

# Análisis cronobiológico de los ingresos de fracturas de la extremidad superior en los hospitales de SACYL 1999-2004\*

F. Ardura Aragón<sup>a</sup>, J. Andrés de Llano<sup>b</sup>, J.R. Garmendia Leiza<sup>c</sup> y J. Ardura Fernández<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Servicio de Traumatología. FREMAP. Universidad Miguel de Cervantes. Valladolid. España.

<sup>b</sup>Servicio de Pediatría. Complejo Asistencial Río Carrión. Palencia. España.

<sup>c</sup>Complejo Asistencial Burgos. Burgos. España.

<sup>d</sup>Servicio de Pediatría. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Catedrático de Pediatría de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valladolid. Valladolid. España.

Miembros del grupo de Investigación Reconocido de Cronobiología. Universidad de Valladolid. Valladolid. España.

**Objetivo.** Valoración de la relación entre las fracturas de la extremidad superior y la dimensión temporal.

**Material y método.** Se estudiaron 16.736 pacientes ingresados en hospitales del sistema público de salud de Castilla y León con fracturas de la extremidad superior, de 1999 a 2004. Se realizó un análisis univariante y una regresión logística, estudio ritmométrico con análisis espectral (transformada de Fourier) y método cosinor, para indagar la existencia de ritmo.

**Resultados.** La edad media de los enfermos fue de  $45,1 \pm 25,7$  años, con un 57,9% de varones. La fractura se produjo en el ámbito urbano en un 62,8% y por accidente de tráfico en un 21,7%. Fue tratado con cirugía el 63,1%, con una mortalidad del 1,6%. La estancia media fue de 7,21 días. La regresión logística mostró menor riesgo para mujeres, ámbito urbano y aumento de la edad. Análisis espectral: período dominante de 365 días. Análisis de cosinor: ritmo significativo (acrofase: 13/8 y batifase: 31/12). Todos los subgrupos, excepto *exitus* y mayores de 84 años, mostraron ritmo (acrofases de 19/7 a 8/9).

**Conclusiones.** Este grupo de fracturas y la mayoría de subgrupos muestran ritmo con acrofases en verano. Tráfico y no tráfico tienen ritmos semejantes. Los datos del estudio cronobiológico se pueden aplicar en la clínica, mediante la planificación de los recursos con sentido temporal.

**Palabras clave:** fractura, traumatología, ortopedia, hospitalización, cronobiología, biorritmos, variabilidad, circanual, estacional.

\*Premio Fundación SECOT de Investigación Clínica en Cirugía Ortopédica y Traumatología 2007.

**Correspondencia:**

F. Ardura Aragón.  
C/ Estudios 2, 1.<sup>o</sup> B.  
47005 Valladolid. España.  
Correo electrónico: fardura@ono.com

Recibido: agosto de 2007.

Aceptado: diciembre de 2007.

## Chronobiological analysis of patients admitted with upper limb fractures to hospitals in Castile-Leon between 1999 and 2004

**Purpose.** To assess the relationship between fractures of the upper limb and the time dimension.

**Materials and methods.** A study was conducted of 16,736 patients admitted to Castile-Leon hospitals with a fracture of their upper limb between 1999 and 2004. The following analyses were performed to investigate the existence of rhythm: an univariate analysis performed together with a logistic regression, a rhythmometric study with spectral analysis (Fourier transform) and cosinor method.

**Results.** Patients' mean age was  $45.1 \pm 25.7$  years, with 57.9% of males. The fracture was sustained in an urban milieu in 62.8% of cases and as a result of a road accident in 21.7%. Surgery was performed in 63.1% of cases, with a mortality rate of 1.6%. Mean hospitalization time was 7.21 days. Logistic regression showed a lower risk for older females, in the urban setting. Spectral analysis: dominant period of 365 days. Cosinor analysis: significant rhythm (acrophase: 13/8 and batiphase: 31/12). All subgroups except for deceased patients and those over 84 years showed rhythm (acrophases: 19/7 to 8/9).

**Conclusions.** This group of fractures, as well as the majority of subgroups, shows rhythm with acrophases in the summer. Traffic and non-traffic have similar rhythms. The data from the chronobiological study can be applied to clinical practice by planning resources with time-based criteria.

**Key words:** fracture, trauma surgery, orthopedics, hospitalization, chronobiology, biorhythms, variability, circannual, seasonal.

En el estado actual de la actividad médica clínico-asistencial la traumatología ha ido cobrando paulatinamente mayor importancia. En la variedad de enfoques existentes, así como en las líneas de investigación que se registran en las grandes bases de datos abiertas al conocimiento general, son relativamente escasos los estudios que relacionan las fracturas con el factor tiempo<sup>1,2</sup>.

