



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Programa de Doctorado Interdepartamental: Avances en Traumatología,
Medicina del Deporte. Cuidados de Heridas.

Departamento de Enfermería

TESIS DOCTORAL

**CRONOBIOLOGÍA DE LAS AFECIONES DEL
APARATO LOCOMOTOR EN LA ISLA DE LANZAROTE**

LILIANA ESTHER CAMPI

DIRECTORES:

Dr. D. Francisco José Hernández Martínez
Dra. Dña. María Pino Quintana Montesdeoca
Dr. D. Juan Fernando Jiménez Díaz
Dra. Dña. Bienvenida C. Rodríguez de Vera

Año 2015

ÍNDICE

	Página
1- INTRODUCCIÓN.	1
1.1. Definición.	3
1.2. Antecedentes Históricos.	6
1.3. Ritmos Biológicos.	9
1.3.1. Definición.	11
1.3.2. Clasificación de los ritmos biológicos.	13
1.3.3. Ritmos Biológicos Endógenos.	15
1.3.4. Parámetros de los Ritmos Biológicos.	16
1.3.5. Función del reloj biológico.	16
1.3.6. Estructura y fisiología de los Ritmos Circadianos.	17
1.3.7. Propiedades fundamentales de los Ritmos Circadianos.	20
1.3.8. Relación con la Salud y la Enfermedad.	21
1.3.9. Cronobiología y Biología Médica.	24
1.3.10. Cronotipos, Matutinidad y Vespertinidad.	27
1.4. Ritmo Biológicos en el Hombre.	28
1.4.1. Sincronización entre Ritmos Biológicos y Ciclos Ambientales.	28
1.4.2. Ontogénesis de los Ritmos Biológicos Humanos.	30
• Ritmos en la vida fetal.	31
• Ritmos en los primeros años de vida.	31
• Ritmos en escolares.	31
• Ritmos en la vida adulta.	32
• Ritmos en ancianos.	33
1.5. Ramas de la Cronobiología.	33
1.6. Cronobiología médica.	37
1.6.1. Cronomedicina.	37
1.6.2. Aplicaciones clínicas, relación entre la Cronobiología y Patologías.	38
1.6.2.1. Generalidades.	38
1.6.2.2. Desincronización y Enfermedad.	39
1.6.2.3. Cronobiología y Sistema Cardiovascular.	40
1.6.2.4. Cronobiología y Sistema Nervioso.	44
1.6.2.5. Cronobiología y Sistema Hemático y Endocrino.	46

1.6.2.6. Cronobiología y Sistema Respiratorio.	47
1.6.2.7. Cronobiología y Sistema Digestivo.	47
1.6.2.8. Cronobiología y Aparato Locomotor.	47
1.6.2.9. Cronodisrupción y Cáncer.	56
1.6.2.10. Cronobiología y Envejecimiento.	57
1.6.2.11. Cronopatología.	58
1.6.3. Conclusiones y Perspectivas sobre Cronobiología Médica.	60
1.7. Archipiélago Canario.	61
1.7.1. Generalidades.	61
1.7.2. Fisiografía.	62
1.7.3. Climatología.	65
1.7.4. Hidrología.	67
1.8. Isla de Lanzarote.	69
1.8.1. Clima.	69
1.8.2. Temperaturas.	71
1.8.3. Precipitaciones.	73
1.8.4. Insolación y Nubosidad.	74
1.8.5. Viento.	76
1.8.6. Humedad.	79
1.8.7. Población.	80
2- OBJETIVOS.	83
2.1. Objetivos Generales.	85
2.2. Objetivos Específicos.	85
3- MATERIAL Y MÉTODO.	87
3.1. Población de estudio.	89
3.2. Tipo de estudio.	90
3.3. Instrumento de recogida de datos.	91
3.4. Aspectos legales y éticos en la recogida de datos.	91
3.5. Tratamiento estadístico de datos.	92
4- RESULTADOS.	95
4.1. Características de la población de estudio.	97
4.1.1. Atención Primaria de Salud.	97

4.2. Población de estudio: selección y análisis de los datos.	98
4.3. Distribución de los pacientes por género.	99
4.4. Distribución por edad de los pacientes.	100
4.4.1. Edad – Sexo en adultos.	102
4.4.2. Edad – Sexo en niños.	103
4.5. Lugar de Residencia.	104
4.6. Localización de la Patología.	105
4.6.1. Localización de la Patología – Edad.	106
4.7. Causa de la lesión.	109
4.7.1. Causa de la lesión – Edad en Niños.	110
4.7.2. Causa de la lesión – Edad en Adultos.	111
4.7.3. Causa de la lesión – Sexo.	113
4.8. Diagnóstico.	114
4.9. Tratamiento.	117
4.10. Derivación.	117
4.10.1. Derivación – Localización patología.	119
4.10.2. Derivación – Municipio de residencia.	120
4.11. Época estacional.	122
4.11.1. Época estacional – Edad.	123
4.11.2. Época estacional – Sexo.	125
4.11.3. Época estacional – Residencia.	126
4.11.4. Época estacional – Causa de la lesión.	127
4.11.5. Época estacional – Localización de lesión.	129
4.11.6. Época estacional – Tratamiento.	131
4.11.7. Época estacional – Derivación.	132
4.12. Hora del día en que aparece la lesión o patología.	133
4.12.1. Hora del día en que aparece la lesión o patología – Edad y grupos de edad.	134
4.12.2. Hora del día en que aparece la lesión o patología – Época estacional.	136
5- DISCUSIÓN.	139
6- CONCLUSIONES.	151
7- BIBLIOGRAFÍA.	157

8- ANEXOS.	177
Anexo I. Abreviaturas.	181
Anexo II. Solicitud a Gerencia del Hospital José Molina Orosa de Lanzarote.	185
Anexo III. Solicitud al Comité de Investigación Clínica del Área de Salud de Lanzarote.	189
Anexo IV. Solicitud al Comité Ético del Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín.	193
Anexo V. Solicitud para la realización de un “Estudio Observacional”, a la Agencia española de medicamentos y productos sanitarios, del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de Madrid.	197
Anexo VI. Resolución del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de Madrid (Registro Auxiliar Agencia de Medicamentos y Productos Sanitarios, Departamento de Medicamentos de Uso Humano).	203
Anexo VII. Autorización del Comité Ético de Investigación Clínica/Comité de la Ética en la Investigación, del Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín.	209
Anexo VIII. Autorización de la Secretaría General de Servicios de Sistemas Electromédicos y de Información.	213

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

	Páginas
Gráfico 1. Muestra de estudio.	99
Gráfico 2. Distribución por género.	100
Gráfico 3. Edad Agrupada.	101
Gráfico 4. Edad en adultos en relación al género.	102
Gráfico 5. Edad en niños en relación al género.	103
Gráfico 6. Municipio de Residencia.	104
Gráfico 7. Localización de la Patología.	105
Gráfico 8. Edades Agrupadas – Localización de la Lesión.	106
Gráfico 9. Edad en niños – Localización de la Lesión.	107
Gráfico 10. Edad en adultos – Localización de la lesión.	108
Gráfico 11. Causa de la Lesión.	109
Gráfico 12. Causa de la Lesión – Edad en niños.	110
Gráfico 13. Causa de la Lesión – Edad en adultos.	111
Gráfico 14. Causa de la Lesión Agrupada – Grupos de Edad.	112
Gráfico 15. Causa de la Lesión Agrupada – Sexo.	113
Gráfico 16. Diagnóstico.	115
Gráfico 17. Tratamiento.	117
Gráfico 18. Derivación.	118
Gráfico 19. Derivación – Localización de la lesión.	119
Gráfico 20. Derivación – Municipio de Residencia.	121
Gráfico 21. Época estacional origen lesión.	122
Gráfico 22. Época estacional origen lesión – Edad Agrupada.	123
Gráfico 23. Época estacional origen lesión – Edad en niños.	124
Gráfico 24. Época estacional origen lesión – Sexo.	126
Gráfico 25. Época estacional origen lesión – Municipio de Residencia.	127
Gráfico 26. Época estacional origen lesión – Causa de la Lesión.	128
Gráfico 27. Época estacional origen lesión – Localización de lesión.	130
Gráfico 28. Época estacional origen lesión – Tratamiento.	131
Gráfico 29. Época estacional origen lesión – Derivación.	132
Gráfico 30. Hora de la lesión o patología.	134
Gráfico 31. Hora de la lesión o patología – Grupo de edad.	135
Gráfico 32. Hora de la lesión o patología – Época estacional origen lesión.	137

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla I. Espectro de frecuencias de los ritmos biológicos.	4
Tabla II. Horas del día a las que ocurren máximos y mínimos de diversas variables fisiológicas.	25
Tabla III. Frecuencia horaria de diversos eventos fisiológicos y patológicos (modificado de Smolensky y Lamberg, 2000).	38
Tabla IV. Densidad de Población de Lanzarote según Municipio.	80
Tabla V. Población de derecho de Lanzarote según Municipio.	81
Tabla VI. Población de derecho de Lanzarote por grupo de edades.	98
Tabla VII. Tabla de contingencia Edad Agrupada – Localización de la Lesión (niños).	107
Tabla VIII. Tabla de contingencia Edad Agrupada – Localización de la Lesión (adultos).	109
Tabla IX. Tabla de contingencia Edad Agrupada – Causa de la Lesión.	111
Tabla X. Tabla de contingencia Grupos de Edad – Causa Lesión Agrupada.	112
Tabla XI. Tabla de contingencia Sexo Causa Lesión Agrupada.	114
Tabla XII. Tabla de diagnósticos.	116
Tabla XIII: Tabla de contingencia Derivación- Localización de la lesión.	120
Tabla: XIV. Tabla de contingencia Derivación- Municipio de Residencia.	121
Tabla XV. Tabla de contingencia Edad Agrupada – Época estacional origen lesión. Grupo de edad.	125
Tabla XVI. Tabla de contingencia Sexo – Época estacional origen lesión.	126
Tabla XVII. Tabla de contingencia Época estacional origen lesión – Causa lesión agrupada.	129
Tabla XVIII. Tabla de contingencia Localización de la Lesión- Época estacional origen lesión.	130
Tabla XIX. Tabla de contingencia Derivación – Época estacional origen lesión.	133
Tabla XX. Tabla de contingencia Grupos de edad – Hora de la lesión o patología.	135
Tabla XXI. Tabla de contingencia Edad agrupada – Hora de la lesión o patología.	136
Tabla XXII. Tabla de contingencia Hora de la lesión o patología – Época estacional origen lesión.	137

ÍNDICE DE FIGURAS.

	Páginas
Figura I. Mapa de Lanzarote.	73
Figura II. El clima de Canarias es consecuencia de las distintas masas de aire que afectan a las Islas.	79
Figura III. Distribución geográfica de los municipios de Lanzarote.	90
Figura IV. Mapa de Lanzarote.	97

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Definición.

La Cronobiología es una disciplina cuyo campo de acción es el estudio de eventos biológicos en relación con el tiempo¹, estudia los procesos biológicos que siguen secuencias temporales previsibles y se centra en el análisis de los ritmos biológicos^{2,3,4}.

En Cardinali et al, 1994, la definen como: la rama de la biología que estudia la naturaleza y funciones de los ritmos biológicos donde existe una periodicidad biológica que está asociada a la periodicidad geofísica. Cualquier función fisiológica de los seres vivos incluida la reproducción puede ser analizada bajo la óptica de la cronobiología como un fenómeno con una importante dimensión temporal y rítmica⁵.

La periodicidad de los ritmos biológicos coincide con la determinación de ritmos geofísicos, con el control de relojes biológicos presentes en el organismo y la manera de cómo son sincronizados por señales procedentes del medio externo¹.

La Cronobiología tiene bases moleculares y neurales. Se ha demostrado también que aproximadamente, 7% de los genes controlados por el reloj biológico participan en la proliferación celular y la apoptosis. Existen asociaciones importantes entre variantes polimórficas de genes pertenecientes al reloj molecular humano, estacionalidad, cronotipos y depresión. Se considera que en la medida en que avance la investigación en este campo habrá mayores aplicaciones en disciplinas como la farmacología y para el diagnóstico clínico en medicina¹.

La Cronobiología clínica se preocupa de investigar estos ritmos en las personas sanas comparándolos con quienes siguen ritmos invertidos (trabajadores nocturnos) y con quienes padecen alguna enfermedad. Generalmente son investigaciones observacionales de procesos variables a lo largo del tiempo, pero también se incluyen manipulaciones experimentales y terapéuticas propias de la especialidad, como los experimentos de aislamiento o «deprivación sensorial» y la fototerapia².

La Cronobiología, que estudia los ritmos biológicos en las funciones corporales, es una ciencia joven. A mediados del siglo XX se comprobó lo que se sospechaba desde la antigüedad, que todas las funciones fisiológicas, bioquímicas y comportamentales son periódicas. En particular, el hecho de haberse adaptado a un planeta que gira con un período de 24 horas sin duda condicionó a infinidad de ritmos biológicos en plantas y animales a la presencia de esos ritmos diarios. Sin embargo, no todos son días en la cronobiología, si bien han sido menos estudiados, también existen numerosas investigaciones desde ritmos anuales a estacionales, así como otras investigaciones con periodos más cortos, de segundos a horas⁶ (**Tabla I**).

Tabla I. Espectro de frecuencias de los ritmos biológicos.

Tipo de ritmo	Periodo	Ejemplo
Ultradiano	0.1 seg 1 seg 6 seg 60 min 90 min	Electroencefalograma Ritmo cardíaco Ritmo respiratorio Secreciones hormonales Alternancia de estados de sueño
Circadiano	24 h	Actividad reposo Temperatura corporal
Infradiano	28 días 365 días	Ciclo menstrual Hibernación

Fuente: Golombek (2007)

Esta disciplina estudia los ritmos biológicos en todos sus niveles de organización, explora problemas prácticos como los efectos del horario de verano o invierno, la variabilidad en análisis clínicos, problemas asociados al sueño y la dosificación y administración de fármacos en función de una ritmicidad biológica (horaria)⁷.

El ritmo cosmo-climático fijado por la conjunción de los ritmos solar, lunar y terrestre está caracterizado por ostentar una periodicidad inmutable⁵.

- El ritmo solar responde al desplazamiento orbital de la Tierra alrededor del Sol cada 365 días y es el que determina las estaciones del año, las diferencias estacionales de las plantas y las épocas de celo de los animales.
- El ritmo lunar lo define el giro de la Luna alrededor de la Tierra y es el motor de las mareas y de los ritmos circamensuales.
- El ritmo terrestre es el más importante porque al ser el responsable del día y de la noche supedita todos los ritmos vitales asociados a la luz-oscuridad, vigilia-sueño y ortostatismo; es el que genera los ciclos circadianos o nictamerales, con periodos próximos a las 24 horas, considerados los más importantes, frecuentes y mejor definidos.

Todos los seres vivos tienen relojes internos que les permiten predecir las oscilaciones del medio ambiente para que su fisiología responda de forma preventiva y anticipatoria, con la ventaja adaptativa que ello conlleva. El sistema del que forma parte principal este reloj interno se denomina sistema circadiano^{7,8}. Estos sistemas son ritmos con periodos cercanos a las 24 horas (en general, son periodos de 20 a 28 horas), ultradianos son

aquellos con periodos menores (como las secreciones pulsátiles hormonales) e infradianos son aquellos con períodos mayores (como los ritmos estacionales). Cardinalli y Golombek⁹ en una publicación realizada en 1994, hacen referencia a la teoría de los biorritmos, con tres ciclos que actúan coordinadamente para regular la actividad del individuo, tienen los siguientes periodos: 23 días para el ritmo que afecta la actividad física, resistencia, energía y confianza física; 28 días para el ritmo en afectividad, cooperatividad e irritabilidad; 33 días para el ritmo de actividad intelectual, la memoria, aprendizaje y creatividad.

El ambiente condiciona esta periodicidad, así, para un organismo que viva entre mareas, su adaptación principal será la presencia de ritmos de frecuencia mareal (12 horas)^{5,6}. Cuando a los organismos se les aísla del ambiente, sus ritmos difieren ligeramente de 24 horas, de ahí la denominación circadiana. Por ello, para su correcto funcionamiento, el sistema requiere que se le ponga en hora cada día. Este sistema, al igual que el resto de órganos y sistemas del organismo, madura durante los primeros meses de vida, alcanza la madurez plena durante la vida adulta y muestra síntomas de envejecimiento en las últimas décadas de ésta⁸.

Si bien el estudio de los mecanismos de los ritmos biológicos es verdaderamente reciente, Golombek⁶ comenta que la observación de los fenómenos periódicos en la naturaleza es muy antigua, y forma parte del anecdotario histórico y mitológico.

La naturaleza y nosotros mismos formamos parte de un microcosmos energético vivo y debemos tomar siempre en consideración ese microcosmos en el cual vivimos a fin de comprender las energías que hay a nuestro alrededor y que nos hacen señas, para poder materializarlas o para sintonizar nuestro cuerpo vital en función de ese tratamiento¹⁰.

La Cronobiología respeta la naturaleza y tiene en cuenta todo cuanto vive en nuestro mundo, es decir, tiene en cuenta el mundo lumínico solar y también el lunar, en los cuales nos movemos y la naturaleza se expande.

Exige simplemente un poco de observación, mucha comprensión y un estudio del individuo en relación con los dos espacios en los cuales vivimos: el diurno y el nocturno¹⁰. Para su correcto funcionamiento, se requiere que el sistema circadiano se ponga en hora cada día. Para ello, el sistema circadiano que está formado por vías de entrada que reciben la información externa, la envían al marcapaso circadiano central el cual va a transmitir la información temporal al resto del organismo¹¹.

1.2. Antecedentes Históricos.

- La existencia de los ritmos biológicos es conocida desde la antigüedad. El conocimiento del concepto de tiempo y periodicidad de los fenómenos naturales y ambientales datan de épocas muy primitivas de la Historia de la Humanidad¹².
- Los griegos ya sabían que las hojas de ciertas plantas no guardaban la misma posición durante las horas del día y de la noche. Sin embargo, hechos como la floración de las plantas, la reproducción estacional de los animales, la migración de las aves, la hibernación de algunos mamíferos y reptiles, fenómenos todos ellos cotidianos para el hombre, fueron considerados por mucho tiempo como simples consecuencias de la acción de factores ambientales y astronómicos. De acuerdo con esta opinión, que prevaleció durante siglos, el medio ambiente imponía su rutina a los seres vivos¹³.
- Otras escuelas milenarias tratan el concepto de salud y enfermedad desde otra perspectiva. En la medicina china, la salud considera una serie de oposiciones, que incluyen el día y la noche, el sol y la luna. El concepto del tiempo y la periodicidad es fundamental en la medicina china. Desde el clásico texto Nei Ching del siglo III a.C. hasta el presente, consideran a los ritmos biológicos dentro de sus métodos diagnósticos y de tratamiento.

Todas las civilizaciones antiguas reconocían la importancia de los eventos recurrentes a lo largo de los días o del año⁶.

- El poeta griego Hesíodo escribió hacia el año 700 a.C. que "las enfermedades caen sobre los hombres, algunas de día y otras por la noche". Hipócrates aconsejaba a los interesados en la medicina "investigar las estaciones del año y lo que ocurre en ellas". Como consejo práctico, sugería "administrar las purgas de arriba hacia abajo en el verano, y de abajo hacia arriba en el invierno"⁶.
- Aristóteles y más tarde Galeno, escriben sobre la periodicidad del sueño, centrándola en el corazón el primero y en el cerebro el segundo¹².
- Los primeros trabajos científicos sobre ritmos circadianos se remontan a 1729 con las observaciones de Jean-Jacques d'Ortous de Mairan, astrónomo, médico, geólogo, matemático y botánico francés. Observó que los movimientos diarios de las hojas del heliotropo (*Mimosa púdica*) persistían aún situando la planta en oscuridad en el interior de un armario. Su conclusión fue que existía un "reloj interior" que regulaba la conducta del heliotropo¹³. Este autor propuso que esta situación era equivalente a la de los pacientes que aún sin saber la hora del día mantenían un patrón de sueño relativamente regular⁶.

- En 1758 el naturalista Henri-Louis Duhamel pudo comprobar más rigurosamente que el fenómeno de De Mairan era independiente en su origen de las variaciones en la temperatura¹⁴. Luego en 1759 dos botánicos, Du Monceau y Zinn, demostraron que los movimientos espontáneos de las hojas de las plantas, no solo eran independientes de los ciclos luz-oscuridad, sino también de los ciclos de temperatura ambiental¹³.
 - En el año 1832, De Candolle demostró que la persistencia de estos ritmos vegetales eran independientes de la humedad y observó además la circadianidad¹⁴, demostrando que bajo condiciones constantes el periodo de los ciclos de los movimientos de las plantas duraba unas 24 horas¹².
 - Los movimientos periódicos de las hojas en condiciones constantes fueron investigados también por Dutrochet, Sachs y Hofmeister en el siglo XIX. Julius Sachs, en 1857 concluyó de sus experimentos que la periodicidad del movimiento de las hojas no era más que una manifestación de un ritmo más general, que abarcaba a todos los procesos del desarrollo¹⁴.
 - En 1894 Kiesel descubrió ritmos de pigmentación en artrópodos, que persistían en condiciones constantes de iluminación¹⁴.
 - Es a finales del siglo XIX cuando Aschoff, Wever y Siffre desarrollan las primeras investigaciones en sujetos humanos, y aparecieron las primeras descripciones sobre los ritmos diarios de temperatura en trabajadores a turnos o en soldados durante las guardias nocturnas¹².
 - Wilhelm Pfeffer, en 1915, contribuyó al avance en los conocimientos de los ritmos, con sus muchos estudios sobre el papel de la luz, la temperatura y otros factores en la regulación de los ritmos.
- Su primera teoría provisional fue que estos ritmos de 24 horas eran post-efectos de las condiciones ambientales. Esta teoría fue descartada por los experimentos de Semon, el cual sobre la base de la circadianidad encontrada en condiciones constantes de iluminación, postuló el origen hereditario de estos ritmos. Observó además que las periodicidades ambientales artificiales distintas de las de 24 horas no eran aprendidas. Aunque existen algunas excepciones a esta regla, posteriormente estos estudios se extendieron a otros ritmos vegetales y se hicieron también algunos descubrimientos en el campo de la ritmicidad ultradiana y circadiana¹⁴.
- En 1920, Garner y Allard, en la búsqueda de un método para la mejora de las plantas de tabaco, descubrieron la inducción fotoperiódica y por tanto la capacidad por parte de

los vegetales para medir el tiempo. Paralelamente Marcovitch en 1924 y Rowan en 1926 descubrieron la fotoperiodicidad (o fotoperiodismo) en los animales¹⁴.

- En la incipiente historia de la cronobiología, debe destacarse el aporte de las abejas con la capacidad de medir el tiempo. Investigadores como Forel, Von Frisch, Beling y Renner demostraron que estos insectos poseían una cierta memoria del tiempo, que ayudaba a encontrar sus fuentes de alimento siempre a la misma hora todos los días, incluyendo experimentos tales como entrenar a las abejas a buscar alimento a una hora determinada en Alemania, llevarlas en avión a Nueva York y comprobar que seguían buscando su comida a la misma hora local alemana⁶. Algo similar fue demostrado por los experimentos de Gustav Kramer y de los hermanos Sauer sobre la orientación de las aves migratorias por tener un refinado sentido del tiempo utilizando la posición del sol en el cielo para orientarse en sus vuelos¹⁴.

- En la primera mitad del siglo XX, concretamente en 1936 Erwin Bunning, relacionó la fotoperiodicidad y la capacidad de medir el tiempo en plantas y animales, con la ritmicidad circadiana, en la famosa hipótesis de Bunning, que explica cómo puede "medirse" la longitud de un día largo o corto sobre la base de un ritmo en el que se pasa por estados o fases con diferente sensibilidad a la luz. La metáfora del reloj introducida por Hoagland en 1933 fue adoptada por Johnson en 1939 en el campo de los ritmos circadianos¹⁴.

La formalización de los mecanismos de los ritmos circadianos tuvo lugar hacia mediados de este siglo gracias a los trabajos de dos de los verdaderos padres de la cronobiología: Colin Pittendrigh en los Estados Unidos trabajando principalmente con moscas y pequeños roedores, y Jiirgen Aschoff en Alemania trabajando con diversas especies de aves y mamíferos, incluyendo humanos⁶.

- Pittendrigh en 1954 propuso un modelo de reloj biológico interno, en el cual la independencia respecto a la temperatura se conseguía por algún mecanismo compensador bioquímico. Además, dicha independencia la atribuyo al reloj interno y no al ritmo fisiológico dependiente de tal reloj¹⁴.

- En 1958 otro botánico, Bunning, publicó el libro "Die Physiologische Uhr" (El reloj fisiológico) y dos años más tarde, en Cold Spring Harbor (EEUU), tiene lugar un acontecimiento trascendental; el simposio sobre ritmos biológicos considerado por muchos como el nacimiento de la Cronobiología, como una disciplina independiente¹³.

Inmediatamente después de este simposium, las experiencias de Karl C. Hammer en el polo sur afianzaron la confianza en la endogeneidad de los ritmos circadianos. Estos

ritmos seguían marcando el tiempo a pesar de la ausencia de señales procedentes de la rotación de la tierra¹⁴.

- La prueba definitiva del carácter endógeno de los ritmos en humanos provino de una serie de experimentos realizados por Aschoff y Rlitger Wever en la década de 1960. Se registraron ritmos de temperatura y actividad/reposo en humanos bajo condiciones de aislamiento absoluto, encontrándose que los ciclos endógenos respondían con un periodo de aproximadamente 25 horas en la mayoría de los casos. Posteriormente, el grupo de investigación de Charles Czeisler en la Universidad de Harvard demostró que el periodo endógeno de los ritmos circadianos humanos es en realidad extremadamente cercano a las 24 horas⁶.

