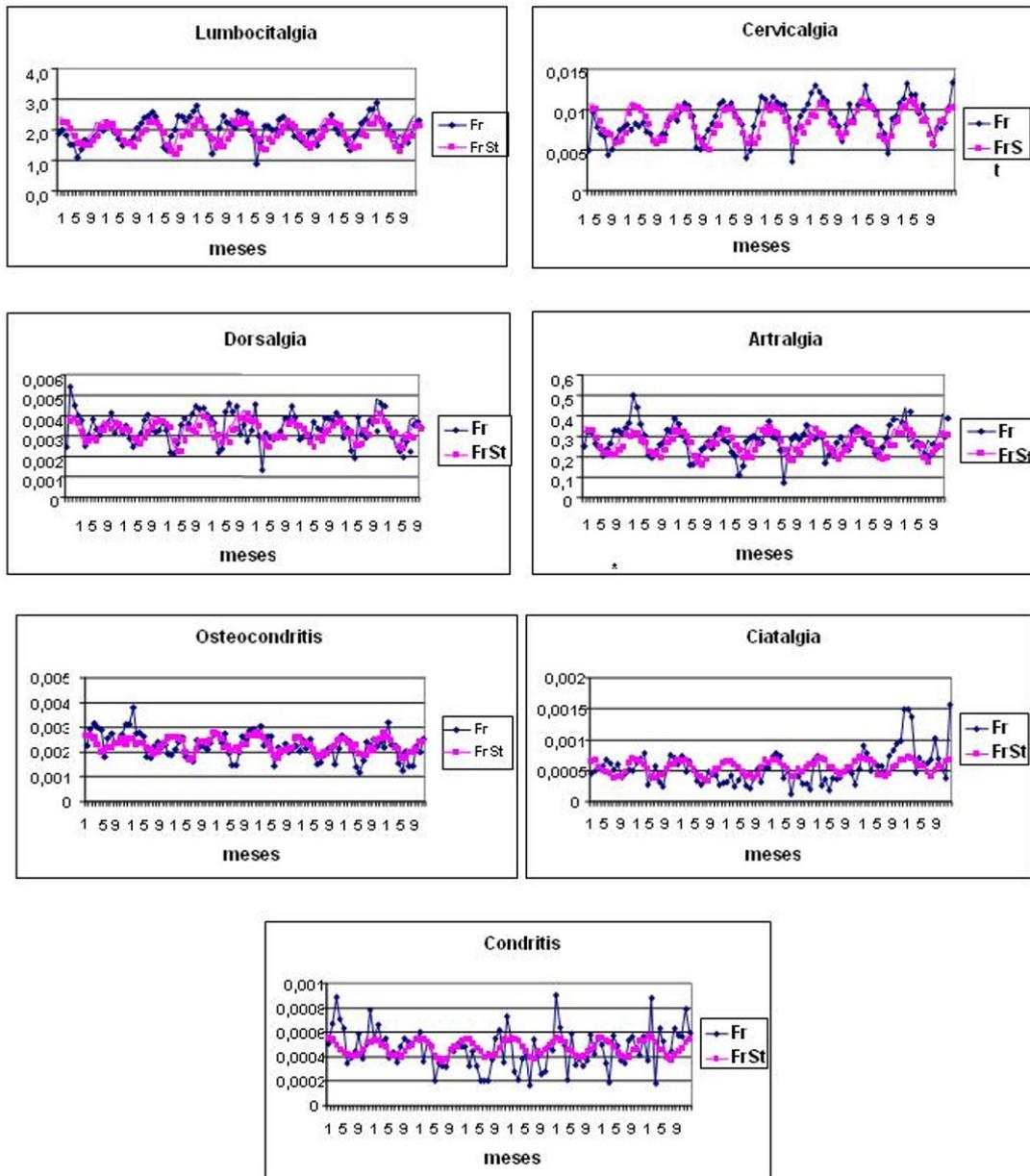


Figura 9: Aproximación de Stepwise (FRSt) en rojo y frecuencias relativas reales (FR) en azul de pacientes de lumbocotalgia, cervicalgia, artralgia, dorsalgia y osteocondritis (eje y), durante los meses el período 2005-2012 (eje x).