El marco de la Cronobiología, ciencia de la dimensión temporal, ha visto crecer las aportaciones a la investigación básica y cada vez acoge mayor número de estudios clínicos<sup>3-5</sup>. No obstante, los estudios cronobiológicos en el marco de la traumatología son poco comunes y además limitados por metodología no siempre adecuada, o relacionados con aspectos metabólicos u hormonales del hueso afectado por la fractura<sup>6</sup>. Cuando están relacionados con aspectos epidemiológicos y clínicos se limitan casi exclusivamente a fracturas de cadera y sólo ocasionalmente a otros tipos de fractura<sup>2,7</sup>.

Por todo ello, el objetivo de nuestro trabajo se orienta al estudio de la relación entre las fracturas y la dimensión tiempo; en concreto, las fracturas de la extremidad superior. Es decir, si existe o no ritmo en la producción de estas fracturas, el tipo de ritmo (mensual, anual, estacional), las semejanzas y/o diferencias según factores etiológicos, etarios, medidas terapéuticas y resultados obtenidos. Con ello se pretende obtener información para su potencial aplicación en el ámbito asistencial, la organización preventiva de los recursos y la modificación de los factores de riesgo susceptibles, tal como ha sido acreditado en otros tipos de patología como el infarto agudo de miocardio, la hipertensión arterial, la diabetes<sup>5</sup> y una diversidad de aspectos fisiológicos y patológicos<sup>4</sup>.

De igual manera, pretendemos dejar establecida una metodología contrastada y sistematizada para su aplicación posterior por otros investigadores interesados en esta problemática de interés creciente y desarrollo aún limitado.

## MATERIAL Y MÉTODO

La población diana fue constituida a partir de los pacientes con lesiones traumatológicas, ingresados en los hospitales del sistema público de salud de Castilla y León (SACYL) entre el 1 de enero de 1999 y el 31 de diciembre de 2004, y registrados en la base Conjunto Mínimo Básico de Datos (CMBD). A partir de la CMBD fueron seleccionados los pacientes que tuvieron, en la variable “diagnóstico principal” (C1) o en cualquiera de los campos de la variable “otros diagnósticos” (C2-C13), alguno de los códigos correspondientes a lesiones en el campo de la traumatología. A continuación, se utilizó como criterio de inclusión la presencia de códigos correspondientes únicamente a fracturas de la extremidad superior.

Una vez agrupados los casos en la base operativa definitiva, se obtuvo un total de 16.736 pacientes, que constituyeron la población de estudio.

En la base CMBD se registró información de múltiples variables. Con el fin de preservar la información confidencial, se suprimieron de los registros de la CMBD los datos que comprometían dicha confidencialidad, dando cumplimiento a la Ley Orgánica 15/1999. Posteriormente se procedió a una nueva codificación, generando diversas variables para el análisis definitivo. La elección de las variables se llevó a cabo en función de su interés en la práctica y en la experiencia clínica, así como por la frecuencia de citación en los estudios publicados. Las variables definitivas fueron: edad (años), estratificación por edad (< 15 años, 15-64, > 64, 65-74, 75-84, > 84), sexo, accidente de tráfico (sí o no), día de la semana, mes y año de ingreso, estancia hospitalaria (alta o baja considerando estancia alta la superior a la mediana y estancia baja, la inferior a la misma), tratamiento quirúrgico (sí o no), código postal de residencia, ámbito de residencia (rural o urbano, siendo nuestro objetivo comparar la población urbana con la no urbana; según criterios del Instituto Nacional de Estadística [INE], la población no urbana será la suma de la intermedia y la rural; a efectos del trabajo denominaremos a la población no urbana como población rural), tipo de alta (domicilio, traslado, alta voluntaria, *exitus*, consulta externa) y comorbilidad (hemos seleccionado las patologías más prevalentes y aquellas que son citadas en la literatura con mayor frecuencia y susceptibles de comparación: cardiovascular, digestiva, endocrinológica, genitourinaria, mental, neurológica y respiratoria<sup>8</sup>).

## Subgrupos

Cada grupo dará lugar a diversos subgrupos en función de los valores que el grupo pueda tomar en cada una de las diferentes variables. Los subgrupos permitirán profundizar en el conocimiento cronobiológico mediante el protocolo de análisis ritmométrico.

## Análisis estadístico

En el análisis univariante, para las variables continuas se obtuvieron los siguientes parámetros: media, desviación estándar, mediana y percentil 25-75. Se realizó un test de bondad de ajuste a la normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para las variables discretas y categóricas se obtuvo la distribución de frecuencias.