Hubo sugerencias de que otros factores, fuera del fotoperíodo o la temperatura, son capaces de sincronizar los ritmos circadianos, relativizando así la necesidad de poseer mecanismos temporales endógenos. Se han propuesto cambios en la radiación solar, en la presión barométrica o en el campo electromagnético como potenciales sincronizadores. Sin embargo, experimentos muy concluyentes realizados en ambientes ausentes de estas influencias como en la Antártida, o en satélites en órbita extraterrestre, han demostrado sin lugar a dudas la naturaleza endógena de estos ritmos⁶.

1.3. Ritmos Biológicos.

Es un hecho, que el ser humano está inmerso en un ambiente que posee una serie de ciclos rítmicos repetitivos¹⁵. El nivel de rendimiento orgánico, los estados patológicos, las características farmacocinéticas, farmacodinámicas y la eficacia de los medicamentos, son sólo algunas de las circunstancias que se modifican en función de diversos ciclos temporales. De la misma manera, estos ciclos influyen en constantes biológicas como los pulsos de secreción hormonal, en los cambios de los niveles plasmáticos de diversas sustancias producidas por el organismo, en procesos metabólicos y en el consumo energético. Los ritmos biológicos pueden ser definidos como una variación regular de una función biológica en el curso del tiempo. Los ciclos se conforman con gran precisión y se han clasificado de acuerdo al régimen horario universal de 24 horas^{6,12,16}.

Hay relación entre los dos ciclos: el biológico y el ambiental. Esta relación explica la existencia de especies diurnas, nocturnas y crepusculares, y garantiza que determinados procesos ocurran en el momento que el ambiente reúne el conjunto de condiciones más adecuadas para su expresión.

Las características de la sincronización son generales para los seres vivos, por consiguiente la luz puede actuar de modos diferentes sobre el reloj biológico: efectos continuos como luz constante o efectos discretos por pulsos cortos de luz u oscuridad¹⁷. Muchos de los cambios de carácter estacional que ocurren en los seres vivos, están asociados a modificaciones fotoperiódicas relacionadas a las fases de luz y oscuridad¹⁸. Con todo esto, podemos decir entonces, que la ritmicidad es parte de nuestra vida, que todo organismo está sujeto a alguna forma de periodicidad y que los ritmos de alguna manera tienen algún componente geofísico en el ambiente. El constructo que agrupa todas estas variables es el de “ritmos biológicos”^{19,20}.

El estudio de los ritmos biológicos ha seguido dos caminos con algunas diferencias conceptuales. Algunos autores como Halberg y Reinberg, han hecho énfasis en los aspectos de la Cronobiología como disciplina independiente dentro de las ciencias biológicas, centrándose en el estudio de los ritmos biológicos humanos y en el desarrollo de métodos matemáticos para descripciones orientadas a la aplicación clínica. Otros como Pittendrigh, Aschoff, Bunning han concentrado su esfuerzo en el estudio de los mecanismos fisiológicos que originan los ritmos biológicos, más que en sus aplicaciones específicas, es decir, considerar la Cronobiología como el estudio de los fenómenos biológicos con un enfoque distinto, en el que aparece como dominante el componente temporal¹³.

Un paso fundamental ha sido la demostración de un sustrato genético en la generación de los ritmos circadianos²¹.

El estudio de los ritmos biológicos de manera experimental es complejo, ya que involucra un correcto diseño experimental, análisis de resultados y una representación gráfica adecuada; además, requiere de un buen conocimiento de la fisiología.

La vida es un movimiento permanente, basta con observar cualquier evento a nuestro alrededor para darnos cuenta de que la naturaleza no es estática, al contrario es fluctuante y sobre todo rítmica, un ejemplo son los ciclos de las estaciones del año, los ciclos lunares y los ciclos diarios de luz-oscuridad. Es evidente que los ritmos del ambiente influyen sobre la actividad de los organismos, en función de la temperatura, de la cantidad de luz o de la disponibilidad de comida. Es clara la influencia de las fluctuaciones geofísicas sobre variables fisiológicas y conductuales y sobre trastornos de salud. Pero no fue sino hasta 1971, en que apareció la cronobiología médica como un apartado de la Cronobiología recién nacida en el año 1960^{19,22}.

1.3.1. Definición.

La mayoría de los organismos presentan actividades biológicas repetitivas a lo largo del tiempo y con una periodicidad definida. De acuerdo a estas consideraciones, es factible que para competir y adaptarse de manera efectiva a cualquier entorno, la conducta y el comportamiento también deben seguir una secuencia rítmica^{23,24}. Si los ritmos biológicos fueran solamente respuestas a señales periódicas ambientales, desaparecerían cuando el organismo fuera sometido a condiciones ambientales no periódicas. Sin embargo, esto no es así ya que los ritmos biológicos son endógenos²⁵. Ante la gran variabilidad de factores que pueden determinar la periodicidad de un ritmo biológico, existe la necesidad de sincronización y orden para que el organismo muestre un trabajo lo más apropiado posible²⁶.

Un ritmo biológico se define entonces, como la ocurrencia de cualquier fenómeno dentro de un sistema biológico a intervalos más o menos regulares²⁶. Los ritmos deben ser generados por los denominados relojes biológicos, los cuales se localizan en el sistema nervioso central^{27,28}.

Se entiende por reloj biológico una estructura interna responsable de generar una forma de oscilación biológica, con un periodo sincronizado con el de algún ciclo ambiental externo que proporciona indicios del tiempo. Esta sincronización, se da por la participación de “relojes externos” denominados zeitgebers o “dispensadores de tiempo”, cuya función es precisamente, sincronizar la actividad cerebral y los ritmos endógenos con el medio ambiente circundante. El zeitgeber primario para los humanos es la luz. Estos relojes externos son de extrema necesidad para la supervivencia, pues además de regular algunos ritmos, miden el tiempo. Se puede establecer entonces que un ritmo biológico debe ser endógeno, genético y poseer un mecanismo básico para expresarse^{27,28}.

Existen mecanismos que inician el complejo proceso de búsqueda y consumo de alimento antes de que suceda una hipoglucemia severa, de la misma manera que la saciedad en el consumo de alimento ocurre antes de la absorción completa de nutrientes. Esto indica que se cuenta con otro tipo de sistemas para la regulación fisiológica, capaces de detectar y prevenir un estímulo que producirá alteraciones en el sistema homeostático. Estos cambios de tipo predictivo, incluyen a los ritmos biológicos, y son considerados como una forma de adaptación conductual y fisiológica en respuesta al medio ambiente cambiante y cíclico. Se ha acuñado el término de Cronostasis, que define a aquellos mecanismos que transmiten un orden temporal a diversos procesos

fisiológicos, que ajustan el tiempo biológico con el geofísico y coordinan la progresión temporal de distintos procesos fisiológicos y conductuales entre sí. La forma en que la cronostasis opera es a través del sistema circadiano^{29,30}.

Los ritmos circadianos tienen una frecuencia próxima a la diaria, es decir, entre las 20 y 28 horas. En este grupo se encuentran la mayoría de los ritmos que se estudian en cronobiología. La persistencia de ritmos biológicos en condiciones ambientales constantes, esto es de ritmos endógenos, indica la presencia de un reloj interno o marcapaso que controla la periodicidad de ciertas variables¹².

Los ritmos biológicos están presentes las 24 horas en el comportamiento y la fisiología humana. Dada su ubicuidad y cotidianeidad, su importancia no fue reconocida hasta el siglo XIX. En 1823 el médico alemán Christoph Hufeland notó que "el periodo de 24 horas que se imparte a todos los habitantes de la Tierra por la rotación uniforme del planeta es especialmente distintivo para la economía física del hombre". Es más, adelantándose en más de un siglo a los conceptos de la cronomedicina, escribió que "en todas las enfermedades aparece este periodo regular; es en cierta forma, la unidad de nuestra cronología natural"⁶.

Estos ritmos biológicos son variaciones periódicas, características de todos los sistemas vivientes, que aparecen a nivel molecular, celular, orgánico y social, y constituyen una adaptación evolutiva a los cambios temporales presentes en el medio ambiente. A diferencia de los vertebrados, y más concretamente de los mamíferos, donde estructural y funcionalmente están bien determinados los osciladores y las vías responsables de los ritmos circadianos³¹.

Existe pues una periodicidad biológica que está asociada a la periodicidad geofísica. Esta vinculación de la periodicidad biológica con los ciclos geofísicos regulares ofrece dos ventajas objetivas: la predictibilidad (el periodo medio de la rotación de la Tierra ha disminuido solo unos veinte segundos en el último millón de años) y la posibilidad de detectar cambios de amplitud suficiente en el entorno. En este último aspecto, la influencia ejercida por los ciclos geofísicos, particularmente, sobre la iluminación y la temperatura, es clara. En regiones continentales de las zonas templadas (de alta latitud, alejadas del Ecuador) la temperatura puede variar desde más de 35°C en verano, a varios grados bajo cero en invierno. La amplitud de estos cambios hace que sean detectados por una amplia gama de organismos vivientes¹³.

1.3.2. Clasificación de los ritmos biológicos:

Existen diferentes clasificaciones de los ritmos biológicos; sin embargo, la más sencilla está en función de la duración o periodicidad de su ritmo:

- Circadiano (veinticuatro horas).
- Ultradianos (menos de veinticuatro horas, frecuencia alta).
- Infradianos (más de veinticuatro horas, frecuencia baja).

El ritmo circadiano más conocido es el de actividad/reposo. Como ritmos ultradianos encontramos un ejemplo en la conducta alimenticia, nivel de atención, conducta motora, diferentes fases del sueño; y como ritmos infradianos tenemos, por ejemplo, la ovulación femenina y el estado emocional³²⁻³⁴.

Bases neurales de los ritmos circadianos: todo sistema circadiano debe tener, como mínimo, tres elementos:

- Señal y vía para su sincronización con los cambios que se producen en su entorno. En mamíferos, incluyendo al ser humano, que tienen como principal zeitgeber (sincronizador externo) la luz, siendo la vía de entrada la retino-hipotalámica³⁴.
- Marcapaso o reloj biológico que genere la oscilación. El principal se ha localizado en el núcleo supraquiasmático (NSQ) del hipotálamo; sin embargo, también se han identificado relojes conocidos como osciladores periféricos, localizados en las células de diversos tejidos. En conjunto, todos estos relojes son sistemas capaces de generar un orden temporal en funciones como: el dormir y despertar, el descanso y la actividad, la temperatura corporal, la presión arterial, el gasto cardíaco, el consumo de oxígeno, el equilibrio de los fluidos y la secreción de glándulas endócrinas³³⁻³⁵.
- Vía efectora o estructura de salida, por la que se hace evidente el ritmo. El NSQ envía información a diferentes núcleos del tálamo e hipotálamo, pero especialmente, al núcleo paraventricular desde el cual la información se transmite a la glándula pineal³⁴⁻³⁶.

Bases genéticas de los relojes circadianos: la capacidad de las células del NSQ para oscilar, depende de un sistema auto-sostenido en el que la expresión de ciertos genes es necesaria para formar una actividad rítmica circadiana.

En el año 2007, las investigaciones de Dardente y Cremakian³⁷ sobre el funcionamiento molecular del NSQ, arrojan la idea de que se trata de un sistema complejo que requiere de una robusta expresión de diversos genes denominados genes del reloj, estos genes y sus productos proteicos, se organizan en ciclos de retroalimentación para dar aproximadamente ritmicidad de 24 h, por lo que tanto los genes como sus productos,

son importantes en la generación y el mantenimiento de la función circadiana del reloj biológico. Como se observa en los últimos años, un gran número de estudios han demostrado que la intensidad de la percepción del dolor y reacciones dolorosas a estímulos son de naturaleza cíclica y dependen del tiempo de día. En una serie de experimentos en los que el pinchazo umbral del dolor de la piel en la punta del dedo estaba determinada, con una reducción de la sensibilidad de relación circadiana evidente alrededor de las 03,00h am y la sensibilidad al dolor estaba aumentada en las horas alrededor del mediodía, variaciones circadianas tienen claramente una relación verosímil con el estado de alerta³⁸.

En el ser humano se han descrito al menos nueve genes reloj denominados: Per1, Per2, Per3, Cry1, Cry2, Clock, Bmal1, Caseín-kinasa Ie (CkIe) y Rev-Erb. El mecanismo molecular del reloj circadiano central y los osciladores circadianos periféricos, involucra la interacción de señales positivas y negativas que regulan la transcripción rítmica de los genes reloj. Este grupo de genes se encarga de controlar la actividad circadiana en todos los seres vivos^{39,40}.

La expresión de estos genes se regula por medio de dos asas de activación/represión transcripcional. El asa de señales positivas está controlada por los genes Clock y Bmal1, mientras que el asa negativa por los genes Per y Cry⁴¹. Aparentemente existen dos rutas para la transmisión de la información circadiana al organismo; una neural y otra humoral. La primera se genera a través de los denominados genes controlados por el reloj: Clock Controlled Genes, CCG. La segunda ruta, es la transmisión de la información circadiana generada en el NSQ por vía neuroendocrina^{42,43}.

Dentro del 7% aproximadamente, de los genes que participan en procesos celulares, como la proliferación celular o la apoptosis, se encuentran, el oncogén c-Myc, los genes supresores de tumores Trp53 y Gadd45, así como genes que codifican para caspasas, ciclinas y factores asociados a ubiquitinas^{1,44,45}.

En el ciclo circadiano y actividad endocrina son varias las hormonas que se segregan al ritmo del ciclo sueño-vigilia, sin duda uno de los ritmos biológicos de tipo circadianos más representativo en el ser humano. La hormona de crecimiento por ejemplo, obedece a un ciclo secretorio, el cual es mayor durante las primeras fases del sueño⁴³⁻⁴⁶. El ritmo secretorio de la prolactina, por el contrario aumenta a medida que avanza la noche⁴⁷. Para el caso de la tirotropina, su máxima liberación se registra recurrentemente durante la noche, al igual que las gonadotropinas⁴⁸. El ritmo de ACTH-cortisol llega al acmé de concentración casi al final del sueño, es decir durante la madrugada, por lo que su ritmo

circadiano a diferencia de las anteriores hormonas es inhibido por el comienzo del sueño. El ritmo de la melanina está relacionado con el ciclo luz-oscuridad, el pico máximo de producción es durante la noche (oscuridad)⁴⁸⁻⁵¹. Otra función que depende de una ritmicidad es la temperatura corporal, la cual está sincronizada con el ritmo del sueño, de manera que el punto más bajo de temperatura corporal tiene lugar aproximadamente entre las 3:00 y las 5:00 horas am⁵².

1.3.3. Ritmos Biológicos Endógenos.

Los ritmos biológicos endógenos pueden ser de diferentes frecuencias:

- Ritmos de Frecuencia Alta (periodos cortos menores a 30 minutos):
 - Ritmos con periodos de un milisegundo a 10 segundos de duración, como el de la actividad eléctrica cortical.
 - Ritmos con periodos de segundos de duración, como el cardíaco y respiratorio.
 - Ritmos con periodos de 30 segundos a 20 minutos de duración, como las oscilaciones bioquímicas.

- Ritmos de Frecuencia Media (periodos intermedios desde media hora hasta 6 días de duración):
 - Ritmos ultradianos, ciclos de media hora a 20 horas de duración, como los ritmos hormonales, las fases del sueño, la depresión posprandial o post-lunch.
 - Ritmos circadianos o nictamerales, con periodos alrededor de 24 horas de duración (24 ± 4 horas), producidos por la rotación terrestre y que determinan los ciclos del día y la noche (luz-oscuridad) fundamentales para regular la temperatura corporal, la secreción de cortisol y melatonina, el ciclo de vigilia-sueño, etc.
 - Ritmos dianos, con periodos de 24 ± 2 horas de duración.
 - Ritmos infradianos, con periodos de 28 horas a 6 días de duración, como los procesos metabólicos.

- Ritmos de Frecuencia Baja (periodos largos de más de 6 días de duración):
 - Ritmos circaseptanos, con periodos de 7 ± 3 días de duración, como el del bienestar subjetivo.
 - Ritmos circadiseptanos, con periodos de 14 ± 3 días de duración.
 - Ritmos circavigintanos, con periodos de 21 ± 3 días de duración.
 - Ritmos circatrigintanos o circamensuales, con periodos de unos 30 días de duración

(30 ± 5 días), definidos por el ciclo de traslación lunar y que determinan la alternancia de las mareas y la luminosidad del cielo nocturno.

- Ritmos circanuales o estacionales, con periodos de aproximadamente 1 año de duración ($1 \text{ año} \pm 2 \text{ meses}$), definidos por el ciclo solar de traslación terrestre y que determinan las estaciones del año, con sus diferencias en intensidad de luz y temperatura y regulan la reproducción e hibernación animal.

- Ritmos de años de duración, como en ecología y epidemiología.

De todos ellos los más estudiados son los circadianos y los estacionales⁵³⁻⁵⁸.

1.3.4. Parámetros de los Ritmos Biológicos.

Para estudiar los ritmos biológicos se utilizan los siguientes parámetros:

- Periodo: intervalo de tiempo necesario para que una variable describa un ciclo completo. Es el intervalo de tiempo entre dos fases iguales.

- Frecuencia: inversa del periodo.

- Mesor: valor medio alrededor del cual varían los valores de una variable en un ciclo.

- Amplitud: diferencia entre el mesor y el valor máximo o mínimo de una variable en un ciclo. Puede ir cambiando con los años y con las enfermedades intercurrentes en cada individuo.

- Fase: estado de la variable en un momento determinado del ciclo en relación a una escala de tiempo:

- Acrofase: momento del ciclo de amplitud máxima, en el que la variable tiene su valor máximo.

- Batifase: momento del ciclo en el que la variable tiene su valor mínimo.

Dos ritmos están “en fase” cuando sus variables evolucionan en el tiempo de forma sincrónica. Y están “fuera de fase” cuando sus acrofases ocurren en momentos distintos^{4,53, 58,59}.

1.3.5. Función del reloj biológico.

Los sincronizadores del entorno, es decir, las variaciones periódicas de las señales sirven también para poner de nuevo en hora los relojes biológicos; esto sucede a diario. Al igual que las plantas y los demás animales, el ser humano no es consciente de esta resincronización de sus ritmos con los del entorno. En el individuo sincronizado se observa la organización temporal característica de nuestra especie, con sus picos y sus valles. Los sincronizadores naturales juegan, por lo tanto, un doble papel: calibrar en las

24 horas la duración del periodo de nuestros relojes circadianos y mantener en su situación fisiológica respectiva el pico y el valle de cada una de nuestras funciones. Sin embargo, debemos destacar que los sincronizadores no crean los ritmos. Los relojes circadianos, son relativamente independientes de la temperatura ambiente. Esta es una propiedad importante de los buenos indicadores del tiempo. Otros ritmos biológicos, como la frecuencia de nuestras pulsaciones cardíacas, sufren los efectos de las variaciones térmica del entorno⁶⁰.

En los mamíferos existe un reloj circadiano totalmente individualizado anatómicamente: los núcleos supraquiasmáticos⁶¹.

Los fisiólogos interesados en la cronobiología realizaron investigaciones para localizar el reloj biológico. A principios del siglo XX Curt Richter realizó una serie de experimentos con cerebros de ratas con objeto de probar si los ritmos circadianos se mantenían intactos. Richter llegó a la conclusión de que existían regiones hipotalámicas responsables de la ritmicidad circadiana. Sin embargo, hubo que esperar hasta la década de 1970 para determinar la localización exacta del reloj. La estrategia para buscar al reloj fue hacerlo por la vía visual. Al seguir un trazador marcado luego de ser inyectado en los ojos, se comprobó la existencia de una vía directa desde la retina hasta el hipotálamo (vía retinohipotalámica), que finaliza en dos pequeños núcleos que se encuentran por encima del quiasma óptico, llamados núcleos supraquiasmáticos.

La demostración de que estos NSQ son un reloj biológico requirió de numerosas pruebas experimentales. Se comprobó que luego de la lesión de los NSQ se pierden los ritmos circadianos, y que aún en aislamiento los NSQ continúan activos en forma rítmica, y se encontró que las células aisladas de los NSQ también son capaces de mantener ritmicidad circadiana autónoma. La prueba más concreta de la función de los NSQ es que al ser trasplantados dentro del cerebro de animales cuyos núcleos habían sido lesionados, y se encontraban arrítmicos, se recupera la ritmicidad circadiana perdida⁶.

Estos núcleos reciben información directa desde la retina y envían señales humorales y neurales, al resto del cuerpo para controlar los ritmos circadianos del organismo⁶. Sin embargo, una manera de conocer sus propiedades es a través de la medición indirecta de los ritmos bioquímicos, fisiológicos y conductuales que el reloj regula¹³.

1.3.6. Estructura y fisiología de los Ritmos Circadianos.

El sistema circadiano es el conjunto de estructuras cuya misión consiste en organizar los

ritmos de determinados procesos fisiológicos. Este sistema consta de las siguientes estructuras:

- Núcleo supraquiasmático. Un reloj biológico en el hombre, el NSQ se encuentra en las paredes del tercer ventrículo, por debajo del hipotálamo y detrás del quiasma óptico.
- Vías aferentes, que conducen la información de señales externas al organismo u otras zonas del sistema nervioso al NSQ. Son el tracto retinohipotalámico, el tracto geniculohipotalámico, vías procedentes de los núcleos del rafe y de las neuronas tuberomamilares de la hipófisis posterior. Mantienen una congruencia entre el reloj y el medio ambiente.
- Vías eferentes, que acoplan el marcapaso con los sistemas efectores que producen los ritmos. Expresan los diferentes ritmos fisiológicos y conductuales⁶¹⁻⁶³. Se pueden clasificar según la zona del sistema nervioso central a la que se proyectan:
 - Entre las vías eferentes que se dirigen al hipotálamo destacan las eferentes al núcleo paraventricular, presumiblemente involucrado en el control de los ritmos de funciones hormonales y autonómicas.
 - Vías eferentes al área preóptica, involucrada en la regulación de la temperatura, el balance de los fluidos y la conducta sexual.
 - Vías eferentes al área retroquiasmática, desde la cual se envían señales a los hemisferios cerebrales (regulación de la conducta), tronco encefálico (regulación autonómica) y a la medula espinal (control sensorial y motor).

Las vías eferentes que se dirigen a partes, fuera del hipotálamo, incluyen las que se proyectan al tálamo (locomoción), sistema límbico (memoria y tono afectivo) y al núcleo geniculado lateral. Este sistema utiliza una serie de neurotransmisores, siendo el GABA el más abundante en el NSQ y en las vías eferentes. El NSQ también sintetiza neuropéptidos como el péptido intestinal vasoactivo, la vasopresina y la somatostatina⁶¹. Estas estructuras se encuentran en íntima relación con otros sistemas como el eje hipotálamo-hipofisario-suprarrenal, inmunitario, del sistema hematopoyético, cardiovascular, de coagulación, del ciclo celular, glándula pineal y funciones superiores cerebrales. Todos estos sistemas se sincronizan a través de sustancias que interactúan con ellos, como son las hormonas, neurotransmisores, receptores de melatonina, y otros¹².

La curva circadiana la define el reloj biológico (núcleos supraquiasmáticos) y sus sincronizadores. Para que la curva presente unas características saludables es preciso que los estímulos ambientales la ajusten continuamente⁶⁴.

La destrucción de esta estructura va seguida de la desaparición de un cierto número de ritmos circadianos⁶⁰.

Para considerar a los NSQ como un reloj circadiano:

- Debe funcionar de forma autónoma. La actividad eléctrica del núcleo, al igual que sus secreciones (entre otras, una hormona, la vasopresina) funcionan las 24 horas, incluso cuando el grupo de células se encuentra aislado.
- Debe imponer su ritmo a otras funciones biológicas fisiológicas. El papel de este reloj difiere de una especie a otra.
- Debe responder a las señales de los sincronizadores, registro de la actividad eléctrica del NSQ, por medio de electrodos implantados, demuestra que responde a la iluminación de la retina y a la estimulación del nervio óptico. Existen al principio de la retina, dos vías nerviosas que van al NSQ. Otro reloj anatómicamente individualizado: es la glándula pineal, o epífisis. La glándula pineal es un oscilador que secreta una hormona, la melatonina. Esta siempre se secreta durante la noche. El ritmo de la actividad de la glándula pineal está controlada, en los mamíferos y en ciertos pájaros, por el NSQ⁶⁰.

Los ritmos biológicos son particulares en cada ser vivo, y según algunos estudios tienen un origen genético. Una de las primeras demostraciones experimentales de este origen fue aportado por Bunning, de la Universidad de Tubingen. Por medio de experimentos de hibridación, Bunning demostró que el valor del periodo natural se transmitía hereditariamente siguiendo las reglas predictivas de la genética clásica⁶⁰.

Es el valor del periodo circadiano, estudiado por libre, sin sincronizador, el que ha permitido diferenciar mutaciones en los relojes biológicos (relojes mutantes). Este fue el caso de un insecto, la drosófila estudiada por Konopka en 1971; de un alga estudiada por Bruce en 1972; y de una seta estudiada por Feldman en 1973. Un mismo gen puede controlar varios ritmos, pero también el ritmo circadiano es dependiente de varios genes⁶⁰.

En los mamíferos, el carácter hereditario de ciertas particularidades rítmicas ha podido ser revelado por el estudio comparado de diferentes matrices. Es el caso, de la organización del sueño en diferentes fases y del ritmo vigilia-sueño destacados en los registros poligráficos de Jouvet y sus colaboradores de la Universidad de Lyon. En el ser humano, el origen endógeno de los caracteres de ciertos ritmos circadianos puede establecerse a partir de comparaciones de series temporales obtenidas entre los mellizos o monocigotos, y los bicigotos. Así, los ritmos circadianos de la presión arterial y del

pulso radial difieren más entre los grupos de bicigotos que en los grupos de monocigotos⁶⁰.