En las tres siguientes aplicaciones los coeficientes de correlación lineal resultan menores a 0.50 y también el número de pacientes es menor, en ellos el desvío típico de la serie da prácticamente igual al error cuadrático medio, los desvíos son ligeramente mayores. Se puede apreciar en las Figura 9 e) y g) que los valores reales se presentan cada vez más irregularmente dispuestos respecto

a la curva estimada.

Los resultados obtenidos en los dos últimos ítems, podrían ser aplicados a las proyecciones de los valores mensuales de la temperatura obtenidas por modelos climáticos globales de la región húmeda Argentina (Proyecto tercera comunicación Nacional sobre Cambio Climático,

2015), para poder realizar una evaluación futura de la cantidad mensual de pacientes osteoarticulares.

#### 4. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta a la población registrada en el censo de 2010, las patologías osteoarticulares (POA) afectan con mayor frecuencia a los mayores de 70 años y al sexo femenino, a excepción de los mayores de 90 años afectados por cervicalgia y osteocondritis donde supera el sexo masculino. Con baja frecuencia los pacientes masculinos aproximadamente menores de 51 años afectados con lumbocitalgia y artralgia superan al sexo femenino.

No existe correlación lineal diaria para los lags 0, 1, 2, 3 y 4 entre el número de pacientes de las distintas afecciones osteoarticulares (POA) y las variables: Temperatura (T), Temperatura de rocío (Td) y Presión (Pr). Con estas variables, a nivel mensual, los pacientes con dorsalgia y osteocondritis presentan correlaciones significativamente distintas de cero en el nivel de confianza de 0.95. Para este mismo nivel los pacientes con lumbocitalgia se correlacionan con la T.

Para cualquier mes del año, se registran entre el 70 y 72 %, 67 y 69 % o entre el 52 % y 56 % de los pacientes acumulados mensualmente de cada POA, cuando son positivas las anomalías medias de temperatura, presión o temperatura de rocío respectivamente.

Considerando las frecuencias de pacientes relativos (FR) respecto a la cantidad de pacientes de todas las enfermedades proporcionadas por la compañía médica, se concluye que:

- a) Las correlaciones lineales mensuales entre las tres variables y las FR de cada una de las POA son significativamente distintas de cero en el nivel del 95 %. Las correlaciones entre T o Td y la Fr de pacientes con Lumbocitalgia, Cervicalgia y Artralgia, son mayores a 0.66 y entre estas tres enfermedades y la Pr, más negativas que -0.57.
- b) Es mayor la cantidad de pacientes en verano y primavera y menor en invierno y se estima que la empresa que ha otorgado los datos, podría haber recibido más llamadas cuando las T y las Td medias resultaron mayores a 14.1C° y a 9.1C°

respectivamente y cuando las Pr fueron menores a 1013.1 mb, en cualquier mes del año.

- c) A través de las ecuaciones obtenidas por el método de Stepwise se puede llegar a aproximar la cantidad mensual relativa (FRSt) de pacientes esperados con el conocimiento del valor mensual de la T, la Td y la Pr con un error cuadrático ( $\varepsilon$ ) que varía entre 0.26 y 0.0001 y un coeficiente de correlación ( $\rho$ ) entre 0.75 y 0.35.  $\varepsilon$  disminuye en el siguiente orden de mayor a menor: lumbocitalgia, cervicalgia, artralgia, osteocondritis, dorsalgia, ciatalgia y condritis.

Los resultados mensuales podrían relacionarse con los valores mensuales de la temperatura proyectados por los modelos climáticos globales aplicados a la región húmeda Argentina, para obtener una evaluación futura de la cantidad mensual de pacientes.