Con el fin de determinar el grado de asociación entre las fracturas de la extremidad superior y el resto de variables potencialmente confusoras, se realizó un análisis multivariante a través del método de regresión logística binomial. Para dicho análisis se tomó como variable dependiente la fractura de la extremidad superior. Como variables independientes se tomaron las variables: edad, sexo, ámbito de residencia, accidente de tráfico, mes de ingreso, día de ingreso

y comorbilidad. Se emplearon variables indicadoras para las variables polítómicas. La estrategia de modelización fue por “pasos hacia atrás” empleando como criterio los cambios en el cociente de verosimilitudes. Como resultado de este análisis, se calcularon los riesgos mediante el *odds ratio* para cada variable, con sus intervalos de confianza.

### Estudio cronobiológico. Análisis ritmométrico

Para comprobar la existencia de ritmo, se utilizaron los métodos ritmométricos descritos por Nelson, Halberg y otros autores<sup>9-13</sup>, con las bases conceptuales que siguen: la demostración de la presencia de ritmo o sus armónicos puede realizarse a través del método cosinor (de coseno-vector). Con este método se obtiene una curva coseno adaptada en la que se identifican diversos parámetros (fig. 1). Los términos utilizados en el análisis cronobiológico con el método cosinor pueden ser descritos como:

- 1) Ritmo: periodicidad de un patrón que oscila en el tiempo. Si el patrón de variación no es periódico, carece de ritmo.
- 2) Período: tiempo necesario para completar el ciclo de un fenómeno rítmico. Es el inverso de la frecuencia.
- 3) Circanual: ritmo con un período aproximado de 365 días.
- 4) Frecuencia: número de ciclos que se completan en una determinada unidad de tiempo.
- 5) MESOR (*Midline Estimating Statistic of Rhythm*): valor medio entre los valores máximos y mínimos de la curva sinusoidal en torno al cual oscilan todas las mediciones del fenómeno experimental.
- 6) Amplitud: medida del pico de un ritmo por encima del umbral medio estimado por una función matemática. Mide la diferencia entre el valor mayor y menor en la curva coseno.
- 7) Acrofase: tiempo en el cual se verifica el valor máximo de la variable en la curva coseno adaptada.
- 8) Batifase: tiempo en el cual se verifica el valor mínimo de la variable en la curva coseno adaptada.
- 9) Análisis del coseno: adaptación de una curva coseno a un ritmo por el método de regresión de los mínimos cuadrados.

El método cosinor permite, mediante el test de amplitud nula, confirmar la existencia de ritmo, y mediante el test de amplitud-acrofase, comparar distintos ritmos entre sí.

En nuestro estudio se llevó a cabo un análisis estadístico inferencial por ritmometría según la fecha de ingreso de los pacientes en el hospital a través de los siguientes pasos: a) búsqueda de periodicidad en las series temporales, con la variable día del año, mediante análisis espectral a través de la transformada rápida de Fourier; b) búsqueda de ritmo mediante el test de cosinor de componentes múltiples, con los períodos dominantes encontrados en el análisis espectral, a través del test de amplitud nula; los análisis con pro-

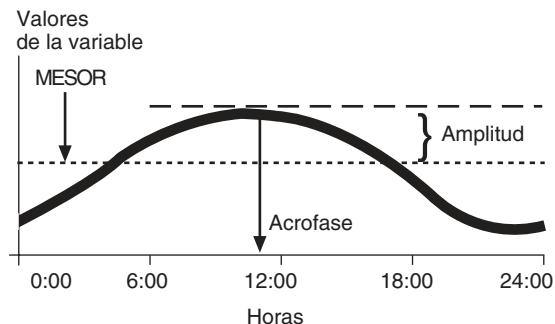


Figura 1. Representación gráfica de una curva coseno adaptada. Si la amplitud se diferencia estadísticamente de cero, se considera que el ritmo representado por la función coseno es significativo.

babilidad de error menor de 5% fueron considerados estadísticamente significativos; c) cuando se encontró ritmo en un grupo, se llevó a cabo un análisis de subgrupos, dependiente de las variables específicas y del interés clínico de las mismas; y d) finalmente se realizó un análisis comparativo entre los diferentes subgrupos mediante el test de amplitud-acrofase.

El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa SPSS.V14/Win amos 6 y para el manejo de la CMBD, elaboración de tablas y redacción del texto se utilizaron Windows XP, Excel, Access y Word, todos con licencias de software de la Universidad de Valladolid.

Antes de la planificación del diseño se realizaron búsquedas de perfil bibliográfico sobre la cuestión de interés utilizando las base de datos MEDLINE®, Índice Médico Español y base de datos de tesis doctorales TESEO, además de los buscadores de Internet Tripdatabase®, SUMSearch® y Biblioteca Cochrane Plus®. La búsqueda en MEDLINE® se realizó a partir de los descriptores: cronobiología, biorritmos, ritmo, variabilidad, circanual, estacional, fractura, traumatología, ortopedia.

El proyecto de investigación fue aprobado por la comisión de investigación del Hospital Clínico Universitario de Valladolid.