1.3.7. Propiedades Fundamentales de los Ritmos Circadianos.

Los seres humanos poseen sistemas de respuesta o de defensa. Por una parte, nuestra organización temporal permite anticiparnos preparando nuestro cuerpo para responder a las variaciones periódicas, y por lo tanto previsible, de nuestro entorno. Es una gestión a largo plazo cuya unidad de base son las 24 horas. Y, por otra parte, disponemos de un sistema capaz de responder a acontecimientos imprevisibles en el tiempo (el estrés entre otros) con una gestión a corto plazo (desde una fracción de segundo hasta unas horas). Se trata, de alguna manera, de una respuesta refleja: alejo mi dedo de la espina que me acaba de pinchar. Es aquí donde se sitúa el retrocontrol y la homeostasis. Estos dos sistemas de respuesta son complementarios⁶⁰.

Estos ritmos biológicos tienen gran importancia en el desarrollo vital y reproductivo de las especies animales, sometidas a una obligada sincronía natural con el entorno. En cambio, el ser humano sigue una evolución distinta, cultural, que lo hace menos sensible a los estímulos lumínicos o térmicos que dependen del sol, de la luna y de la rotación terrestre. También interfiere drásticamente el sorprendente desarrollo cortical y telencefálico de nuestra especie, que ha desarrollado unos relojes mentales muy avanzados que marcan un tiempo mental, más importante que el tiempo biológico. El tiempo mental indica nuestra percepción del paso del tiempo, mientras que el tiempo biológico sigue ciclos de 24h generados por el reloj biológico de los núcleos supraquiasmáticos del hipotálamo. Este reloj biológico o cronobiológico funciona hasta la muerte con independencia del tiempo externo o real que mide cualquier reloj⁶⁵.

Los cronobióticos son sustancias capaces de alterar (ajustar) el reloj endógeno central y también los ritmos biológicos. Actúan por vías indirectas sobre el marcapaso circadiano. Podría ser cualquier compuesto capaz de estimular el sistema visual simulando el ciclo luz-oscuridad natural. Cuando es un fin buscado, se podrán utilizar para tratar alteraciones de estos ritmos, pero cuando no es así, se deberá tener en cuenta al utilizarse con otros fines. La melatonina y los agonistas de sus receptores son un ejemplo⁶⁶.

Pero por otro lado las funciones y procesos biológicos no se mantienen estáticos, sino que además de estar organizados en el espacio, a lo largo de la anatomía del organismo, también lo están en el tiempo, siguiendo secuencias temporales predecibles, como los

cambios fisiológicos que acompañan la remodelación de la estructura neuronal neocortical. Estas secuencias son variaciones cíclicas o rítmicas de actividad máxima y de reposo (o actividad mínima/nula) que se repiten en intervalos regulares de tiempo⁶⁷⁻⁷⁰.

Además de los cronobióticos que pueden ajustar el reloj biológico; se han encontrado modificaciones en éstos, debido a los cambios de hábitos de la sociedad moderna, donde la llegada de la luz eléctrica ha dado lugar a un estilo de vida durante todo el día, en el que ciclos oscuros se han degradado y las conexiones naturales entre descanso/ciclos de actividad y la luz ambiental, incluso se han roto. Los casos en los que son necesarios cambios rápidos en los patrones de sueño, demuestran los efectos negativos de la interrupción circadiana aguda sobre la fisiología y el comportamiento. En estos casos se observa en algunos estudios, una pérdida de longitud dendrítica y la disminución de la complejidad de las neuronas de la corteza prefrontal prelímbica, una región del cerebro importante en la función ejecutiva y el control emocional. De este modo se podría entender, cómo la interrupción ambiental de los ritmos circadianos puede impactar en la conducta y la fisiología humana⁶⁹.

1.3.8. Relación con la Salud y la Enfermedad.

Una vez aceptada la naturaleza periódica de nuestro comportamiento en la salud y en la enfermedad, resta por determinarse su carácter endógeno. En 1866 William Ogle midió la temperatura corporal en humanos y determinó su ascenso temprano en la mañana, aún antes del despertar, y su paulatino descenso al atardecer, aún durante la vigilia. Como este ritmo no parecía depender ni del ciclo sueño/vigilia ni de factores ambientales, Ogle concluyó que era producido por variaciones periódicas en las funciones orgánicas. Según el principio de homeostasis, el cuerpo responde a los estímulos externos para mantener las diversas variables del medio interno en niveles relativamente constantes.

Para compatibilizar los conceptos clásicos con los cronobiológicos, hoy se acepta que existirían dos tipos generales de homeostasis: reactiva y predictiva.

- Homeostasis reactiva: es aquella en la cual el cuerpo reacciona frente a un estímulo con mecanismos tendientes a restablecer los niveles de ciertas variables relativamente constantes. Por ejemplo, frente a la ingesta de glucosa (estímulo), el organismo responde aumentando la secreción de hormonas que favorecen su utilización de forma tal que los niveles sanguíneos del azúcar disminuyen rápidamente.

- Homeostasis predictiva: en este caso, el organismo posee mecanismos endógenos de variación que predicen los cambios que ocurrirán un tiempo más tarde. En cierta forma, la respuesta antecede al estímulo. Por ejemplo, la secreción de cortisol, hormona que organiza al cuerpo para el despertar, no posee un nivel máximo al comienzo de la vigilia, sino unas horas antes, de forma tal de ir preparando al organismo para el despertar⁶.

Podemos afirmar que los cambios continuos caracterizan tanto a los organismos vivos como a su medio ambiente. Muchos de estos cambios se dan de manera irregular y no son, por lo tanto, periódicos. Este es el caso de las variaciones irregulares en temperatura, humedad y otros factores físicos asociados con los sistemas meteorológicos. Las fluctuaciones biológicas que se originan en respuesta a dichos cambios ambientales, no son tampoco periódicas.

Existen también variaciones ambientales periódicas, es decir, cambios regulares que se repiten a intervalos de tiempo constantes. Ejemplos típicos de periodicidad ambiental, son los cambios naturales en la duración del día y de la noche, los periodos de las mareas, o los ciclos lunares. Las variaciones que, en respuesta a estos cambios ambientales periódicos, se producen en la biología de plantas y animales, tienen también naturaleza periódica. Los cambios ambientales periódicos son los que han ejercido una mayor influencia moduladora de la evolución biológica¹³.

Los ritmos biológicos son fenómenos universales. Ocurren en todos los niveles de organización que se estudien: desde el nivel molecular hasta niveles sociales, pasando por supuesto por ritmos a nivel del organismo como un todo. Es más, los ritmos biológicos también ocurren en todas las especies estudiadas⁶.

La secuencia de eventos en la investigación en ritmos biológicos suele comenzar con su estudio bajo condiciones naturales, y en el caso de ritmos diarios se observa que en todos los casos el periodo es de exactamente 24 horas⁶.

Para comprobar el carácter endógeno de los ritmos se requiere realizar los experimentos bajo condiciones constantes de laboratorio. Si los ritmos desaparecen, entonces se trata de ritmos exógenos, que requieren de un mecanismo cíclico del ambiente para poder expresarse. Si por el contrario, los ritmos permanecen, en general con una periodicidad cercana, pero diferente a las 24 horas, se definen como ritmos endógenos, y en este caso, circadianos⁶.

Esta serie de registros experimentales fue realizada en una enorme variedad de organismos, y ha llevado a la conclusión de que el mecanismo general de los ritmos biológicos es similar en todos los casos⁶.

En condiciones naturales, los ritmos biológicos se ajustan a los ciclos ambientales, el más conspicuo de los cuales es el de luz y oscuridad. De esta manera, un sincronizador ambiental (zeitgeber) pone en hora a los ritmos diarios. Sin embargo, dado que en ausencia del zeitgeber la mayoría de estos ritmos se mantienen con un carácter circadiano, debe postularse la presencia de un mecanismo interno de temporización, llamado reloj biológico. De esta manera, la cronobiología se resume en un sistema de tres componentes: zeitgeber (componente exógeno), reloj biológico (componente endógeno) y ritmos biológicos, así como las relaciones entre ambos: la sincronización entre el componente exógeno y el endógeno; y el acoplamiento entre el reloj y los ritmos biológicos⁶.

Sin embargo, debe destacarse que este esquema lineal (a veces llamado por los cronobiólogos "eskinograma", debido a que fue popularizado por el científico Arnold Eskin) resulta una simplificación excesiva de lo que ocurre en la naturaleza, dado que los diversos componentes del sistema interactúan entre sí en ambas direcciones. Efectivamente, los ritmos son capaces de "retroalimentar" la actividad del reloj, un fenómeno que seguramente sirva para poner en hora más finamente al oscilador. El hecho de que existan osciladores autónomos a nivel de la entrada sensorial (por ejemplo, en la retina de mamíferos) y que estos interactúen con el oscilador central, ofrece un nivel adicional de regulación del sistema. Por último, los estímulos ambientales pueden afectar directamente a los ritmos, sin pasar por el control del reloj, en el proceso denominado enmascaramiento. Por ejemplo, el encendido de las luces durante la noche afecta directamente la actividad locomotora de animales nocturnos, a veces sin llegar a sincronizar el reloj⁶.

Esta generalización de los mecanismos de los ritmos biológicos se aplica también a las bases moleculares de la cronobiología. Efectivamente, en los últimos años se ha descubierto que el mecanismo íntimo a nivel genético que produce la ritmicidad circadiana es marcadamente similar en organismos tan diversos como moscas, hongos y mamíferos. Es más, entre los insectos y los mamíferos el grado de homología entre los componentes genéticos involucrados es asombrosamente alto. Esto señala no sólo la importancia de estos mecanismos sino también, y muy especialmente, la antigüedad de

los ritmos biológicos endógenos en términos evolutivos. El hecho de haberse adaptado a un planeta con características periódicas tan marcadas, seguramente imprimió en el genoma de los organismos más primitivos, mecanismos cronobiológicos que han sido tan exitosos que se han mantenido hasta nuestros días⁶.

1.3.9. Cronobiología y Biología Médica.

Todas nuestras funciones corporales se encuentran regidas por un control cronobiológico. Si bien el control diario es el más conocido, se ha visto como otras periodicidades afectan al organismo. Entre ellas, se pueden citar ritmos con periodos cercanos a la hora en varias secreciones hormonales, los ritmos circamensuales como los menstruales; y fluctuaciones estacionales (anuales), como las de algunos trastornos psiquiátricos⁶.

Inicialmente, los ritmos hormonales fueron objeto de interés por parte de la endocrinología durante los años 70 y 80, del pasado siglo. En seguida la cronopatología despertó el interés por los procesos rítmicos, fisiológicos y fisiopatológicos, asociados a la morbilidad y mortalidad en algunas enfermedades vasculares, respiratorias, metabólicas, y otras. Surgió el interés de conocer los aspectos temporales de los accidentes cardiovasculares como base para aplicar un enfoque cronofarmacológico y cronoterapéutico. Debido a los viajes transoceánicos que producen el fenómeno conocido como el «Jet-lag», se enfatizó la necesidad de conocer el orden temporal de fenómenos fisiológicos, que pueden generar deficiencias en habilidades psicomotrices, alteraciones en el ciclo sueño-vigilia, fatiga durante el día, trastornos gastrointestinales, cefaleas y alteraciones afectivas^{71,72}.

Hay bases de datos referentes a los ritmos circadianos y circanuales de todos los exámenes biológicos practicados habitualmente en el niño, en el adulto y en el anciano, de ambos sexos. La obtención de datos se realiza mediante los controles físicos de temperatura corporal, presión arterial, electrocardiograma, con aparatos registradores portátiles y autónomos; y para las dosificaciones biológicas, se utilizan extracciones de sangre capilar y muestras de saliva, para numerosas variables bioquímicas⁷³.

Podríamos afirmar que no existe función que no posea ritmos diarios, tanto sea en el comportamiento, la fisiología, la biología celular o incluso los fenómenos moleculares.

Lo que verdaderamente hace funcionar a nuestra máquina del tiempo es su armonía interna: los diferentes ritmos diarios o circadianos del cuerpo humano se encuentran estrechamente relacionados entre sí, formando un verdadero orden temporal interno.

Las diversas variables poseen valores máximos y mínimos en forma concertada; en forma muy generalizada, las variables catabólicas (desempeño psicomotor, variables cardiorespiratorias, etc.) suelen tener sus máximos durante el día, mientras que las anabólicas (funciones de reparación y crecimiento) suelen estar más activas durante la noche.

Existe una serie de variables que preparan al organismo para el despertar (como el mencionado caso del cortisol) que experimentan valores máximos hacia la madrugada (**Tabla II**). Este concierto cronobiológico tiene como consecuencia que estemos mejor preparados para diferentes funciones y comportamientos en distintas horas del día. Aprovechar esas distintas capacidades dependiendo del momento es sin duda una de las aplicaciones más inmediatas de la cronobiología⁶.

Tabla II. Horas del día en las que ocurren máximos y mínimos de diversas variables fisiológicas.

AM		PM	
01 h	Comienzo de trabajos de parto		
02 h	Sueño profundo	02 h	Máxima coordinación manual
03 h	Pico en procesos de reparación	03 h	Mejor hora para minisiesta
04 h	Máximo número de nacimientos espontáneos	04 h	Buen tiempo de reacción
05 h	Temperatura mínima	05 h	Máxima eficiencia cardiorrespiratoria Mejor momento para entrenamiento Aumento de fuerza muscular
06 h	Sueños intensos	06 h	Máximos en función gustativa Alta secreción de cortisol
07 h	Pico de testosterona (hombres)	07 h	Temperatura corporal aun alta Aumento de presión arterial
08 h	Aumento de movimientos de vientre	08 h	Mejor tolerancia al alcohol Mejor desempeño en carreras y natación
09 h	Mínimo peso corporal	09 h	Comienza el descenso de la temperatura Aumento de secreciones de melatonina
10 h	Aumento en funciones de alerta	10 h	Mayor frecuencia de relaciones sexuales
12 h	Mejora del estado de animo		

Fuente: Golombek (2007)

Numerosos organismos, entre ellos el hombre, al aislarse de su ambiente natural y ser colocados en condiciones constantes de laboratorio, repiten el ritmo que habían experimentado antes del aislamiento, aunque con ligeras diferencias en la longitud de su periodo. En la práctica, puede afirmarse que todo organismo viviente funciona como si tuviera un reloj biológico endógeno. Las características especiales de este reloj sugieren que implica algún mecanismo o propiedad única de la materia viviente. Alternativamente, podrían ser simples modificaciones pasivas ante señales periódicas ambientales¹³.

Los relojes circadianos, que "miden" el día solar, o sea el periodo de rotación de la Tierra sobre su eje, han sido los más estudiados. Con la única excepción, hoy discutida de las bacterias, estos relojes circadianos están presentes en todos los seres vivos. Se conocen varias de las propiedades de estos relojes circadianos. Es interesante señalar, que en aislamiento de todo sincronizador ambiental, el periodo del ritmo cambia ligeramente, haciéndose más corto o más largo de 24 horas. Los animales diurnos, como el hombre, tienen un periodo circadiano de más de 24 horas; los animales nocturnos presentan en general un periodo circadiano de menos de 24 horas.

No es de extrañar, entonces, que la conducta y fisiología de la inmensa mayoría de las especies se hayan adaptado y muestren periodicidades acordes con los ciclos geofísicos. La diferenciación en especies con actividad diurna, nocturna o crepuscular, indica la poderosa función modeladora que la noche y el día han tenido en el proceso evolutivo. Dicha función modeladora fue ejercida también por los ciclos anuales, como lo podemos apreciar en conductas biológicas del tipo de la hibernación o la reproducción estacional.

La adaptación de los ritmos circadianos a nuevos horarios, como ocurre por ejemplo en los vuelos transmeridianos, o tras un cambio de turno de trabajo, no es inmediata. Durante los primeros días que siguen al desplazamiento de abejas, cangrejos u hombres a través de varios husos horarios, se mantiene la periodicidad de origen. Así, abejas entrenadas para volar en busca de alimento en una dirección concreta y a una determinada hora del día, mantendrán la relación espacial de origen, con la posición solar en la nueva localización; es decir, volarán en el horario determinado, con una desviación semejante al cambio de posición solar. En el caso de los cangrejos, cuando son trasladados lejos de su lugar de origen, mantienen durante unos días los ritmos de actividad y cambio de color que presentaban en su hábitat. Este cuadro llamado,

“desincronización extrema”, es bien conocido por los viajeros de los vuelos transmeridionales¹³.

1.3.10. Cronotipos, Matutinidad y Vespertinidad:

Podemos definir como cronotipo, a las tendencias persistentes de las personas a desarrollar sus actividades físicas y mentales en función de circunstancias horarias específicas. No es inusual conocer individuos que concentran más su energía y eficiencia en las primeras horas de la mañana, luego de un despertar temprano; o sujetos que por el contrario focalizan sus recursos mentales y físicos hacia la media tarde y hasta entrada la noche, después de un despertar ya entrada la mañana. Cabe destacar que muchas de las investigaciones efectuadas hasta ahora, documentan que la mayoría de individuos se integran principalmente al denominado cronotipo intermedio; es decir, sujetos que funcionan perfectamente en horarios matutinos y vespertinos⁷⁴.

Desde hace años se ha buscado la manera de evaluar esta tendencia en el ser humano. Algunos de los cuestionarios que se han diseñado con este propósito son la escala compuesta de matutinidad, el cuestionario de cronotipos de Munich y el cuestionario de matutinidad-vespertinidad (MEQ). De acuerdo a este último, los individuos catalogados como matutinos tienen un mayor estado de alerta y regularidad en sus actividades cotidianas en las primeras horas de la mañana. Por el contrario, en los vespertinos su nivel de alertamiento se da horas más tarde^{50,74}. En pruebas de alertamiento subjetivo y de tiempo de reacción, los matutinos tienen mejor rendimiento por la mañana y los vespertinos al medio día y en la tarde^{51,75,76}.

Con estas consideraciones sabemos hoy, que la facilidad para funcionar bien en la mañana o en la noche no sólo es cuestión de gustos individuales, las diferencias son también biológicas, y al parecer, están regidas por un sustrato genético. Algunos hallazgos apuntan a la presencia de un polimorfismo en el nucleótido (T3111C) en los genes Clock. La variante C de este polimorfismo parece estar más relacionado con el cronotipo diurno; es decir, sujetos que su funcionalidad es básicamente matutina⁷⁷.

Son pocos los trabajos que han analizado y evaluado la matutinidad-vespertinidad y las variables de personalidad. Se ha planteado que el modelo de personalidad de Millon, podría ofrecer una perspectiva interesante para el estudio de las personas matutinas y vespertinas⁷⁸.

Este modelo permite evaluar los aspectos motivacionales, cognitivos y conductuales de la personalidad a través de un inventario diseñado para tal fin. Los resultados de las

evaluaciones utilizando este modelo, han determinado que la matutinidad se asocia con la preferencia en los individuos por obtener información tangible del entorno a partir de esquemas de conocimientos previos, mientras que la vespertinidad se asocia con la preferencia por la información abstracta y ambigua, y por procesos basados en esquemas novedosos y creativos. Sobre la base de estos resultados, algunos autores han expresado que las personas matutinas se caracterizan por ser más organizadas y sistemáticas a la hora de transformar la información del entorno, mostrando una tendencia a procesar la información en parámetros lógicos-rationales, mientras que los sujetos vespertinos manifiestan características de personalidad relacionadas con la creatividad e innovación^{78,79}.

1.4. Ritmos Biológicos en el Hombre.

1.4.1. Sincronización entre Ritmos Biológicos y Ciclos Ambientales.

La existencia de un reloj biológico hace que la expresión de un ritmo sea posible incluso en la ausencia de ciclos ambientales, en una situación de libre curso. Con esto, el reloj garantiza que las funciones interdependientes continúen manifestándose en condiciones constantes. Un ejemplo de esto es la conservación de la vinculación del ritmo de actividad-reposo con aquel de temperatura interna en humanos sometidos a periodos de aislamiento. Observaciones como esta permiten postular la independencia del reloj biológico y la generación de frecuencias espontáneas en la mayor parte de los seres vivos, y éstas tienen características para cada especie estudiada⁸⁰.

Diversos ciclos pueden ser detectados en los ambientes terrestres: luz/oscuridad, cálido/frío, seco/húmedo, ciclos de actividad social y muchos otros. De estos, el ciclo día-noche es aquel al cual la mayoría de las especies es sensible y parece haber sido el factor ambiental más importante para la selección de los ritmos circadianos. Ciclos geofísicos diferentes de 24 horas, como los ciclos de mareas (12,4 horas), de día lunar (24,8 horas, correspondiendo a dos etapas lunares) y de mes lunar (29,53 días, entre dos lunas llenas), parecen haber sido la presión de selección de circa-ritmos observados en especies que viven en ambientes entre mareas. En todos los casos, el periodo de un ritmo endógeno, persistente en condiciones constantes, corresponde aproximadamente a una ritmicidad ambiental determinada, que se relaciona igualmente a su origen evolutivo e importancia funcional⁸⁰.

Por más sorprendente e intrigante que sea la existencia de ritmo en libre curso, no debe olvidarse que la gran mayoría de las especies que vive en ambientes cíclicos y la

existencia de un reloj biológico, tendrá sentido adaptativo si el ritmo endógeno se pudiese ajustar a los ciclos ambientales.

Este ajuste ocurre gracias a la sensibilidad de la mayoría de los organismos y a las alternancias del medio ambiente, y donde cada especie percibe y responde a las fases del ciclo ambiental más importante para su supervivencia⁸⁰.

El reloj biológico tiene su periodo y su fase ajustada finamente al ciclo ambiental, en un proceso conocido como sincronización. La sincronización garantiza la vinculación del reloj biológico con los ciclos ambientales. En el caso del ritmo circadiano, el ciclo de luz/oscuridad ajusta ritmos de especies cuyo período en libre-curso es menor que 24 horas⁸⁰.

La propuesta de Pittendrigh en 1960, establece una relación entre los dos ciclos: el biológico y el ambiental. El proceso de sincronización hace que el reloj biológico mantenga una relación de fase constante con el ciclo ambiental⁸⁰.

Esta relación explica la existencia de especies diurnas, nocturnas y crepusculares, y garantiza que determinados procesos ocurran en el momento en que el ambiente reúne el conjunto de condiciones más adecuadas para su expresión. Las características de la sincronización son generales para los seres vivos, por consiguiente la luz puede actuar de modos diferentes sobre el reloj biológico: a través de efectos discretos o fásicos, aquellos ejercidos por pulsos cortos de luz u oscuridad; y efectos continuos o tónicos, que pueden ser detectados cuando la condición ambiental es de luz constante⁸⁰.

Los procesos biológicos que siguen estos ritmos tienen variaciones rítmicas en ciclos de alrededor de 24 horas de duración⁸¹.

Los ritmos circadianos existen en todos los seres vivos, desde seres unicelulares hasta los seres humanos⁸², y permiten su adaptación interna al ciclo de luz/oscuridad ambiental⁸³.

Muchos de ellos están mediados genéticamente⁸⁴, controlados por el reloj endógeno o marcapasos central, y sincronizados con las señales ambientales^{82,85-87}. También cuentan con diversos mecanismos de reajuste según las circunstancias que rodeen al individuo en cada momento⁸⁸. Los organismos están perfectamente sincronizados al ciclo día-noche de su ambiente natural⁸⁰.

Los ritmos biológicos no solamente asumen una relación de fase estable con el ciclo ambiental; el mismo fenómeno ocurre en el medio interno entre los procesos fisiológicos cíclicos. La acción conjunta de las funciones orgánicas depende de una

armonización, en que ritmos de diferentes características, en cuanto a la forma de onda, amplitud y frecuencia, se coordinan y se distribuyen en un intervalo de 24 horas. A esta armonización se llama "orden temporal interno".

El ambiente externo, además de ajustar la temporización del oscilador, puede actuar directamente sobre el ritmo observado, sin la participación del oscilador. Esta influencia del ambiente fue detectada en laboratorio, cuando la condición ambiental de oscuridad absoluta, impidió la expresión de ciertos ritmos, llamado "enmascaramiento"⁸⁰.

El enmascaramiento consiste en una modulación de la expresión rítmica, que puede ser intensificada, "enmascaramiento positivo"; o disminuida, "enmascaramiento negativo". Además de estas influencias "externas", ciertas interacciones entre ritmos en el interior de los organismos pueden causar enmascaramiento "interno". Esta forma de enmascaramiento fue descrita por Wever en 1985. Los efectos de enmascaramiento son más frecuentemente documentados para actividades locomotoras.

Las relaciones de los ritmos generados endógenamente con los ciclos ambientales, muestra la importancia de la estructura temporal en la adaptación de los organismos al ambiente. La adaptación temporal depende de muchos componentes, como: el reloj biológico, la sincronización y el enmascaramiento⁸⁰.

La aparentemente rígida estructura circadiana, tal como está codificada en el genoma del individuo, parece modular la probabilidad de que un determinado proceso o comportamiento ocurra en un determinado momento.

La ocurrencia o no de un comportamiento específico o de un proceso fisiológico parece depender de un complejo ajuste entre el sistema circadiano, de las interacciones de sus referencias y de las condiciones de ambiente inmediato. La comprensión de los principios organizadores de los fenómenos cronobiológicos pasa por el conocimiento de estos mecanismos y de su interacción⁸⁰.

1.4.2. Ontogénesis de los Ritmos Biológicos Humanos.

Somos y no somos los mismos a lo largo del tiempo. Además de los cambios que marcan nuestra infancia, adolescencia, adultez y vejez, nuestros organismos conmutan entre la vigilia y el sueño, nuestros corazones se contraen y relajan continuamente, las neuronas alternan polaridades, renovamos cada mes nuestras oportunidades de replicación, en fin, oscilamos.