Agradecimientos: A la UBA por costear este trabajo a partir del subsidio 20020100100628, así también como a la empresa Ayuda Médica y al Servicio Meteorológico Nacional por proveer los datos utilizados.

#### REFERENCIAS

- Alessandro, A. P. and A. de Garín, 2003. A study on predictability of human discomfort in Buenos Aires city. *Meteorological Applications*. Vol. 10, pags. 263-271. ISSN 1450-4827. Inglaterra.
- Alessandro, A. P., 2012. Respiratory diseases in the greater Buenos Aires and meteorological variables. *Meteorological Application*. Vol. 19, pags. 79-90. Inglaterra
- Alessandro, A. P., 2014. Variables meteorológicas y su incidencia en enfermedades respiratorias de niños de en el Gran Buenos Aires. *Revista Meteorológica*. Vol. 39 (1), pags. 27-39. Argentina.
- Alexander, P., 2013. Association of monthly frequencies of diverse diseases in the calls to the public emergency service of the city of Buenos Aires during 1999-2004 with meteorological variables and seasons.

- International Journal of Biometeorology, vol. 57 p. 83 – 90.
- Brooks, C. and N. Carruthers, 1953. Handbook of Statistical Methods in Meteorology. Pags. 237-239.
- Draper, N, R. and H. Smith, 1981. Applied Regression. Vol. 181, pags. 307-311.
- De Garín, A. B., A. P. Alessandro y E. Romano, 2006. Influencia de los parámetros meteorológicos sobre enfermedades cardíacas en la Ciudad de Buenos Aires. Presentado en el XIV Congresso Brasileiro de Meteorología (Florianópolis) del 27/ 11 al 1/12/06 y en CD.
- Hoffmann, J. R, A. Daguerre y L. Calcagno, 1983. Correlaciones entre los ataques de asma en pediatría y las condiciones meteorológicas en Rosario. Revista Meteorológica. Vol 14, pág.87.
- Kashiwabara, K., H. Kohrogi, K. Ota and T. Moroi, 2002. High frequency of emergency room visits of asthmatic children on misty or foggy nights. J Asthma. Vol 39(8), pags. 711-717.
- La Proyección del clima en Argentina para el siglo XXI. Capítulo 3, 2015. Responsable de Ejecución de Proyecto: Daniel Calabrese. terceracomunicacioncc@ambiente.gob.ar.
- Piccolo C, G. Perillo, C. Ramon and V. Didio, 1988. Outbreaks of asthma attacks and meteorologic parameters in Bahia Blanca, Argentina. Ann Allergy. Vol. 60, pags. 107-110.
- Rao, V. B., L. D. A. Sá, S. H. Franchito and H. Kioshi, 1997. Interannual variations of rainfall and corn yields in Northeast Brasil. Agricultural and forest Meteorology. Vol. 85, pags. 63-74.
- Rusticucci M., M. L. Bettolli, M. A. Harris, 2000. Association between conditions and the number of patients at the emergency room in an Argentine hospital. Int. J Biometeorol. Vol. 46, pags. 42-51.
- Rusticucci M., M. Harris y E. Agosta, 1996. Relación entre las causas de internación en un hospital general y las condiciones meteorológicas durante el año 1995. Actas VII Congreso Argentino de Meteorología. Bs. As., pags. 459-460.
- Santic Z., K. Santic, D. Ondza and S. Bogut, 2002. The relationships between the asthma and weather. Med Arh. Vol 56 (3), pags. 155-157.
- Tolcachier A. J. y colaboradores, 1994. Distribución y frecuencia de casos de Asma bronquial en consultas pediátricas de urgencia en la Capital Federal durante 1992. Archivos argentinos de Alergia e Inmunología clínica. Vol. 26 (2), pags. 82-90.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo la licencia Creative Commons, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.