## RESULTADOS

El total de fracturas fue 16.736. La edad media fue de  $25,7 \pm 45,1$  años. El 57,9% era varón, frente a 42,1% de mujeres; el 62,8% vivía en zonas urbanas. El 21,7% de las fracturas fue producido por accidentes de tráfico. Fue intervenido quirúrgicamente el 63,1% de los pacientes y la mortalidad hospitalaria fue del 1,6%. El 92% de los pacientes regresó a su domicilio tras el alta hospitalaria. La estancia media en días fue de 7,21 y la mediana de 4, con percentil 25 y 75 de 2 y 9 días, respectivamente. Los pacientes con fracturas de la extremidad superior ingresaron con mayor fre-

**Tabla 1.** Distribución de las fracturas de la extremidad superior en función del año de ingreso

Año de ingreso	N	%
1999	2.733	16,3
2000	2.661	15,9
2001	2.831	16,9
2002	2.759	16,5
2003	2.875	17,2
2004	2.877	17,2
Total	16.736	100,0

cuencia en verano (julio y agosto) y menos en invierno (enero y febrero). La distribución por año, mes y día de ingreso se muestra en las tablas 1 a 3.

En el análisis de regresión logística (tabla 4) se estratificó la variable edad en tres grupos: menores de 15 años, entre 15 y 64, y mayores de 64 años, calculándose el riesgo de fractura de extremidad superior en los últimos grupos etarios respecto al primero. La fractura de extremidad superior tiene menor riesgo de producirse en mujeres que en varones, en el medio urbano que en el rural y a medida que aumenta la edad (tabla 4). El riesgo de producirse es mayor en meses de verano; y muestra menor riesgo de que concurra comorbilidad digestiva, genitourinaria, mental, neurológica y cardiovascular (tabla 4).

El análisis espectral mostró un período dominante de 365 días (fig. 2). El análisis de cosinor para este período presentó un ritmo significativo con acrofase en verano (13 de agosto) y batifase en invierno (31 de diciembre) (tabla 5 y fig. 3). En cuanto a los subgrupos derivados de la variable sexo, tanto varones como mujeres presentaron ritmo, y sus ritmos fueron diferentes. Sin embargo, tuvieron acrofases y batifases similares, y sus curvas fueron semejantes (tabla 5 y fig. 4). Los subgrupos resultantes de los tramos de edad, < 15, 15-64 y > 64, tienen ritmo de ingreso y todos ellos son diferentes entre sí. En el grupo de mayores de 64 años, los

subgrupos 65-74 y 75-84 presentaron ritmo, mientras que los mayores de 84 años no lo tuvieron. Cuando se compararon los subgrupos etarios, mostraron igualdad en sus ritmos los menores de 15 con 15-64 y 15-64 con mayores de 64. Todas sus acrofases se concentraron en la época estival (tabla 5 y fig. 5). En los subgrupos derivados de la variable ámbito de residencia, los pacientes que vivían en zonas urbanas presentaron un ritmo significativo, al igual que los del medio rural, resultando diferentes entre sí. Sin embargo, las acrofases y batifases fueron semejantes (tabla 5 y fig. 4). El subgrupo de los pacientes tratados quirúrgicamente, al igual que los no tratados, presentó ritmo y sus ritmos fueron diferentes. Los subgrupos derivados de la variable estancia hospitalaria, tanto alta como baja, mostraron ritmo y fueron diferentes entre sí. Los subgrupos relacionados con la variable *exitus* mostraron que los pacientes que fallecieron durante su estancia hospitalaria no presentaban ritmo de ingreso, mientras que los que fueron dados de alta hospitalaria tuvieron un ritmo significativo. En cuanto a los subgrupos relacionados con la variable accidente de tráfico, tanto los pacientes que lo padecieron como los que no presentaron ritmo y fueron diferentes entre sí, aunque sus acrofases y batifases fueron semejantes y sus curvas, muy parecidas (tabla 5 y fig. 6).

## DISCUSIÓN

Este tipo de fractura se produce en pacientes jóvenes. En el análisis de regresión logística, el riesgo de que la fractura se produzca a mayor edad es menor que el de producirse a menor edad (tabla 4). Al tratarse de huesos que no soportan carga, el efecto de la osteoporosis no es tan llamativo y las fracturas requieren un traumatismo de mayor energía o una caída con apoyo de la extremidad superior.