La ritmicidad tiene origen en los propios organismos, otorgando al ambiente el papel de sincronizador de esos ritmos. Poco se sabe de la ritmicidad biológica en los niños y en

los ancianos, y de los mecanismos responsables por los ritmos más rápidos, los ultradianos y los más lentos, infradianos⁷³.

El ser humano sano presenta una clara organización circadiana en todas sus variables fisiológicas y conductuales. La ritmicidad en las distintas funciones persiste en libre curso en ausencia de las señales ambientales de tiempo.

En los mamíferos el reloj biológico, en su sentido más amplio, involucra un complejo sistema de estructuras neuronales y periféricas, algunas involucradas en la cronometría, otras en la sincronización y otras más en la transmisión de los ritmos al resto del organismo⁸⁹.

- Ritmos en la vida fetal.

El ambiente de un feto es cíclico. Las evidencias obtenidas a partir de registros de actividad motora y latidos cardíacos fetales, realizadas por Rivkees y Reppert en 1992, sugieren que la ritmicidad biológica en esta etapa refleja la ritmicidad materna en lo que respecta a los comportamientos circadianos⁷³.

- Ritmos en los primeros años de vida.

La historia de la ritmicidad biológica en los primeros años de vida puede ser sintetizada como el proceso de ajuste del universo temporal del niño al ambiente cíclico con el cual establece sus interacciones. En esa etapa los estímulos capaces de sincronizar sus relojes adquieren consistencia y eso se expresa a través de dos fenómenos: el aumento de la potencia del componente circadiano y la atenuación de las diferencias individuales, tan marcadas en las primeras semanas de vida.

Poco se sabe de la naturaleza y de la potencia de estímulos ambientales capaces de provocar ajustes en los sistemas de temporalización en esta franja de la ontogenia. Por un lado, los hábitos familiares, y por otro, el patrón temporal de exposición a la luz, deben ser investigados en ese contexto⁷³.

- Ritmos en escolares.

La literatura científica es relativamente pobre en cuanto a datos sobre la ritmicidad biológica en el rango de edades de los 7 a los 11 años, cuando aparentemente no ocurren cambios importantes en la organización temporal de los individuos. El ingreso en la pubertad parece acompañarse por una "revolución" temporal, ya sea desde el punto de vista más explícito de las oscilaciones hormonales que están siendo inauguradas, o de

fenómenos más sutiles que comienzan a ser descubiertos. Entre esos fenómenos se sitúa algo que, bien conocido en los ambientes familiares, solo recientemente paso a recibir atención de los investigadores. Se trata del atraso de horarios típico de la adolescencia, que se expresa por la tendencia a acostarse más tarde y por la dificultad en despertarse temprano el día siguiente. Este fenómeno, técnicamente un atraso de fase en el ciclo vigilia/sueño, casi siempre acaba componiendo un cuadro de conflictos familiares, confundiéndose con cuestiones de disciplina, las cuales, aunque presentes, eventualmente se constituyen en consecuencias del atraso de fase. Hay evidencias de que ese atraso esté ligado a los cambios hormonales que acompañan a la pubertad, como lo expresó Andrade en 1993 dato recogido en la publicación de Menna-Barreto⁷³.

- Ritmos en la vida adulta.

El carácter endógeno de la ritmicidad biológica circadiana en el hombre viene siendo demostrado a través de la persistencia de esos ritmos en situación de libre-curso, en individuos adultos aislados de pistas temporales, ya sea en cavernas, o en laboratorios.

Las conclusiones muestran el carácter endógeno, y es frecuente encontrar ritmos biológicos desestructurados después de algunas semanas de aislamiento.

En individuos sanos en condiciones ambientales habituales, la expresión final de la ritmicidad biológica incluye los llamados "relojes biológicos". Los procedimientos de aislamiento temporal nos ayudan a interpretar los fenómenos presentes en la vida cotidiana. La vida de un ser humano adulto se caracteriza, desde el punto de vista cronobiológico, por la estabilidad de las expresiones de la ritmicidad. Hay condicionales a esto por personas sometidas a esquemas temporales irregulares, ya sea porque trabajen por la noche, o por alternar sus horarios de actividad, o por no conseguir mantener un patrón rítmico estable a lo largo de la semana, se caracteriza por restricciones de sueño impuestas a lo largo de la semana y compensadas por la extensión de la duración del sueño en los fines de semana. Este patrón es bastante común en la vida urbana moderna. En estos individuos encontramos frecuentemente una disminución generalizada de la amplitud de la ritmicidad biológica y una desestructuración de aquello que por convención se llama "organización temporal interna".

Los disturbios de sueño y humor han sido comúnmente vinculados al estado de desincronización y considerando a varios investigadores, ese desorden temporal es uno de los factores causales de algunos cuadros depresivos. El uso de terapéuticas que

incluyen exposiciones controladas a la luz intensa y/o ingestión de melatonina en algunos casos de depresión tiende a corroborar estas suposiciones⁷³.

- Ritmos en ancianos.

Nuestra experiencia cotidiana nos muestra que el ritmo de los ancianos no es el mismo que el nuestro: ellos duermen temprano, se levantan de madrugada, duermen siesta con facilidad, parecen vivir en un tiempo singular.

Se sabe que los ancianos presentan el fenómeno de adelanto de fase del ciclo vigilia/sueño, más o menos inverso del que fue descrito para los adolescentes. El adelanto de fase presentado comúnmente por los ancianos encuentra la explicación en la exposición más precoz del organismo a la iluminación intensa, lo que mantendría los sistemas de temporización en un estado de fase adelantada. Se sabe también que los ancianos tienen frecuentemente el sueño fragmentado, presentando un patrón vigilia/sueño semejante al de los bebés, con periodicidad del orden de las tres o cuatro horas. Estos hechos fueron interpretados como una posible pérdida de la función de los sistemas de temporización circadiana, un "debilitamiento de los relojes", que no serán capaces de imponer un ordenamiento temporal adecuado.

Acrecienta esto el hecho de que el anciano suele ser relativamente marginado en la sociedad contemporánea, lo que contribuye a su aislamiento y consecuente desestructuración temporal.

La vejez no estaría obligatoriamente acompañada de la desestructuración temporal, según algunos estudios parece adecuado pensar, que se constituiría una característica individual más que en una evolución natural de ese ciclo en la especie humana⁷³.

1.5. Ramas de la Cronobiología.

La Cronobiología puede ser dividida en varias subciencias:

- Cronofisiología, que estudia el comportamiento biológico en función del tiempo y los factores fisiológicos que son la base de las características biológicas temporales⁹⁰.
- Cronotoxicología, la cual investiga los efectos no deseables y perniciosos debido a agentes fisicoquímicos tales como plaguicidas, polucionadores y sobredosis farmacológicas en función de las características temporales biológicas⁹⁰. La cronotoxicología fue enunciada por Halberg en un estudio en ratones y confirmada en posteriores trabajos, con la evidencia de que la vulnerabilidad del organismo depende de la fase del ritmo circadiano en el cual se administra una sustancia, por lo que los efectos

de los medicamentos varían en función del tiempo biológico en el que actúan. Destacaron las investigaciones llevadas a cabo por el Laboratorio de Cronobiología de la Universidad de Minnesota, bajo la dirección de Halberg, el desarrollo de un modelo matemático necesario para el análisis de la ritmicidad de los procesos biológicos^{91,92}.

- Cronopatología, estudia las alteraciones de las características biológicas temporales en función de la enfermedad y también como causantes de enfermedad⁹⁰.
- Cronofarmacología, estudia la relación entre los ritmos biológicos y los fármacos. Incluye la cronofarmacocinética, la cronoestesia y la cronoergia⁹².

Sabiendo que muchos parámetros fisiológicos se organizan en función del tiempo, es lógico establecer que no sólo es necesaria la cantidad correcta de un medicamento, sino también saber dosificarla en el tiempo correcto. Refiriéndonos directamente a los medicamentos, un individuo puede variar su susceptibilidad y capacidad de absorción, dependiendo de la hora en que éstos se administren. En consecuencia ha surgido la cronofarmacología, para el estudio de las características funcionales de algunas drogas y poder optimizar su uso en algunas patologías⁹³.

El comportamiento cronobiológico global de un fármaco responde a la suma de todos los factores cronofarmacológicos que intervienen conjuntamente en un biosistema⁹⁴.

La cronocinética de un fármaco hace referencia a las diferencias de los efectos producidos en cuanto a absorción, distribución y eliminación según la hora de administración¹⁹.

La cronofarmacocinética estudia las variaciones temporales en la farmacocinética y la cronoestesia analiza los cambios en la susceptibilidad horaria de los órganos diana⁹². En Cronofarmacología se han realizado avances considerables en el tratamiento del cáncer, y de trastornos cardiovasculares, que es quizá el campo más amplio de aplicación de los conceptos cronobiológicos, pero también se han logrado progresos en el manejo cronobiológico de padecimientos gastrointestinales, en trastornos neurológicos, psiquiátricos, y en otros varios campos de la medicina⁹⁰.

Se le considera a la Cronofarmacología como una rama de la cronobiología, que permite diseñar y aplicar modelos de estudio de sensibilidad temporal a un fármaco, considerando diversos criterios de respuesta. Para que su aplicación sea posible, se considera fundamental establecer un control más estricto de las condiciones ambientales, particularmente cuando el fenómeno que se explora es proclive a cambios sutiles de los factores ambientales como la iluminación, la temperatura o a factores sociales. De lo anterior se desprende que el adecuado conocimiento de los ritmos

cronofarmacológicos, permitirá precisar las condiciones óptimas en el diseño de esquemas de dosificación y el mejor momento para su administración⁵³⁻⁵⁵.

El objetivo final de estos esfuerzos deberá estar encaminado a favorecer el incremento en la eficacia y seguridad de los tratamientos farmacológicos en las diferentes especialidades médicas^{95,96}.

- Cronoterapia. Establece pautas horarias en la administración de los medicamentos con criterios cronoérgicos. Los corticoides, anestésicos locales, antianginosos, antihipertensivos, antiácidos, quimioterápicos, broncodilatadores y antihistamínicos destacan entre los más importantes. La escuela de Reinberg considera que las pautas cronoterápicas deben basarse en ensayos clínicos que comprueben los horarios idóneos de administración sobre los pacientes⁹².

El comportamiento cronobiológico global de un fármaco responde a la suma de todos los factores cronofarmacológicos que intervienen conjuntamente en un biosistema⁹². La mayoría de las actividades biológicas fluctúan a lo largo del día y contribuyen a una mejor adaptación para la actividad diaria del organismo⁶.

Los tratamientos se ven afectados por la hora de realización. Si bien esto se aplica a cualquier tipo de tratamiento, los más estudiados han sido los de tipo medicamentoso⁶.

El horario de administración de los fármacos es una variable de suma importancia para evaluar su eficacia y efectos secundarios. Se han logrado espectaculares mejorías en los efectos deseados de las drogas (así como se han minimizado los efectos secundarios), administrándolas en el horario adecuado, incluyendo fármacos citostáticos, analgésicos, antialérgicos y beta-bloqueantes, entre muchos otros⁶.

La Cronoterapia propone una modificación a los esquemas de tratamiento preestablecidos; en oncología existen una gran cantidad de estudios que demuestran y ponen en evidencia la importancia de los ritmos biológicos y la cronocinética de los agentes anticancerosos⁹⁷. Es importante mencionar que la duración del ciclo celular varía según el tipo de tejido, siendo la duración promedio del ciclo completo de aproximadamente 24 horas¹⁹.

Los fármacos utilizados en la terapia oncológica tienen un efecto citotóxico sobre las células durante la fase proliferativa del ciclo celular. El número de células en fase de síntesis de ADN y mitosis varía a lo largo de las 24 horas, de tal manera que los mecanismos responsables de esta regulación circadiana actúan sobre los factores de crecimiento, receptores de membrana y/o sobre sistemas enzimáticos. Por ejemplo: la enzima timidilato-sintetasa, esencial para la síntesis de ADN, es la única enzima que

sintetiza de novo al nucleótido deoxitimidilato monofosfato, requerido para la síntesis del ADN. La inhibición de esta enzima detiene la división celular y es el mecanismo de acción fundamental del 5-Fluorouracilo (5FU); que debería darse en dosis bajas por la noche y altas en el día, sin olvidar que lo ideal sería darlo en el momento de menos mitosis (Nadir) del ritmo circadiano del tejido sano o en su caso durante la acrofase o pico máximo mitótico del cáncer en cuestión⁹⁸. Así se dañaría menos a las células sanas y sería más agresivo contra las células cancerosas. La relevancia clínica de estos experimentos se apoyan en la documentación de los ritmos en tumores humanos. La síntesis de ADN en células tumorales presenta cambios diarios con un rango máximo entre las 12 y 16 horas. Por ejemplo, el índice mitótico de los carcinomas mamarios humanos muestra ciclos circadianos, con un pico máximo cercano a las 15 horas del día¹⁹.

La Cronoterapia determina qué momento del día es el más adecuado para administrar los tratamientos que modifican los ritmos biológicos, siendo útil en pacientes con alguna alteración de los mismos^{3,70}. En los trastornos del ritmo circadiano (TRC) se empleó por primera vez para tratar el Síndrome de retraso de fase del sueño: un horario de sueño prescrito que deben seguir los pacientes para el reajuste del ritmo circadiano de vigilia-sueño⁹⁹.

- Fototerapia. Es un tratamiento alternativo de los discronismos limitados a la estimulación lumínica de las retinas y de los núcleos supraquiasmáticos, con pulsos de luz brillante dosificados en unidades lux y administrados a primera hora de la mañana. Es efectiva en algunos tipos de insomnio, depresión y discronismos⁹².

- Cronoterapéutica: es la rama más estudiada de la cronobiología. Se sabe que los medicamentos pueden ser más tóxicos o más eficaces a unas horas que a otras debido a la "biodisponibilidad" de los receptores. El efecto de diversos agentes químicos o físicos varía ampliamente a lo largo del ciclo nictameral. Esto ha dado lugar al surgimiento de la cronoterapéutica, que busca adecuar los esquemas de aplicación de agentes bioactivos a las horas del día en que su efecto pueda ser óptimo.

Cuando se administra un medicamento, este debe seguir un largo camino hasta llegar a lo que se llama "biofase", que es el momento en donde va a interactuar con la estructura biológica específica para producir aquella acción terapéutica buscada.

Para que un fármaco produzca un efecto óptimo, se debe tener en cuenta no sólo su concentración plasmática, sino la hora más conveniente de administración en función de los ritmos biológicos de las distintas variables fisiológicas que influyen tanto en la

farmacocinética como en la farmacodinamia de la acción del medicamento. A su vez, por otro lado, ciertos ritmos biológicos pueden ser modificados por la acción de los fármacos⁹⁰.

La Cronobiología identifica y analiza los mecanismos de muchos ritmos biológicos en los seres vivos y con ello la variable susceptibilidad del organismo a diferentes agentes físicos o químicos, incluidos los fármacos, que también presentan unos cambios periódicos y previsibles. Por este motivo, una rama importante de la Cronobiología es la cronofarmacología⁹¹.

Existe una sensibilidad máxima y mínima ante diferentes fármacos que actúan en el sistema nervioso central, según el horario de administración, dependiendo de la luz y la oscuridad⁹⁰.

1.6. Cronobiología médica.

1.6.1. Cronomedicina.

Los trastornos de los ritmos circadianos en humanos son relativamente frecuentes, y a grandes rasgos pueden dividirse en dos grupos: endógenos y exógenos.

- Trastornos endógenos: se refieren a aquellas patologías en las que el oscilador circadiano o las vías de sincronización se encuentran afectadas, como en la ceguera, algunos casos de envejecimiento con disminución de la amplitud de los ritmos, y/o tumores que afecten a los NSQ.
- Trastornos exógenos: en este tipo de desórdenes la cronología interna se encuentra desfasada con respecto a la externa; el cuerpo marca una hora del día diferente a la del mundo. Son ejemplos los casos de desincronización por viajes transmeridianos (jet-lag) y los de los trabajadores en turnos rotativos⁶.

Muchas enfermedades afectan directamente la estructura temporal del organismo; se ha comprobado que las enfermedades crónicas muchas veces resultan en una alteración del orden temporal interno. Es más, cuando los ambientes de tratamiento resultan muy agresivos en cuanto a la cronobiología normal (como en los casos de terapia intensiva en los que las luces permanecen encendidas las 24 horas y se producen irrupciones en la sala en cualquier momento del día), la remisión de la enfermedad se dificulta, en comparación con situaciones cronobiológicamente más "normales"⁶.

Sin embargo, además de estos trastornos cronobiológicos específicos, la gran mayoría de las patologías poseen componentes temporales, tanto en sus manifestaciones como en su susceptibilidad a protocolos de diagnósticos y tratamientos. Los signos y síntomas

de muchas enfermedades varían a lo largo del ciclo diario así como en función de ciclos mensuales o estacionales (**Tabla III**).

Tabla III. Frecuencia horaria de diversos eventos fisiológicos y patológicos (modificado de Smolensky y Lamberg, 2000).

Evento	Horario de mayor frecuencia
Ataques cardíacos	Entre las 7.00 y las 12.00
Ataques de asma	Entre la medianoche y las 6.00
Pico de presión arterial	Entre las 12.00 y las 18.00
Síntomas de alergia nasal	Entre las 6.00 y las 12.00
Dolor en el pecho (angina)	Entre las 6.00 y las 12.00
Aumento agudo en presión arterial	Entre las 6.00 y las 12.00
Jaquecas/ migrañas	Entre las 6.00 y las 12.00
Artritis reumatoide	Entre las 6.00 y las 12.00
Comienzo de trabajo de parto	Entre la medianoche y las 6.00
Comienzo de la menstruación	Entre las 6.00 y las 12.00

Fuente: Golombek (2007).

Los criterios diagnósticos y de análisis se ven profundamente afectados por la hora del día en que son realizados. Los valores únicos de temperatura corporal, presión arterial, y otros, no son representantes fidedignos de la fisiología corporal, dado que no indican las variaciones temporales normales de las variables en cuestión. Las mediciones continuas a lo largo del día, en algunos casos ambulatorias, han arrojado nuevas tablas de valores de referencia para múltiples variables diagnósticas, de utilidad cuando deben realizarse análisis en horarios diferentes a los usuales⁶.

1.6.2. Aplicaciones clínicas, relación entre la Cronobiología y las Patologías.

1.6.2.1. Generalidades.

La ritmicidad tiene origen en los propios organismos, dejando al ambiente el papel de sincronización de esos ritmos⁷³.

La Cronobiología clínica es complicada, y en demasiados casos, especulativa. Las recomendaciones relacionadas con los actos asistenciales, Cronobiología médica, suponen un valor añadido de eficacia que no se tiene demasiado en cuenta, y son mejoras en el tratamiento del paciente que no suponen ningún coste adicional, porque sólo precisan el interés del facultativo por esta materia, que indudablemente tiene cierta importancia en atención primaria y en medicina interna⁹².

La recopilación de estudios previos y el desarrollo de métodos con utilidad clínica, han llevado a la creación de laboratorios de cronobiología, y al creciente reconocimiento del papel de las alteraciones de los distintos relojes biológicos en un gran número de enfermedades, así como su repercusión en la salud pública¹⁰⁰.

Es interesante destacar que la incidencia de una enfermedad en el tiempo, su momento de aparición y la hora en que se dan sus crisis, han sido parte importante en la identificación semiológica desde la antigüedad. Se sabe, desde hace mucho tiempo, que el ataque de gota se desencadena por la madrugada, que el dolor articular matutino es característico de la artritis reumatoide, y que las crisis asmáticas, lo mismo que ciertas formas de epilepsia, son predominantemente nocturnas.

Para muchas enfermedades existe una clara patología estacional, epidemiológicamente han descrito diversos ritmos anuales, como las variaciones estacionales en rinitis alérgica, suicidios y enfermedades infecciosas¹⁰¹.

1.6.2.2. Desincronización y Enfermedad.

El humano como uno más de los organismos que viven en un medio fluctuante, es vulnerable a sufrir alteraciones de su maquinaria cronobiológica, que se pueden clasificar en desincronización externa y desincronización interna¹⁹.

- **Desincronización externa:** es la pérdida de coherencia entre las fluctuaciones del medio externo y las oscilaciones generadas por el reloj. Éstas pueden producirse por una alteración o daño de las vías de sincronización o por una alteración de la señal de sincronización. Esto se produce por un viaje a través de varios husos horarios. Dependiendo de la dirección del viaje, se genera un adelanto o un retraso de las horas, lo cual produce una pérdida de relación entre la hora geográfica del lugar y la función de los efectores, fenómeno conocido como «jet-lag». Otro ejemplo de este tipo de desincronización, se debe a una incongruencia de las actividades del individuo con las señales de sincronización externas. Un ejemplo son los trabajadores nocturnos, que se ven forzados a trabajar de noche y a dormir de día. Las consecuencias pueden ser irritabilidad, trastornos gastrointestinales, enfermedades cardiovasculares, síndrome metabólico y aumento en la incidencia de cáncer. Este problema lo comparten varios de los trabajadores de la salud que son sometidos a horarios rotatorios de trabajo, entre ellos los estudiantes de postgrado en medicina (residentes); la fatiga y las alteraciones del ciclo sueño-vigilia, propician errores quirúrgicos y mala atención al paciente; también propician accidentes automovilísticos y de tipo ocupacional. Un ejemplo

lamentable de este tipo fue la explosión registrada en la planta de energía nuclear de Chernobyl en 1.986. Se cree que los operadores se encontraban fatigados y estaban trabajando en el punto temporal de menor eficiencia circadiana (1:23h a.m.). Con estos ejemplos se puede señalar que la ignorancia o desatención de la fisiología de los ritmos biológicos puede ser la causante de accidentes y de mal rendimiento laboral^{102,103}.

- **Desincronización interna:** es la pérdida de relación entre las oscilaciones del reloj y el resto del organismo. Se plantea que existe una correcta relación entre el reloj y el medio externo, pero una alteración en la salida de señales rítmicas hacia el resto del organismo o bien en la transmisión de éstas a los efectores, genera la desincronización interna. Ésta también puede ser desarrollada en trabajadores nocturnos o en pacientes con enfermedades crónico degenerativas como la diabetes, la hipertensión y el cáncer. Para la diabetes se sugiere que el punto de regulación de la glucosa, así como el de la insulina siguen el ritmo circadiano, por lo que se plantea que en pacientes diabéticos se pierde la comunicación entre el reloj y los órganos periféricos, entre ellos el páncreas y el hígado¹⁰⁴. Recientemente se ha estudiado la contribución del sistema nervioso autónomo en la comunicación neuronal del NSQ con la periferia, dando como resultado un estado de desincronización interna y pérdida de la coherencia entre los ritmos de diferentes variables, entre ellas la glucosa, la insulina y el cortisol¹⁰⁵.

Como podemos ver se requiere el conocer los ritmos conductuales y fisiológicos, su mantenimiento y su relación con el medio externo. Por ejemplo, para la interpretación de análisis clínicos de muestras tomadas a horas distintas. El conocer las variaciones temporales permitirá interpretar la relación del nivel máximo o mínimo con su ritmo circadiano, que nada tienen que ver con alguna patología o tratamiento específico¹⁹.

La desincronización de los ritmos circadianos de aproximadamente 24 horas de duración puede tener efectos adversos en la salud (empeorando enfermedades basales como la diabetes mellitus), y también, es la base de los Trastornos del Sueño por alteración en el ritmo circadiano¹⁰⁶.

1.6.2.3. Cronobiología y Sistema Cardiovascular.

Las variaciones del comportamiento y del área fisiológica, se suceden durante el día en un organismo y son una parte fundamental de su funcionamiento. Su comprensión nos permitirá conocer las diferencias fisiopatológicas que ocurren en relación con el tiempo en el sistema cardiovascular⁹².

La vida en la sociedad es llevada a cabo dentro de un contexto de 24 horas en relación directa con la presencia o ausencia de luz (principal sincronizador de los ritmos biológicos) y además están afectados por las diferentes actividades que lleva a cabo el individuo tales como incorporarse al despertar, el aumento de la demanda de oxígeno y nutrientes durante la etapa de actividad, y su disminución con el cese de la misma. Los ritmos que afectan al sistema cardiovascular se encuentran organizados respondiendo a la actividad de éste, y de acuerdo al momento del día en el cual el individuo se encuentre bajo las influencias del reloj biológico¹⁰⁷.

Se adjudica a los factores exógenos los principales determinantes de los ritmos circadianos de tensión arterial, de frecuencia cardíaca y del patrón de incidencia de algunas de las patologías que afectan al sistema cardiovascular¹⁰⁸.

Las aplicaciones más utilizadas son el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y el estudio de la sensibilidad barorrefleja, para la estratificación de riesgo y evaluación de pacientes portadores de insuficiencia cardíaca, infarto de miocardio e hipertensión arterial.

En cuanto a la presencia de ritmos infradianos, se han descrito ritmos de tensión arterial y frecuencia cardíaca semanales (circaseptal), mensuales, estacionarios, anuales e inclusive existen reportes que describen curvas asociadas a la longevidad del individuo.

Tanto los ritmos de la frecuencia cardíaca como la tensión arterial, aparentan ser dependientes de variables como la actividad física, el grado de estrés, y el ciclo sueño/vigilia¹⁰⁷; además presentan una relación con el sistema inmune donde las células involucradas en los procesos inflamatorios se encuentran en mayor número y más activas durante la noche, coincidiendo con las fases de reposo¹⁰⁸.

Se han identificado y estudiado las variaciones diurnas existentes en los valores de tensión arterial, los cuales son máximos en las horas de la mañana. El registro intraarterial continuo de presión arterial demostró que las cifras tensionales presentaban su menor valor a las 3:00 horas, aumentando nuevamente entre las 6:00 y las 8:00 horas. El mismo comportamiento circadiano se observa en pacientes hipertensos¹⁰⁷.

En la hipertensión arterial los registros continuos de presión indican, que tanto los normotensos como los hipertensos presentan ritmos diarios con aumentos a partir de la última parte de la noche, máximos diurnos, y disminuciones durante el reposo y el sueño¹⁰¹.

Arntz¹⁰⁹ y colaboradores en el año 2000 realizaron un estudio en Alemania, con 24.061 individuos, donde hallaron una importante variación circadiana de los episodios de muerte súbita con un mínimo entre las 00:00 y 6:00 horas y un máximo entre las 6:00 y las 12:00 horas, para cada día de la semana. Se observó la menor cantidad de eventos los días domingo y la mayor los días lunes (18% mayor). Tal aumento fue más pronunciado en el subgrupo de pacientes menores de 65 años (24% los mayores y 16% en los menores). Hallaron también un ritmo estacionario, de mayor incidencia durante los meses de invierno (Hemisferio Norte) y menor durante el verano¹⁰⁷.

Uno de los temas médicos más estudiados en esta materia de la cronobiología, son los problemas cardiovasculares y con ellos los IAM.

En 1937 aparecieron los primeros estudios que describen un aumento de la mortalidad por IAM durante los meses de invierno; trabajos posteriores realizados en Norteamérica, Asia y Europa confirman estas observaciones¹⁰⁷.

En 1987 Muller et al señalaron en un artículo la posibilidad de que el IAM y la muerte súbita de origen cardíaco isquémico y no isquémico (presumiblemente por arritmias ventriculares) tuvieran una variación circadiana¹⁰⁰. En éste artículo para determinar si la muerte súbita cardíaca presenta un ritmo circadiano similar al demostrado para el infarto de miocardio no fatal, Muller¹¹⁰ y colaboradores analizaron la hora del día de la muerte súbita cardíaca según los certificados de defunción de 2.203 personas que murieron fuera del hospital en Massachusetts en 1983. Los datos revelaron una destacada variación circadiana de la muerte súbita cardíaca, con una incidencia baja durante la noche y un aumento de la incidencia a partir de las 7 hasta las 11h am. El patrón es muy similar al reportado para el infarto de miocardio y los episodios de isquemia de miocardio no fatal. El hallazgo de que la frecuencia de muerte súbita cardíaca se incrementa por la mañana es compatible con las hipótesis de que la muerte cardíaca repentina se produce por una isquemia o un evento arrítmico primario.

Fernández-García¹¹¹ y colaboradores, estudiaron en Galicia durante siete años 4.717 pacientes con IAM, para analizar la influencia del clima y el impacto de cada parámetro meteorológico sobre la incidencia en ésta patología. Sus resultados arrojaron una asociación estadísticamente significativa entre la presión atmosférica y la humedad relativa media diaria, con la incidencia de IAM en Galicia.

En el Estudio Cardíaco de Framingham se analizó la hora del día de las muertes cardíacas repentinas para determinar si la muerte súbita cardíaca muestra variaciones circadianas. El análisis se basa en datos de mortalidad recogidos los últimos 38 años de 5.209 personas. Los resultados revelaron una variación circadiana significativa en la incidencia de muerte súbita cardíaca, con una incidencia máxima desde las 7 a las 9 de la mañana y una disminución de la incidencia de 09 a.m. a 1 p.m. El riesgo de muerte súbita cardíaca fue de al menos 70% mayor durante el período más agudo de lo que era el riesgo promedio durante otros momentos del día¹¹².

El objetivo de un estudio realizado en España fue determinar la variabilidad circadiana, de los días de la semana, y la variabilidad estacional de la mortalidad por cualquier causa en la insuficiencia cardíaca crónica. Se analizó a 1.196 pacientes en una unidad de insuficiencia cardíaca desde el año 2003 al 2008. Las conclusiones arrojaron datos diferentes a otros estudios, los cuales encuentran que la mortalidad por cualquier causa no sigue un patrón circadiano, pero sí un ritmo estacional, en pacientes con insuficiencia cardíaca¹¹³.

Los episodios de cardiopatía isquémica ocurren con mayor frecuencia en las horas de máxima actividad neurohumoral, que suelen coincidir con el despertar y con las primeras horas de la mañana. El pico de incidencia del infarto agudo de miocardio y del dolor anginoso se establece hacia las 7.00 h, con otro pico menor al mediodía.

En algunos hipertensos se aprecian cambios en el perfil circadiano, con patrones que difieren entre sí, también distintos de los del sujeto normotenso⁹².

Aunque la isquemia miocárdica puede producirse en cualquier momento del día, se ha constatado la existencia de una variación circadiana en la aparición de los episodios de cardiopatía isquémica aguda en la población general. La hora del inicio de los síntomas del IAM sigue una curva sinusoidal, con un pico matinal y un descenso con un mínimo en la madrugada, que le confiere ritmo circadiano¹¹⁴. También se sabe que la agregación plaquetaria es máxima por la mañana, lo que contribuye a la mayor incidencia de infartos cardíacos¹⁰¹.

El aumento de la morbilidad y mortalidad cardiovascular durante la primera fase del día parece ser el resultado de interacciones complejas entre numerosos sistemas de regulación hemodinámicos y biológicos, entre los que destacan el incremento matutino de la PA y la FC, a través de diversos mecanismos, que favorecen la aparición de

accidentes cardiovasculares en este periodo del día. Tanto el incremento de la PA como de la FC aumentan el consumo miocárdico de oxígeno, pudiendo favorecer el desencadenamiento de episodios de isquemia miocárdica en pacientes con reducción del flujo coronario por enfermedad vascular coronaria. De igual manera, el incremento del tono vascular que se produce a primeras horas de la mañana, en respuesta al ritmo circadiano de diferentes mediadores, como las catecolaminas y el eje renina-angiotensina-aldosterona, sin olvidar los muchos otros factores de tipo hemodinámico, así como emocionales (estrés), parecen contribuir al incremento matutino de la morbilidad y mortalidad cardiovascular por causas isquémicas¹¹⁵.

Existe un patrón estacional en los ingresos por infarto agudo de miocardio, con un aumento en el número de casos durante el invierno y un descenso durante el verano. La edad de los pacientes condiciona el efecto de los factores ambientales en el infarto. A partir de los 65 años, los sujetos son más sensibles a los mecanismos causantes del aumento de ingresos en invierno. Esto demuestra que existe una variación estacional en la incidencia de IAM¹⁰⁰. En opinión de Douglas, este patrón estacional tiene su origen en el estrés térmico¹¹⁶.

En otros estudios realizados, se observa que los cambios de temperatura ejercen un papel en la fisiopatología de los fenómenos tromboembólicos y hemorrágicos de cualquier tipo de enfermedad cardiovascular¹¹⁷. La temperatura ambiente y la presión atmosférica son los mejores predictores de isquemia cerebral. Estos trabajos muestran la relación entre estrés térmico e IAM, independiente de la zona geográfica¹⁰⁰.

En conclusión, el conocimiento de la cronobiología de los sistemas de regulación cardiovascular puede suponer una mejor aproximación para el diagnóstico y tratamiento de las patologías cardiovasculares¹¹⁵.

1.6.2.4. Cronobiología y Sistema Nervioso.

El sistema circadiano es el responsable de la sincronización temporal de los procesos fisiológicos en general, controlando o modulando al sistema nervioso, inmune y endocrino.

El ciclo de sueño y vigilia pone en evidencia tanto el rol del sistema circadiano sobre el sistema nervioso, como también en el ritmo diario de corticosterona, esto comprueba la modulación que ejerce sobre el sistema endocrino¹⁰⁷.

En lo que respecta a los trastornos psiquiátricos a partir de los 40-50 años, la tolerancia a los cambios horarios declina y los estados depresivos aumentan. La duración del

sueño sigue una dependencia homeostática y otra circadiana. Los discronismos pueden manifestarse con despertar precoz, variaciones diurnas del humor, disminución del período de varios ritmos circadianos y ritmos cronofisiológicos avanzados de fase REM, temperatura, melatonina, cortisol, metabolitos de neurotransmisores en orina, y otros. En grupos de mujeres también se observan ritmos anímicos circanuales, con un sueño de peor calidad y duración durante la fase luteínica del ciclo menstrual. El insomnio por retraso de fase y los trastornos afectivos estacionales tienen una génesis cronobiológica tan importante que algunos autores proponen la fototerapia como tratamiento de primera elección en ambos casos⁹².

La cronobiología, como vimos anteriormente, estudia, en rigor, procesos biológicos que están determinados por un ritmo interno autónomo y una perturbación periódica externa. Los diversos ritmos pueden sincronizarse con las perturbaciones externas. Es lo que ocurre en los ritmos circadianos, con duración de un día, como el ciclo sueño/vigilia¹¹⁸.

La amplitud y la estabilidad de los ritmos circadianos están influenciadas por estados depresivos. Este resultado, a su vez se correlaciona con la gravedad de la clínica, cuya manifestación es la depresión, y puede ser una herramienta importante para ser utilizada en el conjunto clínico¹¹⁹.

Ritmos circadianos y depresión: la gran mayoría de los trastornos psiquiátricos también poseen componentes temporales; sin embargo, si hay una patología que pueda ser el paradigma de una relación entre sintomatología y alteraciones circadianas, es la depresión. La depresión se considera un trastorno complejo resultado de la interacción de factores genéticos, fisiológicos, psicológicos y ambientales. Algunos síntomas nucleares de la depresión muestran ritmicidad circadiana en su expresión clínica, como la variación diurna del humor depresivo, sobre todo en sujetos con síntomas de tipo melancólico o una mayor severidad de los síntomas en sujetos con el cronotipo vespertino^{120,121}. Se han detectado asociaciones de variantes polimórficas en genes pertenecientes al reloj molecular humano, con la participación de variables cronobiológicas en este trastorno, tal es el caso una vez más, del polimorfismo del gen T3111C Clock, el cual por otra parte también se ha identificado recurrentemente en individuos con insomnio¹²².

Lo interesante de esto último, es que si bien el insomnio es un síntoma de la depresión, el polimorfismo se ha encontrado también en insomnios sin depresión. La variación diurna del humor es un predictor de respuesta positiva a determinadas terapéuticas

antidepresivas¹²³; por ejemplo, se ha observado que pacientes deprimidos con mejoría vespertina del humor responden mejor a la estrategia terapéutica de privación de sueño, que aquellos sin variación diurna o con variación inversa^{123,124}.

Se espera que estas circunstancias en un futuro, puedan constituirse como variables crono-predictivas de respuesta a diversas estrategias de tratamiento no necesariamente farmacológicas¹.

1.6.2.5. Cronobiología y Sistema Hemático y Endocrino.

Decenas de componentes hemáticos y plasmáticos tienen cronogramas característicos (concentraciones de sodio, potasio, cloro, glucosa, aminoácidos, plaquetas, leucocitos, eosinófilos, hematíes, hemoglobina, eje renina-angiotensina-aldosterona, catecolaminas, eje hipotálamo-hipófiso-suprarrenal, agregabilidad plaquetaria, coagulación, viscosidad sanguínea, entre otros). Los valores de hemoglobina y el hematocrito muestran una circadianidad de baja amplitud con un pico matinal que repercute en la viscosidad sanguínea y en los procesos que se derivan⁹².

En el sistema endocrino, las alteraciones glandulares se exteriorizan, con frecuencia, por cambios en los ritmos circadianos hormonales¹⁰¹.

A todos estos cambios humorales se suma la variabilidad en el tono simpático, máximo durante la fase de actividad y mínimo por la noche, cuando predomina el tono vagal. El sistema nervioso simpático y las catecolaminas implicadas en el control tensional liberan adrenalina, noradrenalina y dopamina con un ritmo diferente de las concentraciones periféricas, dependientes de la médula adrenal.

Son ritmos que se ajustan a las necesidades fisiológicas; por eso durante la vigilia aumenta la glucemia, la actividad tiroidea, la temperatura y muchas reacciones catabólicas tienen como objeto la producción de energía. Las personas que cambian su jornada laboral diurna a nocturna padecen trastornos que propician enfermedades (discronismo), incluso cambios neurohumorales ligados al sistema inmunológico que parecen asociados a ciertos tipos de cáncer⁹².

El ritmo circadiano y ultradiario de la glucemia hace que la insulina deba sincronizarse con las horas de actividad y reposo, con menos necesidad por la noche y más por la mañana. El «fenómeno del alba» (dawn phenomenon), de enorme interés clínico, responde al ritmo cronopatológico de la glucemia entre las 5.00 y las 6.00 h⁹².

1.6.2.6. Cronobiología y Sistema Respiratorio.

La génesis de las crisis nocturnas de asma bronquial, estaría vinculada a la existencia de ritmos diarios en la función del sistema nervioso autónomo y del sistema endocrino, que se exteriorizan en cambios en el diámetro bronquial, en la secreción de cortisol y catecolaminas, y en la respuesta bronquial a estas hormonas¹⁰¹.

En el caso del asma, la variable de elección es la medición del flujo respiratorio, cuya función es óptima en horas de la tarde y desmejora por la mañana⁶.

En la administración de corticoides para el tratamiento del asma, se comprobó que la dosis única matinal inhibía menos la función suprarrenal que la misma dosis fraccionada en 3 o 4 tomas a lo largo del día, la conveniencia de administrar una dosis única a primera hora de la mañana es porque los corticoides endógenos están aumentados y el eje hipotálamo-hipófiso-suprarrenal es más insensible⁹².

Se ha comprobado además que el pico de histamina es a las 23.00 h y el mínimo por la mañana. Este ritmo tiene suficiente amplitud para modificar el efecto clínico de los antihistamínicos H1⁹².

1.6.2.7. Cronobiología y Sistema Digestivo.

Las gastritis y la úlcera péptica se relacionan con el pico de secreción de ácido gástrico, máxima a primera hora de la mañana y mínima por la noche. También se observa que las recidivas ulcerosas son más frecuentes en primavera (ritmo cronopatológico circannual). Dado que la hipersecreción gástrica y el reflujo esofágico se producen sobre todo de madrugada, en caso de recomendar un inhibidor de la bomba de protones, conviene tomar la dosis diaria por la noche⁹².

1.6.2.8. Cronobiología y Aparato Locomotor.

Con respecto al aparato locomotor son pocos los estudios realizados dentro de esta área, pero se observa que en el estado actual de la actividad médico 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.

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. No obstante, los estudios cronobiológicos en el marco de la traumatología son

poco comunes. Cuando están relacionados con aspectos epidemiológicos y clínicos se limitan casi exclusivamente a fracturas de cadera y sólo ocasionalmente a otros tipos de fractura¹²⁵.

En los estudios realizados por Ardura y su equipo¹²⁵ en los hospitales del sistema público de salud de Castilla y León entre el 1 de enero de 1999 y el 31 de diciembre de 2004, con un total de 16.736 pacientes; incluyeron en su trabajo únicamente fracturas de la extremidad superior, con una prevalencia del 57,9% del sexo masculino y un 62,8% de residencia en zonas urbanas. Observaron este tipo de fractura en pacientes jóvenes entre 25 y 45 años teniendo un riesgo menor de contraer estas fracturas a mayor edad. Más de la mitad de los pacientes fue intervenido quirúrgicamente. Las principales causas detectadas fueron traumatismos deportivos y los accidentes laborales siendo más frecuentes en verano. Probablemente, la mayor actividad al aire libre y el aumento de prácticas deportivas y actividades de ocio son factores implicados. La información proporcionada por la Cronobiología ayudaría 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 y una diversidad de aspectos fisiológicos y patológicos, como lo describen Kartz¹⁰⁸, Muller¹¹⁰, Fernandez-García¹¹¹, Willich¹¹², Ribas¹¹³ y otros autores.

Un estudio realizado en 10.933 niños en el año 2012 sobre accidentes, refiere que son más prevalentes los que corresponden a momentos de estancia en el hogar, recreo, ocio y/o vacaciones, en los que la potencial tutela corresponde preferentemente al entorno familiar. De donde puede inferirse que no es tan seguro como cabría suponer y debe constituir un foco de atención para potenciar las medidas de prevención. Además en este estudio se analizaron diferentes variables como sexo con un claro predominio de varones, con porcentajes mayores del 60 % con respecto a las mujeres, donde desde temprana edad, los varones desarrollan mayor actividad que las mujeres y por ello presentan mayor riesgo de accidentes. También la edad en la que se acumulan los accidentes infantiles corresponde a menores de 2 años con 55%, estando en segundo lugar el grupo de 9 a 14 años de 32%. Los tipos de accidentes más frecuentes del estudio fueron los traumatismos, seguido de los accidentes de tráfico. El 60% de los casos corresponde a niños residentes en zonas urbanas. Los traumatismos predominan en los meses de julio y agosto, coincidentes con los meses de primavera y verano, que

suman el 22% del total, coincidente con el periodo estacional. En cuanto a la hora de presentación de los accidentes la máxima prevalencia se sitúa entre las 18 y las 21 horas, observándose otro pico, aunque de menor importancia, entre las 12 y las 15 horas y las horas de menor frecuencia se sitúan en la madrugada⁹¹.

Varios estudios muestran que los accidentes en los adultos no ocurren al azar durante las 24h. Se observa que los trabajadores con turnos nocturnos, presentan con más frecuencia accidentes por la noche, de 03:00 a 05:00 h., siendo en los adultos el pico principal de traumatismos por la noche y la madrugada de 06:00 a 08:00 h. en días laborables. Puesto que los niños se adhieren a una vida rutinaria que se caracteriza por la actividad diurna y sueño nocturno, el riesgo de lesión durante la noche es mínima. Este pico de accidentes nocturno, se observa en los grupos de conductores de 45 años de edad o menos; en conductores mayores el pico es por la tarde, siendo comparable con el tiempo máximo de traumas en los niños¹²⁶.

En otra publicación del año 1990, Gillooly y colaboradores¹²⁷, encuentran resultados que hacen referencia a una disminución importante en el desempeño mental durante la noche y la segunda caída en el final de la tarde, siendo el mayor índice de accidentes durante la noche y el amanecer. El sueño y la vigilia son dos aspectos opuestos y complementarios que afectan el riesgo de traumatismos, cuando uno de ellos es alto el otro es bajo y ambos varían con un ritmo de 24h. En el estudio de Reimberg y colaboradores, el ciclo sueño vigilia, es un factor crítico que ayuda a explicar el patrón de dos picos en la producción de traumatismos¹²⁶.

El grupo de estudio de Casaní y colaboradores¹²⁸ realizó en el Hospital Infantil La Fe de Valencia, en 1993 un estudio donde revisaron 11.717 historias de todos los pacientes correspondientes a accidentes atendidos en el Servicio de Urgencias. La edad de mayor porcentaje estuvo en menores de 4 años con un predominio de varones estadísticamente significativo ($p= 0,000$). Un 35,5% procedían de Valencia capital, y evaluaron los días de la semana donde encontraron diferencias significativas. Los diagnósticos con más registros encontrados fueron las heridas de cabeza 12%; siendo los de menor porcentaje los esguinces y torceduras de muñeca y mano con 2,4%; donde el mecanismo de producción según la ficha del Servicio de Urgencias fue en su mayoría los traumatismos casuales.

En un estudio prospectivo de 15.110 casos de traumatismos en la infancia registrados por Reinberg y sus colaboradores en el Servicio de Cirugía Pediátrica del Hospital de Cantón de Vaud en Suiza (CHUV, Lausanne) entre los años 1990 y 1997, se analizaron los aspectos de los accidentes, observando un ritmo circadiano en traumatología pediátrica^{60,126}. Se obtuvieron las horas exactas en que ocurrió la lesión y se detectaron altos patrones circadianos estadísticamente significativos durante la noche, casi sin traumatismos/hora, y un pico en la tarde entre las 15:00 y 17:00 horas. La hora pico de la tarde de traumatismos de la infancia difiere de la de los adultos¹²⁶.

No se detectaron diferencias significativas respecto a la edad y escolaridad entre la población infantil. Se observaron pequeñas diferencias estadísticamente significativas en los patrones de 24h cuando fueron categorizadas por el tipo de actividad asociada con la lesión traumática y el lugar donde se produce la misma. La gran estabilidad del patrón de 24h en traumatismos de la infancia sugiere un origen endógeno, además de la función que desempeñan los factores ambientales. La validación de un patrón circadiano en traumatismos de la infancia con un pico por la tarde se debe tener en cuenta para el diseño de programas de prevención de lesiones infantiles¹²⁶.

Estos estudios coordinados por Reinberg¹²⁶, muestran sobre unos 4.000 traumatismos censados, que el 38,2% de los traumatismos se producen en el hogar; 23,6% están relacionados con actividades deportivas; 18,5% a los juegos y 8,6% a la circulación vial. Esta repartición varía con la edad. Desde el nacimiento hasta los 5 años, son traumatismos vinculados a las actividades domésticas y lúdicas; posteriormente, son los juegos y el deporte los que representan el mayor riesgo (sobre todo la gimnasia). En todas las edades, los niños están más expuestos que las niñas; pero entre los 5 y los 10 años, la relación es casi de dos niños por una niña. Parece existir una variación estacionaria de poca amplitud con un pico en la primavera (marzo a mayo) y un valle en otoño (noviembre-diciembre). Hay dos picos en el horario, el primero y más pequeño hacia las 10-11 horas, el segundo y más elevado hacia las 16-17 horas. La curva de cada una de las causas varía al igual que la del conjunto, así, los traumatismos sobre la vía pública presentan el primer pico (pequeño) hacia las 13-14 horas y el segundo, más elevado, hacia las 18 horas, este último, puede estar unido al tráfico.

Arbós y colaboradores¹²⁹ en la ciudad de Palma de Mallorca en el año 1992, en una ZBS con una población de 2.543 menores de 14 años, realizaron un estudio incluyendo 623

accidentes. El predominio fue del sexo masculino (58.4%), accidentándose mayoritariamente en casa (35.6%). En cuanto al tipo de lesión, en primer lugar observaron contusiones y heridas contusas con 41,9%, seguido de las heridas incisas con el 12,6%; destacando la localización de la extremidad superior (33,5%) y de cabeza y cuello con 25,98%; en 44 casos no constaba la localización de la lesión. El 12.5% fueron remitidos al hospital. La edad en que presentaron mayor número de accidentes fue cuando el niño empieza a andar: 15 meses hasta los tres años. En la casa fue donde más se accidentaron, seguidos de la vía pública. La época del año con mayor incidencia fue al final de la primavera y principios de otoño. Las horas de mayor accidentabilidad fueron entre las 15 y las 21 horas. En cuanto a la derivación realizada, 41 casos (10%) no estaban registrados; 515 casos (88,4%) fueron resueltos en el CS y remitidos al domicilio; y los 67 restantes (11,6%) fueron remitidos al hospital.

En 1985 con el fin de conocer y analizar distintos aspectos de los accidentes en la infancia, se creó en EE.UU. el National Pediatric Trauma Registry, base de datos multicéntrica con información de más de 35.000 pacientes. En base a esto, Navascués y sus colaboradores¹³⁰, desarrollaron en 1995 el primer Registro de Trauma Pediátrico en el Hospital Infantil “Gregorio Marañón” de Madrid, con el propósito de conocer y analizar las características del traumatismo infantil. De un total de 11.307 accidentes que fueron atendidos en su Centro, 521 precisaron ser ingresados y se incluyeron en la base de datos. En los resultados del análisis hubo un predominio de los varones en un 69%, siendo el grupo de edad más frecuente el de 12 y 15 años (36%). Fueron remitidos al hospital el 14% de los pacientes. Veintinueve pacientes precisaron ingreso en la Unidad de Cuidados Intensivos y 214 (41%) se sometieron a alguna intervención quirúrgica. El análisis del Registro permitió conocer los aspectos epidemiológicos de la población pediátrica del Centro; conocer y corregir las deficiencias de la asistencia prehospitalaria del niño traumatizado; y mejorar la asistencia hospitalaria, así como conocer factores pronósticos precoces.

El grupo de investigación de Mateos y colaboradores¹³¹, estudió la incidencia, las características epidemiológicas y tipos de accidentes domésticos y de ocio en centros de salud de atención primaria de Castilla y León durante el año 2009. La incidencia acumulada anual de accidentes domésticos y de ocio fue de 2.651 casos por 100.000 habitantes, siendo ligeramente mayor el porcentaje de hombres (50,4%). Se

accidentaron más los menores de 15 años y ≥ 65 años, con una edad media de 43 años y un rango de edad de 0 a 99 años. El 49,2% de los accidentes ocurrió en horario de mañana, de tarde 44,8% y el 6% por la noche. Un 57,1% se produjo en el hogar, un 16,8% en la vía pública y un 7,3% en centros escolares. Los tipos de accidente más comunes fueron caídas al mismo nivel (40,4%), y el uso de objetos cortantes y punzantes (22,7%). Los meses en los que sucedieron accidentes con más frecuencia fueron junio (9,7%), marzo (9,4%), julio (9%) y mayo (9%). Un 71,7% ocurrió en días laborables y el 49,2% de los accidentes ocurrió por la mañana, el 44,8% por la tarde y el 6% por la noche. Los menores de 15 años se accidentaron más en el hogar (35,5%), en centros escolares (20%) y en la vía pública (15,6%).

De modo prospectivo Concheiro y colaboradores¹³², recogen un total de 1.127 casos en el Servicio de Pediatría de la Sección de Urgencias del Hospital Sant Joan de Déu en Barcelona, durante el año 2002. Existe un predominio del sexo masculino (65% de los casos). La media de edad fue de 9 años en varones y 6,8 años en niñas. Los picos de incidencia se situaron en el sexo femenino entre 1 y 4 años y en el masculino entre 5 y 9 años. La tendencia en el sexo femenino fue una disminución de accidentes de manera proporcional a la edad (menor en la adolescencia). La franja horaria en la que se detectaron más accidentes fue entre las 14 y 19 horas (40% casos). Los principales accidentes fueron en el domicilio en los menores de 5 años. Los tipos más frecuentes fueron las caídas y golpes (68,9% de los casos). Los accidentes de circulación se presentaron en segundo lugar con más del 20% de los casos. Tras éstos, en orden de frecuencia le siguen las intoxicaciones accidentales. Se analizaron los tipos de lesión registrada (fractura, herida, alteración del nivel de conciencia) y su localización, siendo la más habitual a nivel cráneo-cérvico-facial (51,1%) o de extremidades (24%).