Los traumatismos deportivos y los accidentes laborales son las principales causas de estas fracturas, hecho destacado en la literatura<sup>14-20</sup>. Estos mecanismos causales también son más frecuentes en gente joven<sup>18,19</sup>, y al tratarse de regiones menos protegidas podría resultar más fácil su lesión. La estancia hospitalaria es baja. Probablemente influye la posi-

**Tabla 2.** Distribución de las fracturas de la extremidad superior en función del mes de ingreso

Mes de ingreso	N	%
Enero	1.174	7,0
Febrero	1.065	6,4
Marzo	1.253	7,5
Abril	1.262	7,5
Mayo	1.386	8,3
Junio	1.506	9,0
Julio	1.764	10,5
Agosto	1.938	11,6
Septiembre	1.673	10,0
Octubre	1.428	8,5
Noviembre	1.161	6,9
Diciembre	1.126	6,7
Total	16.736	100,0

**Tabla 3.** Distribución de las fracturas de la extremidad superior en función del día de la semana de ingreso

Día de la semana	N	%
Lunes	2.591	15,5
Martes	2.372	14,2
Miércoles	2.203	13,2
Jueves	2.343	14,0
Viernes	2.246	13,4
Sábado	2.424	14,5
Domingo	2.557	15,3
Total	16.736	100,0

**Tabla 4.** Análisis de regresión logística de las fracturas de la extremidad superior. Se muestran las variables que presentaron valores estadísticamente significativos

		p	Odds ratio	Intervalo de confianza del 95%
Edad				
	< 15 (Cat. Ref.)	0,000	1	
	15-64	0,000	0,294	0,273-0,317
	> 64	0,000	0,139	0,129-0,151
Sexo				
	Varón (Cat. Ref.)		1	
	Mujer	0,000	0,916	0,878-0,955
Ámbito de residencia				
	Rural (Cat. Ref.)	0,000	1	
	Urbano	0,000	0,854	0,821-0,889
Mes de ingreso				
	Enero (Cat. Ref.)		1	
	Julio	0,002	1,159	1,057-1,270
	Agosto	0,009	1,127	1,030-1,233
	Septiembre	0,000	1,198	1,092-1,315
Comorbilidad				
	Digestiva	0,000	0,764	0,702-0,830
	Genitourinaria	0,000	0,757	0,686-0,835
	Mental	0,000	0,775	0,731-0,823
	Neurológica	0,000	0,855	0,795-0,921
	Cardiovascular	0,000	0,811	0,768-0,855

Cat. Ref.: categoría de referencia; p: valor de significación estadística.

bilidad que tienen para deambular, así como la baja asociación de complicaciones importantes, lo que proporciona un mejor estado general del paciente.

La mortalidad de estas fracturas también es baja, probablemente por las razones ya expuestas con anterioridad. No requieren reposo en cama ni presentan problemas para la deambulación, y la morbilidad asociada no es elevada.

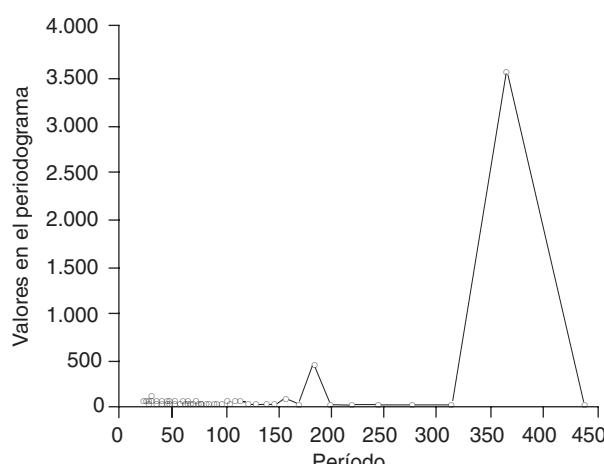
Estas fracturas son más frecuentes en verano. Probablemente, la mayor actividad al aire libre y el aumento de prácticas deportivas y actividades de ocio son factores implicados.

En la regresión logística se observa que el riesgo de que se produzca en la mujer es inferior al del varón. Asimismo, tienen un menor riesgo los pacientes que residen en ámbito urbano. Por otra parte, el riesgo de que la fractura se produzca en verano (julio-septiembre) es más alto. Finalmente, el riesgo de que concurra una patología asociada es menor (tabla 4).

Los pacientes de este grupo presentan ritmo de ingreso, con acrofase en verano y batifase en invierno. Este ritmo se repite dentro de las variables sexo, ámbito de residencia, tratamiento quirúrgico, estancia y accidente de tráfico (tabla 5). En la variable sexo, aunque hay diferencias estadísticamente significativas, las curvas coseno son similares, con acrofases próximas, por lo que las diferencias no se consideran clínicamente relevantes (tabla 5 y figs. 4-6).

Por edades, los grupos < 15 y 15-64 tienen acrofases y batifases semejantes, y sus curvas coseno son similares, por lo que las diferencias significativas entre sus ritmos no se consideran clínicamente relevantes. Sin embargo, el grupo de mayores de 64 años difiere más de los dos anteriores (tabla 5).