En otro estudio realizado en Barcelona, en la UCI pediátrica del Hospital de Sant Pau, se incluyeron los pacientes con edad inferior a los 17 años, ingresados correlativamente en un periodo de 18 meses como consecuencia de un accidente. El número total de pacientes fue de 132. Las causas más numerosas fueron los traumatismos (93,18%), de los cuales el 69,10% fue consecuencia de accidentes de tráfico. El mayor número correspondió a los niños de entre 7 y 14 años (37,87%). El traumatismo craneoencefálico fue la entidad predominante (80,48%) y la mortalidad global fue del

8,33%. El 23,48% requirió cirugía. La hora de mayor siniestralidad fue entre las 16 y las 20 horas (36,36%)¹³³.

Las lesiones de tráfico son serios problemas de salud que causan la muerte, morbilidad y discapacidad, así como un impacto importante en la economía de un país. Por este motivo Martín-Cantera y colaboradores¹³⁴, realizaron un estudio en 2010, en 25 centros de atención primaria de salud en Barcelona, donde valoraron en adultos factores de riesgo asociados a lesiones de tráfico. Reclutó para la investigación un grupo de adultos con edades comprendidas desde los 16 hasta mayores de 65 años. El cálculo se realizó en la población de hombres y mujeres con un permiso de conducción en Barcelona. El tamaño total de la muestra fue de 1.540 sujetos, siendo mayoría los hombres, 971; con 569 mujeres. De todos los accidentes de colisión de cualquier tipo, los de la vía pública fueron el segundo más frecuente, después de los accidentes domésticos. Los accidentes de tráfico constituyen entre el 8,3% y el 8,6% de todo tipo. Estos autores refieren la importancia del riesgo relativo de un conductor con una condición de salud crónica, el cual puede sufrir una lesión de tráfico del 1,33%.

Hay varios motivos que justifican la importancia de este estudio, incluir advertencias sobre el riesgo de ciertos medicamentos, los efectos de sustancias psicoactivas en la capacidad de conducción y el seguimiento de enfermedades crónicas. Atención primaria de salud es una localización ventajosa para llevar a cabo intervenciones preventivas en lesiones de accidentes de tráfico, porque más del 75% de la población consulta a un médico general¹³⁴.

El estudio de Oliver y Civera¹³⁵, realizado en el Servicio Ordinario de Urgencias de Canals, Valencia, que atiende a las poblaciones de Canals y de Alcúdia de Crespins, con un total de 16.217 habitantes, se analizó una muestra de 429 accidentes en 1996, de los que un 65% correspondían a varones y el 35% a mujeres, siendo las edades medias de 26,5 años (24,3-28,9) en los primeros y de 33,1 (29,1-36,9) en las segundas. Por edades, son más frecuentes en el hogar en las edades extremas, en menores de 5 años (56%) y en mayores de 55 años (63,6%); y por sexos, los accidentes en los varones son más frecuentes en la vía pública (34,4%), mientras que en las mujeres lo son en el hogar (58%).

Las lesiones principales de los accidentes fueron las heridas y abrasiones, las cuales suponen más de la mitad de todos ellos. Los esguinces sumaron 23,7%; y las fracturas fueron con mayor frecuencia entre los 15-24 años y en ≥ 75 años (8,3%).

Analizando la accidentalidad, a continuación hacemos un resumen de dos estudios retrospectivos realizados en Extremadura y Cantabria. Hernández y su grupo de investigadores¹³⁶, mediante la revisión de historiales clínicos de pacientes del Hospital Materno-Infantil de Badajoz, ingresados en Cuidados Intensivos Pediátricos, por lesiones de accidentes, detectaron que la distribución de los casos según el sexo, en el análisis conjunto de los datos, los ingresos en UCI pediátrica por accidentes fueron significativamente más frecuentes, respecto de los ingresos por cualquier otra causa, y más prevalentes en varones 79 niños (75,24%), que en mujeres, 26 niñas (24,76%). Las lesiones ocasionadas por accidentes han supuesto el 11,11% de todos los ingresos pediátricos en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos durante los 10 años que abarcó el estudio, repartido en dos lustros 1991/95 y 2002/06. La edad de los pacientes tuvo un pico de máxima incidencia entre 1 y 3 años. La distribución de frecuencias por meses, mayo 12,4%, setiembre 15,2%, y agosto 10,5%. Los más frecuentes fueron los traumatismos, sobre todo por tráfico 33 casos del total (31,43%), seguido de la aspiración de cuerpo extraño en la vía aérea.

Gautier y Martínez¹³⁷ en 2011, también llevaron a cabo un estudio retrospectivo. Realizando su labor en una empresa contratada por la Conserjería de Educación del Gobierno de Cantabria que proporcionaba atención médica a varios colegios de la comunidad, donde el 3,23% de los estudiantes no tuvo ningún accidente o lesión. Registraron que las lesiones más comunes fueron contusiones 42,85%, seguidas por los golpes en el 42% y las torceduras 23,45%; y sorprendentemente, los actos de agresión en el 1%. Observaron en los gimnasios el porcentaje más alto de accidentalidad; lo que demostró la incongruencia, que en el lugar donde se enseña actividad física se producen más lesiones. Son los niños entre 11 y 15 años los que tienen la tasa de accidentes más elevada y mayor cuando los niños son varones.

Las investigaciones cronobiológicas centran su interés en los ritmos circadianos, por su estabilidad y facilidad de detección; y son también los ritmos que presentan una mayor implicación en situaciones prácticas, como el ámbito clínico y el laboral-escolar⁵⁹. En el ámbito escolar, el grupo de estudio de Wolt¹³⁸ tiene como objetivo describir la

efectividad de un programa basado en la escuela destinada a la prevención en la actividad física, lesiones por caídas en niños de primaria holandeses. Lo realizó en un ensayo prospectivo de 35 escuelas primarias. Los niños que participaron asistían a las clases de los grados cuarto, quinto y sexto. Participaron en el estudio 1.539 en el grupo de intervención y 1.920 niños del grupo de control. Los niños del grupo de intervención tienen menos accidentes y un mejor conocimiento de cómo caer con seguridad que los niños del grupo de control; lo que apunta a que el paquete de la enseñanza fue eficaz.

Estos argumentos muestran la necesidad de confeccionar programas de prevención. Como señala el estudio de Gallagher sobre el programa de prevención en niños en traumatismos domésticos, el cual se llevó a cabo motivado por las cifras arrojadas en 1974 en Massachusetts, donde el 91 por ciento de los traumatismos ocurrían en niños menores de 5 años y en su domicilio¹³⁹.

Los estudios de Mitler y colaboradores¹⁴⁰, realizados sobre la etiología de los accidentes laborales en relación al ciclo sueño-vigilia sobre los traumatismos, no pueden demostrar que la respuesta humana y los errores que ocurren en todos o la mayoría de incidentes y accidentes son debidos a una disminución en el estado de alerta, a falta de atención o retardada reacción relacionada con el sueño. Sin embargo, parece ser que los accidentes graves se incrementan por la respuesta humana, no tanto por la cronobiología.

La Asociación de Sociedades Profesionales del Sueño en Catástrofes, Sueño y Políticas Públicas, después de la reunión anual de Columbus, Ohio, EE.UU., en 1986, formó un comité de científicos para revisar información relacionada con el papel del sueño humano y el reloj cerebral evaluando: hora del día, variación en la fisiología y el estado de alerta, en la aparición de errores humanos, como responsables de la aparición de patologías médicas, accidentalidad laboral, y accidentes de tráfico¹⁴⁰.

Como resultado de este estudio el Comité demostró que estos eventos están relacionados con patrones cerebrales asociados al sueño. Por tanto, parece que la aparición de una amplia gama de fenómenos catastróficos están influenciados por procesos relacionados con el sueño hasta ahora no estudiados completamente.

En las conclusiones elaboradas por el comité destaca que:

El período de 01 a 08h a.m. constituye un espacio de tiempo en el día donde se producen un mayor número de catástrofes médicas y accidentes teniendo en cuenta el

estado sueño-vigilia en la actividad laboral. Una franja secundaria de tiempo menos vulnerable se produce por la tarde desde las 14 hasta aproximadamente las 18:00 h.

Teniendo en cuenta estos resultados el Comité insta a los responsables de las políticas en los campos de trabajo, gestión y al gobierno a considerar aspectos relevantes de la fisiología del sueño que afectan al rendimiento del ser humano¹⁴⁰.

1.6.2.9. Cronodisrupción y Cáncer.

En oncología, uno de los primeros signos de malignidad celular, es la pérdida de la variación diaria en las mitosis¹⁰¹.

Algunos estudios muestran que el deterioro del ritmo circadiano de actividad-reposo en modelos de roedores acelera el crecimiento tumoral, mientras que la restauración de la función circadiana normal aumenta los beneficios de la quimioterapia.

En humanos, lo poco que se sabe confirma los datos preclínicos que relacionan la función circadiana alterada con la progresión tumoral acelerada. En 1985 Hrushesky documentó por primera vez la existencia de patrones anormales circadianos en pacientes con cáncer¹⁴¹. Hrushesky¹⁴² estudió el efecto de la quimioterapia del cáncer en 31 pacientes con cáncer de ovario avanzado. Los pacientes se dividieron en 2 grupos, y se les administraron dos drogas con intervalos de 12 h, adriamicina y cisplatino. Los resultados muestran que el grupo que recibió adriamicina por la noche y cisplatino por la mañana tuvo complicaciones del tratamiento cerca de dos veces más frecuentes que en el grupo que recibió adriamicina por la mañana y cisplatino por la noche. Estos resultados arrojan la importancia de la etapa circadiana relacionada al tratamiento. Sin embargo, han sido los trabajos de Lévi los que más información han aportado en este sentido. Así, este grupo ha mostrado que la existencia de un ritmo circadiano atenuado de cortisol en pacientes con cáncer metastásico de mama es un indicador independiente de su supervivencia¹⁴¹. Además, Levi¹⁴³ y colaboradores observaron que el tiempo circadiano puede modificar de 2 a 10 veces la tolerabilidad de medicamentos contra el cáncer, y la mejoría de la eficacia también se ve cuando los medicamentos se administran cerca de sus respectivos tiempos de mejor tolerabilidad, debido a un pobre arrastre circadiano del tumor y al arrastre circadiano persistente de los tejidos sanos.

Esta afirmación también la observaron Lis¹⁴⁴ et al, este grupo refiere que a pesar de las muchas innovaciones que se han producido en el tratamiento del cáncer, la mortalidad específica por edad para la mayoría de los tumores de adultos se ha mantenido estable

durante los últimos treinta años. Ahora hay cada vez más pruebas que sugieren que la administración de agentes citotóxicos, en la fase circadiana adecuada, puede aumentar significativamente el índice terapéutico de los tratamientos actuales contra el cáncer.

Los individuos sometidos a situaciones cronodisruptoras, tales como la exposición a luz nocturna brillante y los turnos rotatorios, tienen un 50% más de riesgo de desarrollar cáncer de colon que aquellos que trabajan sólo durante el día¹⁴¹.

Del mismo modo, existen estudios epidemiológicos que relacionan el jet lag crónico en tripulaciones de vuelos transmeridianos con el mayor riesgo de aparición (entre un 40 y un 70% más) de cáncer de mama en mujeres y próstata en hombres¹⁴¹.

La cronoterapia en las neoplasias parece mejorar la tolerancia y disminuir los efectos secundarios. Por ejemplo, el 5- fluorouracilo se tolera mejor durante la fase de actividad y la doxorubicina es menos tóxica administrada por la mañana. En la práctica, la cronoterapia del cáncer parece mejorar la tolerabilidad y la eficacia de la medicación a corto plazo, sin que se haya demostrado si ocurre igual a largo plazo. Como la cronoterapia no aumenta la supervivencia y el método es costoso⁹².

Se ha demostrado que las alteraciones del ritmo circadiano constituyen un factor de riesgo para el desarrollo de diversas patologías entre las que se encuentra el cáncer, esto sugiere que la integridad del ritmo circadiano constituye un aspecto importante para la salud. También, se ha determinado que los defectos en la expresión de ciertos genes reloj, como los genes *Per*, resultan en deficiencias en el control del ciclo celular y en la respuesta de daño al ADN, así como en el desarrollo de tumores en roedores. Es decir, el reloj circadiano no sólo organiza varios procesos biológicos y conductuales, sino también desempeña un papel fundamental en la fisiología celular. Sin embargo, son necesarios más estudios para esclarecer la participación del reloj circadiano en la proliferación celular, apoptosis y mecanismos de transformación maligna¹⁴⁵. Hay evidencia de diferencias farmacocinéticas de los agentes citotóxicos en función del tiempo de administración¹³. Estas investigaciones serán de gran importancia ya que permitirán generar conocimientos valiosos para el desarrollo de nuevas opciones terapéuticas contra el cáncer¹⁴⁵.

1.6.2.10. Cronobiología y Envejecimiento.

El sistema circadiano, se ve afectado por los procesos de envejecimiento, con una pérdida en general de la robustez de los ritmos, pérdidas de amplitud y aumento de la

fragmentación; por lo que alteraciones en el funcionamiento de éste aceleran los procesos de envejecimiento⁸. Del mismo modo, otros autores proponen que la relación existente entre el sistema circadiano y el envejecimiento es bidireccional, ya que no solamente el sistema circadiano muestra síntomas de envejecimiento sino que, también, se considera la posibilidad de que la alteración primaria del sistema circadiano puede ser causa del propio envejecimiento del organismo. Por lo tanto, un buen estado funcional es un factor que influye en la calidad y cantidad de vida, como se ha puesto de manifiesto en los estudios de Angeles–Castellanos y colaboradores¹⁴⁶.

1.6.2.11. Cronopatología.

En algunas circunstancias es inevitable el desfase de algunos ritmos (turnos de trabajo nocturnos, viajes transmeridianos), lo que produce síntomas como apatía, cansancio, insomnio, problemas digestivos, entre otros. Sin embargo, más que un problema horario en sí mismo, es un problema en la resincronización de los ritmos biológicos afectados.

Las alteraciones en la maquinaria cronobiológica, se pueden generar por el desorden en la sincronización interna y externa. En la interna existe una correcta relación entre los ritmos del propio organismo, como entre éstos y el ciclo ambiental; éste orden temporal interno permite el buen funcionamiento del cuerpo y desde el punto de vista cronobiológico, el estado de normalidad (salud). Por el contrario, en la desincronización interna existe un desacoplamiento del organismo con su propio reloj interno, con la consiguiente pérdida del estado de bienestar¹⁴⁷.

Se desarrolla con mayor frecuencia en trabajadores nocturnos o en pacientes con enfermedades crónico degenerativas como la diabetes, la hipertensión y el cáncer^{77,79}. En el caso de la desincronización externa, hay una pérdida de coherencia entre las fluctuaciones del medio externo y las oscilaciones generadas por el reloj biológico, tal es el caso del denominado Jet-Lag¹⁴⁸⁻¹⁴⁹ y al igual que en la alteración interna, en el caso de trabajadores con turnos nocturnos⁶⁷⁻¹⁵⁰. Del mismo modo, las personas que cambian su jornada laboral diurna a nocturna padecen trastornos que propician enfermedades (discronismo) al estar el cuerpo sometido a una tensión continua en un intento de adaptarse al cambio. El deterioro de la salud física se manifiesta, en primer lugar, por alteración de los hábitos alimentarios y trastornos del sueño, y más a largo plazo, por alteraciones cardiovasculares y neuropsíquicas. Otro tipo de problemas de salud, que se han descrito en relación con la supresión de la secreción fisiológica de melatonina durante la noche, son el envejecimiento prematuro, el riesgo de padecer cáncer

colorectal o de mama y la disminución de la fecundidad en las mujeres. Para recuperarse de la fatiga diaria es necesario dormir una media de 7 h, de manera que puedan darse todas las fases del sueño, facilitándose así la recuperación física y psíquica. En los trabajadores con trabajo nocturno, esto no es posible porque se estima que un trabajador nocturno duerme entre una y 2 horas menos que un trabajador diurno a causa de la mayor dificultad para dormir de día (luz, ruido, temperatura)¹⁵¹.

La afectación en la sincronización de los ritmos biológicos y el contexto ambiental puede darse también por circunstancias y lugares donde la cronobiología normal enfrenta adversidades, tal es el caso de un servicio hospitalario de terapia intensiva, en donde las luces permanecen encendidas las 24 horas del día y donde las necesarias interrupciones en el cuarto de los enfermos, se dan constantemente; la remisión de algunas situaciones clínicas, en consecuencia, puede ser más difícil que en ambientes cronobiológicamente más normales. Los signos y síntomas de muchas enfermedades varían a lo largo del ciclo diario, ante esta realidad los criterios diagnósticos y los resultados de análisis clínicos pueden verse profundamente afectados por la hora del día en que son realizados, lo que sin lugar a dudas afectaría la posterior interpretación¹⁵².

Como complemento de lo anterior podemos citar el caso de variables como la temperatura corporal, la tensión arterial o el pulso. Al respecto podemos decir que si estas funciones son evaluadas en forma aislada o única, los registros no podrían considerarse representativos de la fisiología corporal, ya que como sabemos las variaciones horarias o de situación de estas funciones, por demás normales, son más la regla que la excepción⁶⁷.

Un ejemplo más que ilustra el fenómeno de la ritmicidad biológica es el caso del asma y la medición del flujo respiratorio; al respecto es sabido que este flujo es óptimo en la tarde en comparación con horarios matutinos. Si las pruebas se realizan en horarios vespertinos, el médico tratante puede pensar erróneamente que el paciente responde al tratamiento, mientras que las pruebas matutinas darían otro tipo de resultados y por ende de apreciación¹²⁰.

Estos ejemplos constituyen lo que se ha dado por llamar “cronodiagnóstico”. Si bien, estas consideraciones son ya de aplicación cotidiana en la práctica médica, se espera que en el futuro inmediato su consideración sea más sistemática y estructurada¹.

1.6.3. Conclusiones y Perspectivas sobre Cronobiología Médica.

La Cronobiología clínica es compleja y especulativa; y debe contar solo con el interés del facultativo por esta materia, para ponerla en marcha⁹².

La Cronobiología, Cronofarmacología y Cronopatología permiten al clínico prescribir medicamentos en los momentos y dosis adecuadas para no perturbar las funciones fisiológicas del enfermo, incluidos sus ritmos biológicos; y restaurar la estructura temporal mediante la normalización de los ritmos biológicos perdidos¹⁰¹.

La cronobiología se ha establecido como una disciplina científica, que comienza a dar explicación a fenómenos fisiopatológicos desde un punto de vista del orden temporal que sólo se habían abordado de manera descriptiva y anecdótica, dando sustento a esquemas no sólo terapéuticos sino también diagnósticos. Desde el punto de vista clínico existen algunas especialidades que ya identifican un componente cronobiológico, tanto en el diagnóstico como en el tratamiento de algunas patologías. Se habla ya de la «cronocardiología», «cronopsiquiatría» o «cronooncología», disciplinas que se añaden a las ya establecidas «cronofisiología» y «cronofarmacología», y esperemos que muy pronto se pueda hablar de la «cronomedicina».

La cronobiología de esta forma proporciona nuevas herramientas de análisis y de tratamiento en trastornos del sueño, y contribuye de forma especial en el conocimiento de trastornos psiquiátricos, como la depresión estacional.

En este momento y en varios lugares del mundo, están realizándose estudios cronobiológicos de enfermedades crónico degenerativas estudiando la desincronización interna como parte de la patogenia de algunas enfermedades como la obesidad y el síndrome metabólico. Igualmente son de interés las modificaciones rítmicas circadianas en la biología del desarrollo, es decir los cambios que suceden desde la infancia hasta la edad adulta, y los trastornos de la ritmicidad que se presentan con la vejez^{153,154}.

Para poder alargar y mejorar la calidad de la vida en las personas adultas, desde el punto de vista cronobiológico y cronoterapéutico, se pueden establecer recomendaciones básicas para mantener sano y funcional al sistema circadiano, puesto que reparar directamente la maquinaria del reloj es más complicado y no se dispone aún de las herramientas terapéuticas adecuadas. Entre las recomendaciones se señalan: exposición a la luz brillante durante el día y completa oscuridad durante la noche; ejercicio físico; horario regular de alimentación; consumo de melatonina en algunos casos¹⁴⁶.

La industria farmacéutica empieza a diseñar fármacos basados en la cronobiología para liberarse en horas específicas del ciclo circadiano; así vemos las tabletas multicapa, que permiten su liberación modulada, por ejemplo: rápida en la porción proximal del intestino delgado, y lenta en su porción distal, combinando estas técnicas se pretende diseñar un sistema de liberación programada por pulsos. Las bombas de infusión son en la actualidad el método más eficaz para la liberación de uno o varios medicamentos. Un método alternativo para conseguir una liberación pulsátil de un fármaco, implica el uso de la microtecnología. Los microchips podrían constituir en el futuro la herramienta necesaria para la obtención de sistemas cronofarmacocinéticos eficaces^{153,154}.

El manejo cronobiológico de pacientes aún presenta diversos problemas logísticos y metodológicos, sobre todo que no se cuenta con unidades como los dispositivos adecuados para el monitoreo continuo de las variables fisiológicas; por otro lado la atención cronobiológica de pacientes implica un seguimiento continuo y en muchos casos ambulatorio acompañado de altos costos. Desafortunadamente, los resultados que ofrece la cronobiología médica no son inmediatos ni espectaculares como acostumbramos observar con algunos tratamientos médico-quirúrgicos. Sin embargo, la cronobiología propone un mejor entendimiento y manipulación de la fisiología, utilizando sus variaciones circadianas como parte del tratamiento. Una forma de lograr un mejor avance de la cronobiología médica será incluir un cambio en la enseñanza y formación de los futuros médicos, incluyendo conceptos de ritmos biológicos y cronoterapia, que sin duda repercutirá en un mejor conocimiento de la fisiología y en mayor eficacia para la prevención de enfermedades y tratamiento de patologías¹⁹.

1.7. Archipiélago Canario.

1.7.1. Generalidades

- Número y nombres.

El Archipiélago Canario está formado por siete islas, que de Este a Oeste son: Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro. Además de seis islotes: Alegranza, Graciosa, Montaña Clara, Roque del Este, Roque del Oeste e Isla de Lobos¹⁵⁵.

- Situación.

Se encuentra el Archipiélago al Noroeste del Continente Africano, entre las latitudes 27° 37' y 29°25' Norte (situación subtropical) y las longitudes 13°20' y 18°10' al Oeste de

Greenwich. Ello implica una hora de retraso respecto a la Península Ibérica, al tener la diferencia de un huso horario o lo que es lo mismo 15 grados. Canarias está a unos 1.000 km. de la costa peninsular más próxima. En cuanto a la Costa Africana, la distancia menor es de unos 100 km. y la mayor de 500 km¹⁵⁵.

- Extensión.

La superficie total del Archipiélago, según datos del Instituto Geográfico y Nacional, es de 7.446 km². Por islas es como sigue:

Tenerife 2.034,21 km²

Fuerteventura 1.659,71 km²

Gran Canaria 1.560,10 km²

Lanzarote 845,90 km²

La Palma 708,26 km²

La Gomera 369,74 km²

El Hierro 268,70 km²

El Islote de Lobos está incluido en Fuerteventura y los otros, en Lanzarote¹⁵⁵.

- Clima.

Por su situación subtropical, por la influencia de los vientos alisios, por su enclave marítimo, Canarias posee, el mejor clima, siendo muy suaves los contrastes entre estaciones o entre el día y la noche en las franjas costeras. Las precipitaciones están en relación con la altitud de las islas y con la orientación de las zonas, siendo las más secas Lanzarote y Fuerteventura, por ser llanas, y las zonas meridionales, por no poderse beneficiar tampoco de la humedad del alisio. La falta de lluvia es decisiva para la agricultura, por lo que el agua constituye uno de los primeros problemas que tiene Canarias¹⁵⁵.

1.7.2. Fisiografía.

- Descripción general.

La distancia entre Fuerteventura y Lanzarote es tan solo de unos 15 km. Las costas africanas están muy cerca, de Fuerteventura al Continente Africano hay unos 100 km. Distancia semejante a la que hay de Fuerteventura a Gran Canaria. Esta última isla aparece ocupando el centro del Archipiélago, teniendo, a Fuerteventura y Lanzarote, en Oriente; y a Tenerife y las islas contiguas, en Occidente. A más de ochenta kilómetros

de Gran Canaria se alza Tenerife, la isla más extensa y más alta, coronada por el Teide nevado, y que con las islas de La Gomera, La Palma y El Hierro, constituye el grupo occidental. La Gomera ocupa el centro de este grupo, teniendo hacia el Este, a solo unos 30 km., a Tenerife; al NO, a La Palma, la isla verde en forma de corazón; y al SO, El Hierro, la isla más pequeña. La distancia que separa a La Palma y El Hierro de La Gomera, es aproximadamente la misma, unos 65 km¹⁵⁵.

- Origen y formación del Archipiélago.

La teoría más moderna y admitida por todos para explicar la formación de las islas, es que las éstas son producto de las intermitentes erupciones volcánicas que han ascendido desde las grietas del fondo oceánico, después que se originó la expansión del Océano Atlántico. No sólo nacen las islas a causa de los materiales efusivos, sino que se van configurando y aumentando de altitud y extensión a causa de la actividad volcánica. Las primeras erupciones se suponen de la Era Terciaria, mientras que las últimas son relativamente recientes (Teneguía, La Palma, 1971). La mayor parte de las islas se caracterizan, a pesar de su reducido tamaño, por presentar elevadas altitudes que culminan en su centro (excepto Lanzarote y Fuerteventura, que son más llanas) desde donde desciende una red de barrancos. Las costas también son muy acantiladas, abundando más las playas en las islas orientales. En general, el terreno es muy abrupto¹⁵⁵.

Se sabe que:

- En Fuerteventura, La Gomera y La Palma existen las rocas más antiguas, anteriores al Mioceno (penúltimo periodo del Terciario), son rocas granudas básicas, recubiertas luego por posteriores productos volcánicos.
- A comienzos del Mioceno, en el fondo oceánico, se producen erupciones que forman grandes masas basálticas que dieron lugar a la edificación de las islas.
- Desde entonces, cada isla tiene su historia geológica propia.
- La actividad volcánica no ha cesado desde el Cuaternario hasta la década de los setenta (Teneguía, 1971). Esto influye en el aumento de volumen e incluso en la altura sobre el nivel del mar.
- Hay que aclarar que, en los momentos de calma, la actividad erosiva es otro factor determinante de la configuración de las islas¹⁵⁵.

- Altitudes terrestres y profundas marinas.

Las islas surgen de las profundidades marinas como agudas montañas aisladas unas de otras. En la medida en que nos alejamos del Continente Africano crece, en general, la altitud de las islas en especial las de mayor extensión.

En cuanto a las profundidades marinas, hay que decir que Lanzarote y Fuerteventura se encuentran en una misma plataforma muy amplia, teniendo que alejarse para alcanzar profundidades importantes. Mientras que en las otras islas, la plataforma que las rodea es reducida, pero alcanza profundidades superiores a los 3.000 metros, a solo 30 o 40 km. de la costa. Si se piensa en la altitud que tiene Tenerife y en la profundidad de donde arranca, se puede ver como una montaña que emerge a más de 7.000 metros¹⁵⁵.

- Características del relieve.

El perfil de las islas es muy variado. Sin embargo, todas presentan, a excepción de Lanzarote y Fuerteventura, unas cumbres centrales dominantes (Pozo de las Nieves, Teide, Roque de los Muchachos, Malpaso) desde donde se descuelgan unas laderas de exageradas pendientes, acompañadas de profundos barrancos, hasta llegar al mar.

Estas altas pendientes ocasionan costas acantiladas de gran altura, con la acción erosiva del mar. Las únicas excepciones son Lanzarote y Fuerteventura, así como las costas sudorientales de Gran Canaria, donde se encuentran grandes extensiones arenosas y, en algunos casos, formando dunas.

Pero las costas de las islas, en general, y sobre todo en el Norte, presentan grandes paredones de acantilados que llegan a alcanzar hasta 1.000 metros, como el de Faneque y Anden Verde en Gran Canaria. Son destacados también, sobrepasando los 600 y 800 metros, los de Famara en Lanzarote, los de Jandia en Fuerteventura, los de América en La Gomera, los de Teno y Anaga en Tenerife¹⁵².

- Rasgos Volcánicos.

Estas islas configuradas fundamentalmente por acciones eruptivas, ostentan muchas señales de tipo volcánico en sus paisajes, tales como:

- Conos volcánicos, característicos en todas las islas, especialmente, en Lanzarote y en El Hierro. La primera, la llaman la Isla de los 300 volcanes. Durante los siglos XVIII y XIX cambiaron la faz de la isla, sepultando más de once pueblos. El Hierro tiene más de 200 conos, casi uno por km². La parte Sur de La Palma esta también profundamente recubierta por volcanes y es la isla que presenta las últimas manifestaciones de actividad

volcánica. En cambio, La Gomera es la única isla del Archipiélago que no ha sido afectada por erupciones recientes.

- Las calderas, que son grandes depresiones bordeadas de forma casi circular por paredes montañosas, constituyen otro rasgo típico. Las mayores son: la de Taburiente, en La Palma, con 30 km² de extensión y más de 1.500 m. de profundidad; y la de Las Cañadas, en Tenerife, con 125 km² de extensión y 300 m. de profundidad. En el centro de Las Cañadas se eleva el volcán Teide. También es famosa la Caldera de Bandama, en Gran Canaria.

- Los «malpaíses», son terrenos pedregosos de color negruzco o pardo formados por lava reciente. Uno de los más impresionantes es el de la Montaña del Fuego, en Lanzarote, que ocupa una superficie de unos 200 km². Todo este paisaje volcánico contrasta muchas veces con las casas blancas y con los campos verdes conseguidos por el agricultor, fruto del sudor de muchas generaciones¹⁵⁵.

1.7.3. Climatología.

El clima es quizá de los factores naturales el de mayor importancia, porque de las temperaturas y precipitaciones depende la vida en la isla¹⁵⁶.

• Elementos Climatológicos.

Los elementos esenciales que caracterizan al clima son: la temperatura (aire frío-cálido), la humedad (aire seco-húmedo) y la presión atmosférica (aire pesado-ligero). Como consecuencia de todo esto hay que considerar el régimen de vientos y las precipitaciones. La temperatura depende de la radiación solar sobre la superficie terrestre.

La humedad depende de la cantidad de vapor de agua que se encuentra mezclado con el aire de la atmósfera, a causa de la evaporación de los ríos y mares. La presión depende del peso del aire sobre un punto cualquiera de la superficie.

Se pueden diferenciar cuatro tipos de vientos:

- Vientos constantes, como los alisios, que soplan durante todo el año desde las altas presiones subtropicales (paralelo 30° de los dos hemisferios) hacia el Ecuador, que es una zona de bajas presiones.

- Vientos periódicos, como las brisas producidas entre el mar y la tierra o entre el valle y la montaña. La brisa va en dirección del mar a la tierra cuando la tierra se halla más caliente que el mar. Cuando el aire de la tierra se calienta y sube, su lugar es ocupado por el aire más frío y denso procedente de la zona marítima. Este hecho ocurre durante

el día, en cambio, durante la noche, al estar el mar más caliente que la tierra, la masa de aire del mar sube, y se ve desplazado por un aire más frío y denso, procedente de la zona terrestre. Otros vientos periódicos son los monzones. Estos vientos van desde el océano al continente en las estaciones calurosas (primavera-verano), y de la tierra al mar, en las estaciones frías (otoño-invierno).

- Vientos locales. Son aquellos que aunque no son periódicos, afectan a las mismas regiones.

- Vientos irregulares, que no presentan regularidad alguna y se les considera como perturbaciones de la atmósfera¹⁵⁵.

- Condiciones del clima canario.

El clima de una determinada región sea más seco o más húmedo, más frío o más cálido, depende de distintos factores geográficos, como la latitud, el relieve y el entorno geográfico.

- Latitud.

La latitud influye en el clima, puesto que la proximidad o distancia del Ecuador determina la mayor o menor temperatura. En este sentido, al estar el Archipiélago situado entre 28° a 29° N del Ecuador y, por tanto, próximo al trópico de Cáncer (este empieza a los 23° 27'), es por lo que las Islas deberían ser más calurosas. Pero la influencia de los vientos alisios impiden las altas temperaturas. Estos parten, aproximadamente, desde el paralelo 30°, hacia el Ecuador, atravesando las Islas y reportándoles gran beneficio con la humedad y la uniformidad de temperatura que proporcionan.

- Vientos Alisios.

Debido a su situación latitudinal y a la proximidad del anticiclón de las Azores, las Islas se ven afectadas, durante casi todo el año, por los vientos alisios. Estos vientos están originados como consecuencia de la diferencia de presión entre dos zonas. Por una parte, una zona de altas presiones, situada al Norte, en torno al paralelo 30°, correspondiente al anticiclón de las Azores. Y por otra, las zonas de bajas presiones ecuatoriales, situada al Sur del Archipiélago.

Estos vientos presentan en Canarias dos componentes: Vientos Alisios Inferiores, frescos y húmedos, procedentes del NE y N, que actúan entre el nivel del mar y los 1.500 m aproximadamente; y Vientos Alisios Superiores, procedentes del NO, cálidos y secos, que soplan por encima de los 1.500 m.

- Fenómeno de inversión térmica.

Las diferencias de temperatura y humedad, entre estos dos tipos de alisios, provocan la llamada inversión térmica. Esto significa que no siempre a mayor altitud hay más frío o más humedad. Así, se registran temperaturas más altas y aire más seco hacia los 2.000 metros (por encima de la zona de inversión, donde actúan los vientos alisios superiores) que hacia los 800 metros (por debajo de la zona de inversión, donde actúan los vientos alisios inferiores).

- Mar de nubes.

Los vientos alisios inferiores, fríos y secos en su origen, se van cargando de humedad en su desplazamiento hacia el Sur, al discurrir sobre la superficie del océano, al tiempo que aumenta su temperatura. Al chocar contra las fachadas del norte de las islas, los alisios inferiores inician su ascenso por las laderas. Al subir, se condensan y aumentan su humedad relativa.

La circulación de los vientos alisios superiores, secos y "más ligeros", impiden dicho ascenso a partir, aproximadamente, de los 1.500 m. Esto provoca una condensación mayor, dando lugar a la formación del conocido "mar de nubes", tan típico de la vertiente norte de las islas. En función del aumento de la humedad relativa y la velocidad del aire, son frecuentes los fenómenos de condensación o precipitaciones horizontales que provocan lluvias locales significativas, con valores que pueden superar los 300 ml anuales¹⁵⁵.

1.7.4. Hidrografía.

El agua es un recurso fundamental para la vida en los ecosistemas terrestres. Para cumplir esa función debe estar accesible para los seres vivos durante un periodo de tiempo suficiente que les permita culminar sus ciclos biológicos¹⁵⁷.

Se han multiplicado los recursos hidráulicos obtenidos por medios no convencionales, plantas de depuración y desalación. Los recursos hidráulicos naturales de una región se hallan dividiendo el volumen de agua superficial, subterránea, depurada y desalada aprovechable, durante un determinado periodo de tiempo entre el número de habitantes.

A esta escasez hay que añadirle lo costoso que resulta en Canarias el aprovechamiento del agua, debido, entre otras circunstancias, a la profundidad de los acuíferos, a la ausencia de corrientes fluviales permanentes y al difícil represamiento de las aguas de los barrancos¹⁵⁵.

- Pluviometría.

La realidad hidráulica en Canarias está altamente ligada a la ausencia de lluvias. La media anual de lluvia para todo el Archipiélago es de unos 324 mm. Para entender mejor lo que esto significa, podemos compararlo con otras zonas del mundo, así vemos que:

Zona ecuatorial, más de 2.000 ml.

Zona tropical, de 500 a 2.000 ml.

Zona templada, de 500 a 1.000 ml.

Zonas desérticas y polares, menos de 250 ml.

Estos datos nos indican que la situación de Canarias, en este sentido, está entre la pluviosidad propia de la zona desértica y la de la zona templada¹⁵⁵.

Las islas más húmedas son las occidentales y, entre éstas, es La Palma, la isla verde, la más húmeda, con índices similares a la media de la Península Ibérica, mientras que Lanzarote y Fuerteventura, están a nivel de desierto. En la mayoría de las islas, el Norte es más húmedo que el Sur. La razón de estas diferencias está en la altitud y en la orientación, pues los vientos alisios procedentes del NE arrastran humedad, en forma de niebla o nubes, que se va deteniendo en las zonas medias (entre 500 y 1.500 m). Así tenemos que Fuerteventura y Lanzarote, por carecer de importantes altitudes, no se aprovechan de tal beneficio. La Gomera y El Hierro llegan a alcanzar la zona de nubes. Tenerife, La Palma y Gran Canaria se aprovechan y sobrepasan esta formación de nubes (más de los 1.500 m), donde el aire es generalmente seco. La vertiente Norte es la que recibe, entre 500 y 1.500 m, la influencia húmeda del alisio procedente del NE. No así, la vertiente Sur. Tan solo la zona alta puede recibir precipitaciones durante los temporales del Sur, pero no existe un nivel intermedio de nubes, como ocurre en el Norte¹⁵⁵.

- El suelo y el agua.

Junto a las deficientes lluvias, el suelo es otro de los elementos que marcan diferencias en el mapa hidrológico de las islas. Las islas presentan, en su base, los denominados complejos basales, muy impermeables, formados por rocas plutónicas. Encima, se encuentran los basaltos antiguos, que están formados por productos volcánicos basálticos. Entre estas dos capas se instalan los principales acuíferos. La última capa, distinta en cada isla, es de poco espesor y, en general, es altamente permeable, permitiendo así la infiltración.

Al ser alta la permeabilidad de las capas superiores, una parte importante del agua que no se evapora, se filtra en la tierra, haciendo muy difícil la presencia de corrientes fluviales permanentes. Este agua que se filtra, sigue su descenso hasta llegar a una zona impermeable, por debajo de los basaltos antiguos, al encontrarse con el complejo basal, que es impermeable¹⁵⁵.

- Diferencias entre Islas.

- Tenerife, es una isla de grandes dimensiones, con lluvias apreciables. Acumula importantes reservas de aguas subterráneas, debido a las lluvias y a la alta permeabilidad en las capas subterráneas con gran espacio interior para almacenar agua. Esto hace que el agua no se haga presente, con tanta frecuencia, en la superficie.

- Gran Canaria y La Palma presentaron en el pasado, en mayor proporción que Tenerife, manantiales naturales. La Palma, entre otras razones, por presentar lluvias más intensas. Gran Canaria, porque deja escapar poca agua infiltrada, al ser más impermeable en zonas subterráneas que Tenerife, y rozar los acuíferos la superficie. Sin embargo, la fuerte explotación en Gran Canaria, ha hecho desaparecer sus manantiales. Actualmente, La Palma presenta importantes reservas subterráneas.

- La Gomera muestra una envidiable situación hidrológica, al poseer un acuífero basal aun sin explotar, al tiempo que pueden hallarse en la isla relevantes manantiales. Esta isla combina unas lluvias apreciables y un complejo basal altamente impermeable.

- El Hierro, a pesar de ser relativamente húmeda, no cuenta con reservas acuíferas importantes, tanto por su tamaño, como por la permeabilidad del terreno basal.

- Fuerteventura y Lanzarote, con lluvias muy escasas, no presentan importantes reservas de agua subterráneas¹⁵⁵.

1.8. Isla de Lanzarote.

1.8.1. Clima.

Lanzarote es la isla más baja con 671 metros en su punto más alto, las Peñas de Chache, situado en el macizo antiguo de Famara. Esta poca altura es determinante de la aridez, la escasez de precipitaciones se relaciona con la ineficacia del relieve de la isla para provocar precipitaciones horizontales, hechos que son comunes en el resto de las Islas Canarias por su mayor altitud¹⁵⁸.

Los diferentes regímenes meteorológicos que se suceden sobre el Archipiélago Canario por lo general lo afecta completamente, aunque los efectos sean distintos según la zona

(isla o parte de ella) a considerar. La latitud y longitud que determinan su posición al E del océano Atlántico deja a Canarias al borde oriental de las altas presiones subtropicales centradas en forma casi permanente en las proximidades de las Azores¹⁵⁹.

El clima es suave todo el tiempo que transcurre entre enero y julio aunque roza la zona fresca en marzo, cuando la temperatura aún es relativamente baja y surge con fuerza el alisio.

La diferencia de las temperaturas medias entre el mes más cálido (agosto, 24.3°C) y el mes más frío (enero, 17.1°C.) es de 7.2°C, lo que clasifica el clima como regular, ya que así se suelen determinar los climas cuya diferencia de temperaturas entre los meses extremos es inferior a 10°C a diferencia de aquellos cuya diferencia es entre 10 y 20°C (climas moderados) y aquellos que rebasan los 20°C (extremados).

Hay dos zonas: la más árida o desértica que comprendería la franja litoral desde casi el N de la isla incluida La Graciosa e islotes, hasta el SO de la misma (por el S) incorporando áreas cuya altitud varía gradualmente desde unos 100 m (hacia el N) hasta casi 200 m (hacia el S). Por el Oeste una lengua desértica se encuentra desde las inmediaciones del Risco de Famara en dirección al centro de la isla abriéndose paso entre Teguise y Mozaga por la vertiente oriental.

Las Vegas corresponde a la zona menos árida, con clima seco de estepa y fresco, unos metros más abajo (en altitud), la temperatura media será de por lo menos 18°C y el clima cambia a seco, estepa y cálido caso de Masdache o La Geria, o bien seco, desierto y fresco, manteniendo un nivel térmico inferior a 18°C con reducidas precipitaciones. Análogos resultados se obtienen para áreas de Haría y Ye, y los obtenidos para Femés, Guinate o San Bartolomé que el clima es seco, de desierto y fresco, al ser la temperatura media inferior a 18°C.

La mayor parte de la isla posee un clima desierto y cálido. En unas reducidas zonas más frescas y lluviosas, al N y centro sur, coincidiendo con áreas de relieve y máximos de pluviosidad se obtiene el clima seco, de estepa y fresco.

Como resumen, en cotas superiores a unos 350-400 m al N y centro de la isla y posiblemente a partir de 400-450 al S, se obtiene un clima seco, de estepa y fresco. Por debajo de esas zonas tendremos o bien clima seco, de estepa y cálido, o seco de desierto y frío dependiendo de cómo sea el aumento de la temperatura y el descenso de las precipitaciones, lo cual puede estar condicionado por la orientación y la inclinación. De todas maneras, desde unos 200-250 metros hacia abajo se obtiene con seguridad el clima dominante, que es seco, de desierto y cálido.

El clima de Lanzarote, se puede clasificar como regular; entre suave y caliente dependiendo del mes y del lugar; árido de carácter oceánico; y entre estepa y desierto dependiendo igualmente de la comarca. De tal manera, que lo podemos fragmentar en cuatro subzonas: estepa fresco, estepa cálida, desierto fresco y desierto cálido, ésta última predominante y las otras tres de bastante mayor extensión¹⁵⁹.

1.8.2. Temperatura.

Los valores de la temperatura del aire en Lanzarote se caracterizan por su gran homogeneidad espacial y temporal. Sin embargo, factores como el relieve, la orientación y la mayor o menor lejanía del mar, introducen pequeñas variaciones.

La temperatura media anual oscila entre 18,3°C registrados en el centro de la isla, Tías-Las Vegas; y 21,0°C en el punto más meridional de la misma, Yaiza-Playa Blanca. Esa escasa diferencia termométrica es debida, en el caso del máximo valor, a la localización en la vertiente que recibe más insolación, la sur o solana. El valor más bajo de la isla se registra en una estación que se ubica en la zona centro, algo retirada del mar y a una altitud de 370 metros, donde el gradiente térmico vertical y la menor acción termorreguladora del mar son los factores que propician este menor valor. Tomando como referencia la estación situada en la isla de La Graciosa, podemos afirmar que el sector norte es ligeramente más fresco que el sur¹⁶⁰.

Los valores medios de las temperaturas máximas diarias muestran los registros más elevados en el mes de verano (agosto), con valores que oscilan entre 25,6°C de La Graciosa y 28,2°C del aeropuerto. En la estación de Teguisse, a diferencia del resto, ese máximo termométrico, también de 28,2°C, se adelanta al mes de julio, quizás debido a su localización en el interior de la isla.

Por el contrario, la temperatura media de las mínimas, concentra sus valores más bajos en invierno (enero y febrero) con valores que oscilan entre 10,1°C en Masdache y en Yaiza-Playa Blanca 15,9°C. Nuevamente son la altitud, en el caso de Masdache, y la situación meridional en el caso de Yaiza-Playa Blanca, las que condicionan estos valores.

La amplitud térmica diaria varía entre 6,0°C en agosto de Yaiza-Playa Blanca y 9,6°C en febrero en Masdache. Estas diferencias extremas no se detectan en el resto de las estaciones, donde los valores oscilan entre 8,1°C y 8,9°C.

La presencia del mar, en el caso concreto de Yaiza-Playa Blanca, ejerce un efecto termorregulador que hace que los valores sean más homogéneos a lo largo del año, cosa

que no sucede en el interior de la isla y a 320 metros de altitud, donde ese efecto marino disminuye¹⁶⁰.

Los valores extremos absolutos nos permiten conocer el margen de variación de la temperatura que se va registrado en la isla. La causa de estos valores tan elevados es la invasión de masas de aire tropical continental que, procedentes de África, introducen en nuestro archipiélago las características habituales de la atmósfera norteafricana. Pero esa masa de aire sumamente cálida y seca no afecta por igual a todos los puntos de la isla de Lanzarote. Por ejemplo, la estación de Yaiza-Playa Blanca se encuentra en una posición de abrigo aerológico tras la Punta de Papagayo, que frena y desvía el viento de componente suroriental que acompaña a este tipo de tiempo¹⁶⁰.

A lo largo del año el mes más cálido es agosto y el más frío es enero. Sin embargo, en la estación situada en la isla de La Graciosa el mínimo se retrasa a febrero. Los máximos de agosto se deben, entre otras razones, a la mayor frecuencia en ese mes de las invasiones de aire sahariano que provoca el ascenso de las temperaturas medias mensuales, mientras que los mínimos de enero y febrero se deben al retraso en el enfriamiento de las aguas oceánicas. La amplitud térmica media no es muy acusada, con valores que oscilan entre 5°C en las costas del sur, y 7,7°C de Masdache en el interior¹⁶⁰.

En el ciclo anual de las temperaturas, el máximo se registra en el mes de agosto en todos los puntos de la isla y el mínimo en enero. Hay un aumento térmico lento entre el invierno y el verano y un descenso notablemente más brusco entre esta última estación y el invierno. También se aprecian los pequeños contrastes térmicos que existen entre los distintos puntos de la isla, marcados por la altitud y la lejanía del mar. Las estaciones situadas a mayor altitud y en el interior de la isla, son las que presentan un régimen térmico con temperaturas más moderadas como Masdache y Teguisse, frente a las que se ubican en la costa oriental y meridional Yaiza-Playa Blanca y el aeropuerto.

Los regímenes térmicos anuales permiten comprobar la moderada variación anual de las temperaturas medias, que tiene su razón de ser por la escasa variación anual de los valores de insolación impuestos por la latitud¹⁶⁰.

Las temperaturas máximas absolutas se aprecian en el verano, que es la estación que genera un alza muy notable de los valores térmicos. La Graciosa, demuestra que en el caso de esa pequeña isla, son los equinoccios los periodos en los que las temperaturas alcanzan su grado máximo.

En lo referente a las temperaturas mínimas absolutas destaca el caso de Tías-Las Vegas, donde se registran valores inferiores a los 10°C entre los meses de noviembre y abril.

Este hecho se explica por la elevada irradiación nocturna que se produce en este sector del interior de la isla a la que se suma su posición altitudinal.

Por último, cabe decir que aunque se trata de una isla de reducidas dimensiones, con un relieve bajo y poco accidentado, existen ligeros contrastes térmicos entre el norte y el sur y entre la costa y el interior¹⁶⁰ (**Figura I**).

Figura I. Mapa de Lanzarote⁽¹⁶¹⁾.



Fuente: Portal canary-travel (2014).

1.8.3. Precipitaciones

La ausencia de relieves elevados impide que en esta isla existan precipitaciones orográficas, causadas por las ascendencias bruscas de aire húmedo procedente del océano. El reducido número de días de lluvia y los escasos volúmenes de agua registrados, son otros rasgos climáticos de la isla de Lanzarote. Ello es debido a la combinación de dos factores: la escasa magnitud de su relieve y su posición marginal en el contexto del archipiélago¹⁶⁰.

Este es el elemento meteorológico con más variación. Más aún en estas latitudes donde la mayor parte de las precipitaciones, o al menos las más copiosas, son de tipo

convectivo, es decir, de corta duración y notable intensidad, originadas por nubes de gran desarrollo vertical y poco desarrollo horizontal (cúmulos y cumulonimbos)¹⁵⁹.

Se aprecian máximos en el N y en el centro-sur. El primero es de mayor importancia más de 200 mm/año y se corresponde con el sector más montañoso de la isla, y el segundo, se extiende por un área que abarca determinados relieves que en general se encuentran abiertos a todos los vientos. Las zonas más secas, corresponden al litoral E y SE, que además de quedar a sotavento del viento dominante (desechado en su trayecto isleño) está muy bien abierto a vientos E y SE que raramente se acompañan de nubes.

La repartición de las precipitaciones, del total anual, resultará decisiva para la determinación del clima de la isla. De un total anual exiguo de 142.6 mm se distingue una época muy seca que abarca aproximadamente los seis meses de primavera y verano, de abril a septiembre, totalizando tan solo 12.5 mm, que equivale a menos del 10% del total. El resto configura una estación, otoño más invierno, relativamente húmeda. Dentro de ellas, el máximo se concentra en diciembre y los dos meses adyacentes con casi el 60% de la lluvia total. La desviación media a promedio del valor positivo de las desviaciones anuales es de 44.3 mm.

Es común un máximo hacia el extremo meridional y una zona de mínimos hacia el E. La explicación se debe a que los temporales más duros se acercan con vientos de aquella dirección, dejando las lluvias más violentas en el primer relieve que encuentran, que son Los Ajaches y montañas circundantes¹⁵⁹.

1.8.4. Insolación y Nubosidad.

La insolación es la cantidad de horas efectivas de sol sobre un lugar. La insolación está directamente condicionada por la presencia de nubes que intercepten los rayos solares, aunque hay otras formas de oscurecimiento como son las nieblas y las calimas, y aun el humo y la polución¹⁵⁹.

El sol teórico anual es el mismo para todos los puntos del globo, aproximadamente la mitad de la duración del año, pero su reparto mensual depende de la latitud¹⁵⁹. Las islas Canarias, debido a su latitud subtropical, están expuestas a una fuerte radiación solar.