Aunque los ritmos de los pacientes intervenidos quirúrgicamente y los de aquellos que no lo fueron son estadísticamente diferentes, no hay diferencias en las acrofases y, por tanto, no serían clínicamente relevantes (fig. 4). En cuanto a la estancia, existe un decalaje de la acrofase (27 días) y batifase (11 días) entre el grupo de estancia alta y el de estancia baja, y aunque la amplitud de este último es mayor, las tendencias de las curvas son similares y las diferencias encontradas son poco trascendentes clínicamente (tabla 5 y



**Figura 2.** Fracturas de la extremidad superior. Análisis espectral mediante la transformada rápida de Fourier. Se observa la existencia de periodicidad circunal, con un armónico predominante de 365 días. Número de casos: 2.190. Desde 5 a 100.

Tabla 5. Resultados del análisis del ritmo de las fracturas de la extremidad superior

	Acrofase	Batifase	p	p comparativa
Grupo ES	13 ag (5 ag-22 ag)	31 dic (22 ag-10 en)	0,000000	
Varón	10 ag (2 ag-21 ag)	21 dic (9 dic-5 en)	0,000000	0,000001
Mujer	17 ag (1 ag-31 ag)	6 en*	0,000000	
Vivos	15 ag (6 ag-23 ag)	31 dic (23 ag-11 en)	0,000000	0,000000
Muertos	25 jul*	26 mar (26 feb-20 abr)	0,316140	
Urbano	8 ag (5 ag-21 ag)	16 dic (5 dic-19 en)	0,000000	0,000000
Rural	19 ag (3 ag-31 ag)	3 en (31 ag-19 en)	0,000000	
Tráfico sí	18 ag (2 ag-2 sept)	31 dic (2 sept-19 mayo)	0,000000	0,002772
Tráfico no	12 ag (3 ag-22 ag)	31 dic (22 ag-17 mayo)	0,000000	
Cirugía sí	16 ag (5 ag-25 ag)	5 en (25 ag-30 en)	0,000000	0,001901
Cirugía no	8 ag (4 ag-23 ag)	9 dic (26 nov-11 abr)	0,000000	
Estancia baja	12 ag (5 ag-18 ag)	20 dic (10 dic-31 dic)	0,000000	0,000000
Estancia alta	8 sept (4 ag-24 ag)	31 dic (22 ag-3 en)	0,000000	
< 15 años	17 ag (12 ag-22 ag)	31 dic (22 ag-3 en)	0,000000	
15-64 años	10 ag*	19 dic (7 dic-5 en)	0,000000	
> 64 años	20 jul (29 jun-22 sept)	28 abr (25 en-8 mayo)	0,000000	
65-74 años	19 jul (28 jun-21 sept)	24 feb (23 en-9 mayo)	0,000000	
75-84 años	25 jul (30 jun-12 feb)	14 mar (12 feb-25 mayo)	0,016562	
> 84 años	6 sept (23 ag-16 sept)	5 mayo (10 abr-23 jul)	0,113711	
< 15/15-64			0,000007	
< 15/> 64			0,000000	
15-64/> 64			0,000001	

\*No es posible el cálculo del intervalo de confianza.

abr: abril; ag: agosto; dic: diciembre; en: enero; ES: extremidad superior; feb: febrero; jul: julio; jun: junio; mar: marzo; nov: noviembre; sept: septiembre.

fig. 6). Los pacientes que fallecieron no presentan ritmo. Probablemente el bajo número de casos en este subgrupo dificulta el hallazgo de un ritmo significativo. En la variable tráfico, aunque las diferencias son estadísticamente significativas, las acrofases y batifases son casi idénticas y sus curvas son similares, por lo que clínicamente no las consideramos relevantes (tabla 5 y fig. 6).

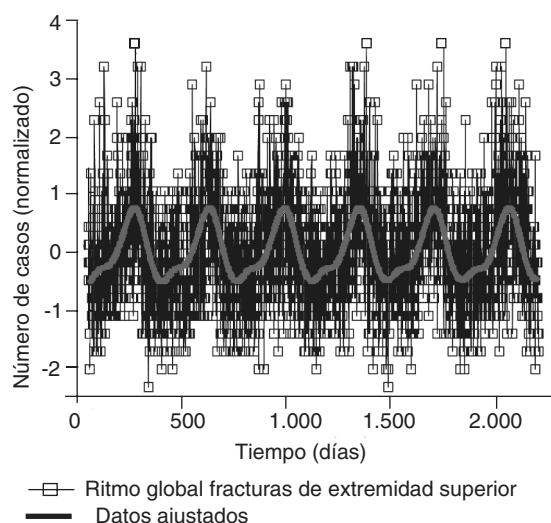
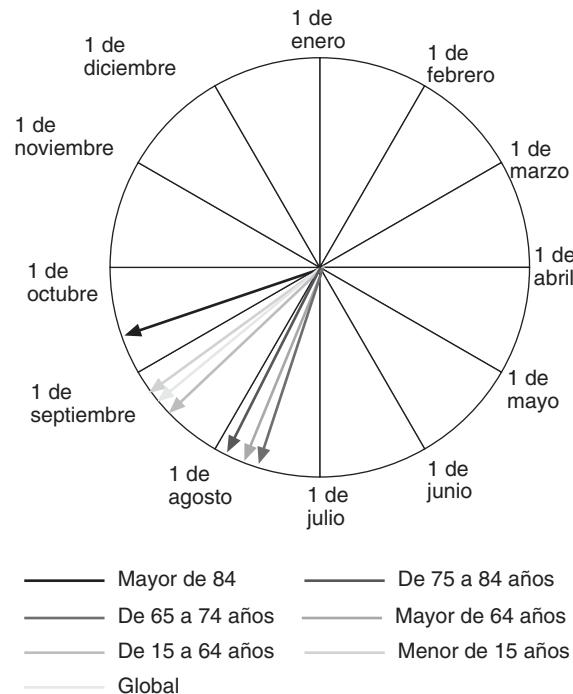


Figura 3. Análisis del ritmo de ingreso de fracturas de la extremidad superior a lo largo del estudio. Los datos ajustados muestran la uniformidad de la curva coseno en 6 años consecutivos, que muestra amplitud significativa ( $p = 0,000$ ) con acrofase el 13 de agosto.

Con independencia de la problemática precedente y en un contexto de aplicabilidad de los resultados, la información que proporcionan las acrofases podría traducirse por épocas concretas del año en las que se produce un incre-



Figura 4. Representación de las acrofases correspondientes a los subgrupos que se indican, por el método del cosinor polar. La circunferencia corresponde a la escala de los 12 meses del año. La punta de los vectores señala la posición de las acrofases.



**Figura 5.** Representación de las acrofases correspondientes a los subgrupos que se indican, por el método del cosinor polar. La circunferencia corresponde a la escala de los 12 meses del año. La punta de los vectores señala la posición de las acrofases.



**Figura 6.** Representación de las acrofases correspondientes a los subgrupos que se indican, por el método del cosinor polar. La circunferencia corresponde a la escala de los 12 meses del año. La punta de los vectores señala la posición de las acrofases.

mento de la demanda asistencial para las patologías objeto de estudio. La disponibilidad de recursos para dar respuesta a esa demanda podría traducirse a su vez en la planificación de mayor dotación de personal, disponibilidad de camas y quirófanos, organización de la cirugía programada, etc. Teniendo en cuenta que las acrofases se concentran en la época estival (tabla 5 y figs. 4-6), época típica vacacional, parece claro que si no se ha hecho una planificación al respecto, aunque fuera derivada de una base empírica de observación del fenómeno, debiera hacerse a partir de la base científica que aportamos en nuestro trabajo.

En la vertiente positiva del estudio podemos destacar que se analiza una serie multicéntrica y amplia. Además, se comunican nuevos hechos concernientes a las fracturas óseas, a partir de un análisis descriptivo y ritmométrico basado en hipótesis fundamentadas. No hemos encontrado en la bibliografía ninguna serie de amplitud equivalente que asocie número de casos y modelos de análisis de ritmos biológicos similares. Además, la información obtenida podría facilitar una mejor planificación sanitaria, orientando recursos a las épocas de mayor demanda y reduciendo el tiempo de espera operatorio. Como hecho derivado de las propias necesidades del análisis, se aporta un protocolo de estudio de ritmos biológicos basado en métodos científicos específicos, verificado en diferentes estudios y que ha producido rendimientos ajustados a la hipótesis y objetivos, lo que facilita su utilización por otros grupos de investigación interesados por los ritmos biológicos.

Aparte de lo positivo que puedan significar las aportaciones que se han relacionado, somos conscientes de la existencia de limitaciones en este estudio a pesar de los asesoramientos solicitados. Una puede ser el sesgo de supervivencia. Siempre habrá algún caso que fallece en el momento de producirse la fractura, sobre todo con el mecanismo de tráfico, y que no llega a ingresar en el hospital, produciendo el sesgo aludido. Además, hemos utilizado modelos matemáticos que consideramos válidos, pero también podrían haber sido tomados en consideración otros modelos de análisis. Podrían ser comentadas otras limitaciones, aunque quedarían fuera del marco y los objetivos que nos hemos planteado al iniciar el estudio.

En conclusión, las fracturas de la extremidad superior muestran un ritmo relacionado con el momento de ingreso en el hospital, y la acrofase o pico máximo de ingresos se produce en la época estival (13 de agosto). Los subgrupos resultantes de las variables estudiadas presentan ritmo (a excepción del subgrupo *exitus* y los mayores de 84 años) y todas sus acrofases se sitúan en verano (del 19 de julio al 8 de septiembre). El accidente de tráfico muestra acrofases similares a los mecanismos de no tráfico y sus ritmos son semejantes. Lejos del supuesto establecido al elegir esta variable en el estudio, no resultó un factor tan relevante ni discriminador en las fracturas estudiadas. El estudio cronobiológico materializado a través del análisis ritmométrico proporciona información sobre la incidencia de las acrofases en épocas

concretas del año, información científica que se puede traducir en aplicabilidad clínica concreta, sobre un incremento de la demanda asistencial, mediante la planificación de los recursos con sentido temporal.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Brulajic M. Seasonal variations in incidence of fractures among elderly people. *Inj Prev*. 2000;6:1-2.
2. Jacobsen SJ, Goldberg J, Miles TP, Brody JA, Stiers W, Rimm AA. Seasonal variation in the incidence of hip fracture among white persons aged 65 years and older in the United States, 1984-1987. *Am J Epidemiol*. 1991;133:996-1004.
3. Halberg F, Cornelissen G. Introduction to Chronobiology. Medtronic Chronobiology Seminar, 47. Library of Congress (USA); 1994.
4. Moore-Ede MC, Czeisler CA, Richardson GS. Circadian time-keeping in health and disease. Part 2. Clinical implications of circadian rhythmicity. *N Engl J Med*. 1983;309:530-6.
5. Muller JE, Stone PH, Turi ZG, Rutherford JD, Czeisler CA, Parker C, et al. Circadian variation in the frequency of onset of acute myocardial infarction. *N Engl J Med*. 1985;313:1315-22.
6. Swinson DR, Tam CS, Reed R, Hoffman D, Little AH, Cruickshank B. Bone growth kinetics IV: a preliminary investigation on a biorhythm in human osteogenesis. *J Pathol*. 1975;116:13-6.
7. Pedrazzoni M, Alfano FS, Malvi C, Ostanello F, Passeri M. Seasonal variation in the incidence of hip fractures in Emilia-Romagna and Parma. *Bone*. 1993;14 Suppl 1:S57-63.
8. Olsson C, Petersson CJ. Clinical importance of comorbidity in patients with a proximal humerus fracture. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;442:93-9.
9. Nelson W, Tong YL, Lee JK, Halberg F. Methods for cosinor-rhythmometry. *Chronobiologia*. 1979;6:305-23.
10. Díez-Noguera A, Cambras T. Determinación de las características del ritmo en variables biológicas. Método de cosinor. *Inf Med Bio*. 1989;1:25-30.
11. Fernández JR, Hermida RC. Inferential statistical method for analysis of non-sinusoidal hybrid time series with unequidistant observations. *Chronobiol Int*. 1998;15:191-204.
12. Bingham C, Arbogast B, Guillaume GC, Lee JK, Halberg F. Inferential statistical methods for estimating and comparing cosinor parameters. *Chronobiologia*. 1982;9:397-439.
13. Alberola-López C, Martín-Fernández M. A simple test of equality of time series. *Signal Processing*. 2003;83:1343-8.
14. Marcireau D, Oberlin Ch. Fracturas de la epífisis distal del húmero. En: Enciclopedia Médico Quirúrgica. Aparato Locomotor. 5. Paris: Ed. Elsevier (ed. esp.); 2000. p. 14-678.
15. Cuenca J, Martínez AA, Herrera A, Domingo J. The incidence of distal forearm fractures in Zaragoza (Spain). *Chir Main*. 2003;22:211-5.
16. Gustilo RB, Bechtold JE. Revisión histórica del tratamiento de las fracturas y luxaciones. En: Gustilo RB, Kyle RD, Templeman DC, editores. *Fracturas y luxaciones*. I. Madrid: Mosby/Doyma; 1995. p. 3-9.
17. Vandenbussche E, Huten D. Fracturas del extremo superior del húmero. En: Enciclopedia Médico Quirúrgica. Aparato Locomotor. 5. Paris: Ed. Elsevier (ed. esp.); 2000. p. 14-672.
18. Jouve JL, Guillaume JM, Jacquemier M, Bollini G, Petit P. Fracturas del antebrazo en el niño. En: Enciclopedia Médico Quirúrgica. Aparato Locomotor. 5. Paris: Ed. Elsevier (ed. esp.); 2000. p. 14-702.
19. Coudane H, Hardy Ph, Huttin P, Benoît J. Fracturas de la diáfisis humeral. En: Enciclopedia Médico Quirúrgica. Aparato Locomotor. 5. Paris: Ed. Elsevier (ed. esp.); 2000. p. 14-675.
20. Lenoble E, Dumontier C. Fractura de la extremidad distal de los dos huesos del antebrazo en el adulto. En: Enciclopedia Médico Quirúrgica. Aparato Locomotor. 5. Paris: Ed. Elsevier (ed. esp.); 2000. p. 14-699.

## Declaración de conflicto de intereses

Los autores han declarado no tener ningún conflicto de intereses.