En ésta zona días teóricos más largos, alrededor del solsticio de verano, tienen una duración de 14.1 horas mientras que los más cortos, en torno al solsticio de invierno, duran 10.3 horas¹⁶⁰.

Hacia el interior la insolación decrece, primero lentamente hasta unas 200 horas/año en laderas que todavía tienen orientación SO.SE, sobre 400 horas hacia el lado contrario y

umentando estas diferencias hacia el N hasta 600 horas, incluyendo aquí La Graciosa. A cubierto del sol cuando las nubes son bastante bajas, se estancan contra el acantilado del N de Lanzarote. Posiblemente sean de hasta 800 o más horas en la zona más montañosa del norte de Lanzarote y el Risco de Famara. En baja cota pero hacia el N, la insolación relativa es también menor aunque disminuye más lentamente al principio para llegar de nuevo a esas 600 horas de sol. En la costa O, por la configuración de la isla, la insolación disminuye más rápidamente hasta llegar a 800 horas menos a pie del acantilado¹⁵⁹.

La estación situada en el aeropuerto de Guacimeta es el punto donde se registra la máxima insolación, con 8,3 horas de media diaria.

Atendiendo a los datos de insolación de las estaciones del aeropuerto de Lanzarote y de La Graciosa, se puede observar un notable contraste entre las 3.126 horas de sol anuales de la primera y las 2.652 horas de la segunda. El elevado porcentaje anual de días nubosos determina que en La Graciosa se reciba el 59,9% de la insolación que le corresponde por su latitud, frente al 70,6% que se recibe en el aeropuerto de Lanzarote. El valor más bajo de insolación se registra en febrero, con una media mensual de 170,1 horas y una media diaria de 6,1 horas en La Graciosa, frente a las 217,5 y las 7,8 horas en el aeropuerto. Sin embargo, el mayor número de horas de sol no se produce en la estación de La Graciosa en julio sino en mayo, debido a que durante los dos primeros meses de verano, la mayor presencia de los vientos alisios provoca el estancamiento del mar de nubes en el acantilado de Famara, frente a dicha isla. Por este motivo el segundo máximo de insolación se registra en la misma a finales del verano, en agosto, con 244,9 horas de sol de media. En cambio, la inexistencia de una pantalla orográfica próxima al aeropuerto de Lanzarote permite que en dicho punto la máxima insolación mensual se produzca coincidiendo con la máxima insolación astronómica, ya que la nubosidad no sufre ningún tipo de estancamiento.

La abundante nubosidad característica de la isla de Lanzarote cumple un importante papel termorregulador, pues conjuntamente con el viento contribuye a suavizar los valores extremos de la temperatura del aire a lo largo del día.

Tal y como se deduce a partir de los datos del observatorio meteorológico del aeropuerto, único punto desde el que se cualifica dicho elemento climático, el número de días nubosos o con cielos parcialmente cubiertos representa el 70% anual frente al 22% de días despejados al año. Este importante trasiego de nubes por el cielo lanzaroteño se debe principalmente a la ausencia de formaciones orográficas elevadas

que frenen la circulación de las nubes. Tan solo, en verano, el macizo de Famara al norte, actúa de parapeto ante la masa nubosa de estratocúmulos cuando el alisio está reforzado y el mar de nubes se sitúa a cotas más bajas.

El dominio de días nubosos se extiende a lo largo del año, con valores que rondan el 70% de media mensual, salvo en los meses de julio y agosto, en los que el número de días despejados tiende a equipararse con el de los días nubosos, en una relación de 14 días despejados frente a los 16 días nubosos de media en julio. Ésta equiparación desaparece totalmente en los meses centrales del invierno apareciendo el máximo número de días nubosos en enero. Sin embargo, en las vertientes de sotavento la nubosidad es escasa por el calentamiento adiabático de las masas de aire que descienden por las montañas hacia las costas del sur¹⁶⁰.

1.8.5. Viento.

Si hay una variable meteorológica que caracteriza a la isla de Lanzarote, es el viento. Todo en Lanzarote está influido por él: la arquitectura, los conos volcánicos, las protecciones de los cultivos, y hasta la forma misma de los escasos árboles y la de los arbustos quedan determinadas por aquel. El viento dominante, el alisio que sopla del N en términos generales, unido a la circunstancia solar, hace que todo en Lanzarote tenga un norte y un sur si hablamos:

- Del soco de una viña (murete de piedra que actúa como protección contra el viento), éste está orientado al N.
- Del mar que rodea la isla, es al sur de ésta donde están sus puertos más guarecidos y donde la propia mar es más tranquila.
- De la isla entera, ésta tiene también un sur y un norte: la parte septentrional recibe de cara al alisio, es algo más ventosa, fresca, húmeda, es también más nubosa y llueve un poco más.

Aun así, la diferencia no es mucha en consonancia con el limitado relieve isleño. Las alturas máximas de la isla no tienen dimensión suficiente para repercutir en gran manera en el viento¹⁵⁹.

El viento es un elemento climático que contribuye a suavizar las temperaturas del aire y beneficia por cuanto influye en la confortabilidad del clima de la isla; pero, por otro lado, se suma a los elevados valores de temperatura del aire y propicia elevadas tasas de evaporación, incrementando la característica aridez de dicha isla.

La escasez de calmas, menos del 1%, demuestra que nos encontramos ante una isla muy ventilada a lo largo del año. Los vientos dominantes son en direcciones norte y noreste las más frecuentes, en las que, el aire se mueve con una velocidad media de entre 18 y 23 Km/hora¹⁶⁰.

El viento en primavera es de claro dominio del alisio, al que de modo general se le pueden asimilar las direcciones que van del NNO al NE. La dirección E (del ENE al SSE) en buena parte se debe a fenómenos de la brisa marina, pues esa es aproximadamente, la componente perpendicular a la costa en la zona del aeropuerto, y otra parte corresponde a situaciones del siroco. El verano prueba claramente una mayor preponderancia de los vientos alisio, la máxima del año y los más intensos. Las componentes brisa marina o siroco quedan en consecuencia menguadas, y más aún, las calmas y el resto de las direcciones¹⁵⁹.

En otoño hay una clara disminución del alisio y de su intensidad, a pesar de ser siempre el predominante. Es en ésta estación cuando el viento es más bajo y mayor el número de calmas, lo que en los reportes meteorológicos se suele denominar viento flojo variable. En invierno la distribución frecuencial del viento es el menor dominio del alisio y el mayor en vientos de componente E, siendo junto con el otoño la estación más abundante en el resto de direcciones que son las que mejor se asimilan a perturbaciones de carácter inestable.

Es en primavera y especialmente en verano cuando la media ponderada del viento tiene su máximo valor (27 y 29 km/h respectivamente). Los vientos del componente E son bastante suaves con alguna excepción¹⁵⁹.

El viento más frecuente es un intermedio entre ambas direcciones y el efecto parece mayor. La frecuencia del alisio (suma de direcciones NNO a NE) aumenta y se concentra en la dirección N en Las Vegas, pues a medida que ascendemos dicho viento tiende a girar en sentido levógiro (contrario al avance del reloj) además de verse libre de influencias como brisa y obstáculos que provoquen variabilidad. La brisa tiene mucha menos incidencia y se canaliza en direcciones SSE y SE, por razones tanto de orientación del litoral más próximo como orográficas, el resultado es que la componente del Este es bastante menor, y el resto poco más o menos igual.

En La Graciosa la frecuencia del alisio es prácticamente igual a la del Aeropuerto, aunque la orientación es mucho más noreste. Este cambio es inducido, por la presencia del potente y próximo acantilado del Risco que constituye el N de Lanzarote el cual obliga al viento a frenar y a desviarse a ambos lados. Los vientos de componente E son

algo menores por la presencia de la isla mayor que dificulta el establecimiento de la brisa marina. El resto de las direcciones es ahora mayor en La Graciosa porque los regímenes más suaves facilitan la mayor variabilidad. La intensidad del viento es menor, con una excepción notable, debe hacerse una salvedad con los vientos del SSE, temibles en la isla, puesto que al provenir de la dirección en la que se encuentra Lanzarote con un risco alto y vertical al frente, producen singulares efectos como remolinos y altas turbulencias que encabritan localmente el mar¹⁵⁹.

Los alisios son vientos muy regulares no racheados. La dirección privilegiada es el NNE. En cuanto a la turbiedad del ambiente en el seno del alisio hay que resaltar que la visibilidad en general es buena, a veces algo reducida por bruma, si la humedad es alta, o calima cuando el aire tiene recorrido previo continental. En las proximidades de la costa africana se forman con frecuencia nieblas de advección, formadas al condensarse el aire cuando una masa relativamente cálida se enfría al circular sobre la superficie del mar más fría¹⁵⁹.

Las invasiones de aire africano son posibles durante todo el año con algo más de frecuencia en verano y menos en invierno y la duración de tales situaciones es de unos pocos días, aunque pueden durar hasta dos semanas.

También pueden tener lugar con vientos casi en calma y más excepcionalmente con vientos de claro componente N pero de procedencia continental (falso alisio). Estos vientos se manifiestan muy influidos por el escaso relieve isleño y soplan más intensamente en la vertiente occidental de la isla, desde el Parque Nacional de Timanfaya hasta La Caleta de Famara y hacia el interior. También afectan de modo sensible a La Graciosa, sobre todo si son del SSE.

En resumen, son irregulares y racheados, con frecuentes giros y variaciones durante el día, especialmente en verano. Apenas hay nubosidad baja por sequedad del ambiente, solo ocasionalmente en horas nocturnas o a la puesta y salida del sol, pero lo normal es que no hayan nubes bajas; sí abunda frecuentemente la nubosidad media y alta, especialmente la primera aunque con ausencia de precipitaciones significativas.

Con las tormentas secas, la visibilidad se reduce en mayor o menor medida por calima o polvo en suspensión, y con frecuencia oscila entre 5 y 10 km y algunas veces al año se reduce a 3 o 5 km y en ocasiones hasta es inferior a 1000 m. Este régimen suele desaparecer rápidamente, con rápida mejoría de la visibilidad, al establecerse vientos marítimos. La visibilidad es generalmente peor en las horas centrales del día, posiblemente por mayor agitación molecular y mayor dispersión de la luz¹⁵⁹.

En el comportamiento estacional del viento, hay que señalar la mayor frecuencia de los vientos de componente N-NNE en verano, con porcentajes que rondan el 70-80% frente al 15-20% de frecuencia de esa misma dirección en invierno. Es el mes de julio en el que se contabilizan los valores más elevados de la velocidad del viento, variando éstos entre los 26,7 km/hora de Yaiza-Playa Blanca y los 32,7 km/hora de velocidad media del aeropuerto¹⁶⁰.

Por el contrario, noviembre en las estaciones de Tías-Las Vegas y del aeropuerto, y diciembre en Playa Blanca, son los meses con los registros medios de velocidad del viento más bajos del año.

Los valores de velocidad máxima del viento (racha máxima) en esta isla no se registran en el verano sino durante el mes de enero y, en menor medida, en marzo y abril, con valores que han superado en todos los casos los 90 km/hora. Los vientos de velocidad moderada y de dirección N-NE son los más frecuentes en Lanzarote¹⁶⁰. **(Figura II).**

Figura II: El clima de Canarias es consecuencia de las distintas masas de aire que afectan a las Islas⁽¹⁶²⁾.



Fuente: Natura y Cultura: GEVIC, 2013.

1.8.6. Humedad.

Los valores de humedad atmosférica están estrechamente condicionados por la presencia del mar y por la fuerte evaporación a la que su agua se ve sometida en estas latitudes, debido a las elevadas temperaturas del aire a lo largo del año. Es importante el papel del viento y las características litológicas de la isla de Lanzarote, donde la elevada

porosidad del sustrato permite no solo la incorporación del agua de rocío, sino también la rápida circulación del aire, contribuyendo de esta manera a la evaporación.

La humedad media anual oscila entre el 69,2% del aeropuerto y el 78,6% de Yaiza-Playa Blanca. El reparto geográfico de la humedad atmosférica en la isla demuestra que los valores medios anuales son moderados (entre 60% y 75%) en las estaciones del interior de las Las Vegas y la Granja del Cabildo; y elevados (>75 %) en las estaciones costeras de Yaiza y La Graciosa.

La humedad también está sometida a variaciones mensuales en las que los valores más elevados se registran durante los meses de verano y principios del otoño, coincidiendo con la fuerte evaporación que se produce a consecuencia de los elevados registros térmicos del aire y del agua del mar en dichas estaciones. Por el contrario, en invierno el aire experimenta un notable descenso de su contenido en vapor de agua, que llega a su máximo descenso durante los meses de enero y febrero, cuando la capacidad higrométrica del aire disminuye a causa del descenso térmico del aire y del agua del mar¹⁶⁰.

1.8.7. Población.

Tabla IV. Densidad de Población de Lanzarote según Municipio⁽¹⁶³⁾.

MUNICIPIO	Población de derecho	Superficie (Km ²)	Densidad de población (orografía/ km ²)
Arrecife	55.673	22,7	2.453
Haría	4.782	106,6	45
San Bartolomé	18.541	40,9	453
Teguise	21.152	264	80
Tías	20.451	64,6	317
Tinajo	5.783	135,3	43
Yaiza	15.571	211,8	74
LANZAROTE	141.953	845,9	168

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE). 2014.

Tabla V: Población de derecho de Lanzarote según Municipio⁽¹⁶⁴⁾.

MUNICIPIO	2012	2013	% variación 2012/13
Arrecife	56.284	55.673	-1,1
Haría	5.190	4.782	-7,9
San Bartolomé	18.487	18.541	0,3
Teguise	21.096	21.152	0,3
Tías	20.228	20.451	1,1
Tinajo	5.716	5.783	1,2
Yaiza	15.131	15.571	2,9
LANZAROTE	142.132	141.953	-0,1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE). 2014.

Según las tablas se puede observar un mayor núcleo de población en el municipio de Arrecife, donde se encuentra la capital de Lanzarote, en contraposición de su superficie ya que es la de menor cuantía significativamente.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Obtener datos sobre la existencia de factores cronobiológicos para determinar si su intervención interviene en el desarrollo de las patologías locomotoras que se analizan en este estudio.
- Determinar si las variaciones circadianas presentan relación con la época estacional y la hora de aparición de las afecciones detectadas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los resultados en función de las diferentes variables estudiadas.
- Obtener y analizar el estado de la población de adultos y niños referente a la patología locomotora.
- Conocer y analizar la frecuencia y las características de sexo y edad en forma independiente y como variables cruzadas.
- Identificar y analizar el lugar de residencia de los pacientes que presentan las patologías del aparato locomotor, para averiguar si la geográfica y climatología son un desencadenante en la aparición de estas afecciones.
- Estudiar la localización de las patologías y su prevalencia, en comparación con los subgrupos de edades en adultos y niños, a fin de buscar información relevante que concuerde con datos cronobiológicos.
- Obtener información sobre los diversos tratamientos realizados en los pacientes de la muestra, con la intención de conocer si existen diferencias según la época estacional.
- Describir y analizar las derivaciones médicas, realizadas a partir de las afecciones locomotoras y los probables factores relacionados con los diferentes cambios estacionales.
- Conocer las variaciones circadianas, si es que existen, en los solsticios.

- Analizar la distribución de los casos en el contexto de la hora de producida la afección.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Previamente al inicio de este trabajo, se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos: Medline-PubMed, Cochrane Library Plus, Cuiden, Scielo, Biblioteca Virtual de Salud, además de la bibliografía en el índice Médico Español, la base de datos de Tesis doctorales TESEO y los metabuscadores Tripdatabase y SUMSearch.

Las palabras clave para la búsqueda de la información fueron: accidentes y subtipos, niños, pediatría, cronobiología, variabilidad, ritmo circadiano y circannual. Como resultado se encontraron numerosas referencias bibliográficas, de las cuales se seleccionaron las de mayor interés y precisión en relación con la cronobiología y la patología locomotora. Posteriormente, y durante el tiempo que ha transcurrido para la elaboración de este trabajo, se han realizado nuevas búsquedas. Ello ha permitido aportar nuevos datos y enriquecer los contenidos de estos capítulos con nuevos hallazgos, así como confirmar la originalidad del presente trabajo.

3.1. Población de estudio

La población objeto de este estudio corresponde a los usuarios registrados en la base de datos de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias, que viven en la Isla de Lanzarote, y que en el periodo comprendido entre los años 2001 a 2014 fueron atendidos en los Centros de Atención Primaria de la Zona Básica de Salud de Lanzarote por alteraciones del aparato locomotor.

La población de estudio corresponde a 12.836 Historias Clínicas Informatizadas, de las que 3.263 corresponden a pacientes atendidos en el Servicio de Atención Primaria de Salud con patología y/o alteraciones del aparato locomotor entre 0 y 100 años.

Como criterio de exclusión: se excluyeron a todos los pacientes con patologías de repercusión sistémica.

El período de recogida de datos abarcó 13 años, desde 01 de mayo de 2001 hasta 31 de diciembre de 2014.

Para la realización de este estudio, se incluyeron todos los Centros de Atención Primaria o Centros de Salud (C.S.) y Consultorios Locales (C.L.) de los siete municipios de la Isla.

- o CS Valterra, CS Titerroy (Municipio de Arrecife)
- o CS San Bartolomé, CL de Playa Honda (Municipio de San Bartolomé)
- o CS Tías, CL de Puerto del Carmen (Municipio de Tías)
- o CS Yaiza, CL Playa Blanca (Municipio de Yaiza)
- o CL de Tinajo

o CS Haría, CL de Mala (municipio de Haría)

o CS Teguisse, CL de Tahiche, CL de Costa Teguisse y CL en la Isla de La Graciosa (Municipio de Teguisse).

Según emanan los datos de la encuesta de población de la Isla de Lanzarote, elaborada en abril de 2014 por el Centro de Datos del Cabildo Insular de Lanzarote; la Isla cuenta con una población total de 141.940 habitantes, de los cuales 72.093 son hombres y 69.847 mujeres (**Tabla VI**).

Como criterios de inclusión, en el estudio se recogen los datos correspondientes a todas las historias clínicas que han sido informatizadas en el periodo que incluye la recogida de datos en los dos sistemas informatizados, (OMI utilizado hasta el año 2004 y DRAGO, que es el actual) utilizados hasta hoy en día por el Servicio Canario de Salud.

Figura III – Distribución geográfica de los municipios de Lanzarote.



Fuente: Fuente: Portal Canary-Travel (2014).

3.2. Tipo de estudio

Para la realización de este estudio se eligió un estudio de tipo observacional descriptivo, retrospectivo y abordaje cuantitativo; que implica la recolección sistemática de

información numérica, a menudo, bajo condiciones de control considerables y el análisis de esa información por medio de procedimientos estadísticos.

3.3. Instrumento de recogida de datos.

El instrumento de recogida de datos que se ha utilizado para este estudio, es el que nos cedió la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias, donde a través de su sistema informático “DRAGO”, se ha realizado el volcado de los datos sociodemográficos y clínicos a una plantilla elaborada con el software PASW 23.0.

Todos los pacientes fueron clasificados tomando como criterio los códigos de la base de datos del Servicio Canario de Salud y de la clasificación internacional de enfermedades (CIE-9-MC) 2014; la cual corresponde a la 9ª Revisión Modificación Clínica.

De la clasificación de enfermedades y lesiones se obtuvo la información de los capítulos 13: enfermedades del Sistema osteo-mioarticular y tejido conjuntivo (710-739); y capítulo 17: lesiones y envenenamientos (800-999). Se excluyeron las patologías con repercusión sistémica.

Las variables tomadas para realizar los análisis fueron: género (varón- mujer), edad (en años), lugar de residencia, localización de la patología, causa de la lesión, diagnósticos, tratamiento, derivación, época del año (verano, otoño, invierno, primavera), hora del día en que aparece la lesión o patología (mañana, tarde, noche).

El estudio de recopilación de los datos disociados de los pacientes, se realizó en el consultorio de salud de Playa Honda perteneciente al área básica de salud de Arrecife, durante los meses de febrero a julio de 2015.

3.4. Aspectos legales y éticos en la recogida de datos.

Preserva el derecho a la intimidad de los usuarios (Ley Orgánica 15/1999) recogido en la legislación española, así como, dispone de los permisos oportunos concedidos por el Comité Ético de Investigación Clínica-Comité de Ética del Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín.

A su vez, se mantiene en todo momento la privacidad confidencial de los datos estudiados y contenidos en los archivos, según rige la Ley de Registro General de

Protección de Datos de la Orden de 24 de abril de 2013, publicada en el BOC nº 85 de 2013.

Se solicitó autorización a la Gerencia del Hospital José Molina Orosa de Lanzarote el 14 de junio de 2013 (**Anexo II**), la cual fue denegada por falta de información detallada. El 18 de julio de 2013 se envía nuevamente una solicitud al Comité de Investigación Clínica del Área de Salud de Lanzarote (**Anexo III**), y nuevamente se vuelve a rechazar porque la Dirección de Área considera que es necesaria la evaluación del Comité Ético del Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín, por lo que se vuelve a enviar un requerimiento el 5 de setiembre de 2013 (**Anexo IV**), recibiendo el 1 de octubre de 2013 desde el Gobierno de Canarias (**Anexo V**), los documentos que hay que enviar al Comité de Evaluación del Servicio Canario de Salud para solicitar la realización de un “Estudio Observacional”.

El 17 de octubre de 2013 a través de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, se recibe la resolución del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de Madrid (Registro Auxiliar Agencia de Medicamentos y Productos Sanitarios, Departamento de Medicamentos de Uso Humano), para la realización del estudio, donde se clasifica como “Estudio Observacional No Posautorización” (No-EPA) (**Anexo VI**).

El 4 de noviembre de 2013 el estudio es autorizado por el Comité Ético de Investigación Clínica/Comité de la Ética en la Investigación, del Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín (**Anexo VII**), y el 29 de enero de 2014 la Secretaria General de Servicios de Sistemas Electromédicos y de Información, nos da permiso para acceder a la base de datos no disociados de las Historias Clínicas en el Área de Salud de Lanzarote (**Anexo VIII**). A fines de febrero de 2015 desde el Área de Informática del Hospital José Molina Orosa comienzan a facilitar los datos de los pacientes para poder iniciar la recopilación de datos; finalizando la entrega de los mismos a finales de julio del mismo año.

3.5. Tratamiento estadístico de los datos.

Para el análisis estadístico de los datos se utiliza el software PASW 23.0 para Windows XP, con el que se ha realizado la estadística descriptiva de las variables objeto del estudio.

Para el análisis de la posible asociación entre los pares de variables considerados se ha utilizado el test de la ji cuadrado, estableciéndose que existe una asociación significativa entre las mismas si el p-valor obtenido resulta inferior al nivel de significación considerado para este estudio, siendo éste $\alpha = 0.05$.

4. RESULTADOS

4.1. Características de la población de estudio

La atención sanitaria de la Isla de Lanzarote se distribuye en tres niveles asistenciales: atención primaria de salud, hospitales y centros sociosanitarios.

Dentro de estos tres niveles nuestro estudio está dirigido al grupo de usuarios/clientes que son atendidos en los Centros de Atención Primaria del Área de Salud de Lanzarote. (Figura IV).

Figura IV. Mapa de Lanzarote



Fuente: Portal canary-travel (2014).

4.1.1. Atención Primaria de Salud.

De los 141.940 habitantes de Lanzarote, el municipio con mayor número de usuarios atendidos en las Zonas Básicas de Salud de la isla es Arrecife, ya que como ciudad capitalina tiene censados a 56.880 habitantes (Tabla VI).

Así mismo; si tenemos en cuenta los grupos de edad, los niños entre 0 y 14 años suponen el 16,36 % del total de población insular (23.216 habitantes), de los cuales en Arrecife viven 9.740 niños entre 0 y 14 años. De los 118.724 habitantes de la isla de 15 años a 100 ó más, en la capital habitan 47.140 lanzaroteños, estando el resto de ellos repartidos entre los restantes 6 municipios: Teguise, San Bartolomé, Tías, Yaiza, Haría y Tinajo.

Tabla VI. Población de derecho de Lanzarote por grupo de edades.

Grupo de EDAD	LANZAROTE		ARRECIFE	
	V	M	V	M
0-4	3.695	3.458	1.540	1.442
5-9	4.298	4.009	1.808	1.705
10-14	3.971	3.785	1.687	1.558
15-19	3.692	3.565	1.639	1.575
20-24	4.233	4.108	1.957	1.826
25-29	4.857	5.211	2.038	2.205
30-34	6.252	6.190	2.485	2.502
35-39	7.364	6.666	2.795	2.581
40-44	7.333	6.615	2.867	2.586
45-49	6.714	6.105	2.571	2.390
50-54	5.237	5.029	1.981	2.028
55-59	4.218	3.981	1.656	1.598
60-64	3.201	3.107	1.211	1.207
65-69	2.612	2.616	882	969
70-74	1.968	2.022	640	748
75-79	1.275	1.465	418	577
80-84	716	982	246	394
85-89	319	592	131	251
90-94	107	234	44	91
95-99	26	86	13	28
100 ó más	5	21	2	8
Subtotal	72.093	69.847	28.611	28.269
TOTAL	141.940		56.880	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE). 2014.

4.2. Población de estudio: selección y análisis de los datos

Los datos analizados corresponden a pacientes que han sido atendidos en los Centros de Atención Primaria o Consultorios Locales de Salud de la Isla de Lanzarote durante el periodo comprendido entre el 01 de mayo de 2001 (fecha de inicio de registros informatizados de los usuarios del Sistema Canario de Salud en el sistema operativo OMI introducido para su utilización en 2004) hasta el 31 de diciembre de 2014 (utilizando la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias un nuevo sistema informatizado para los usuarios, el sistema operativo DRAGO).

Durante el periodo de la recogida de la información, los datos que se contabilizaron correspondían a 12.836 Historias Clínicas, de las cuales, y en función de la clasificación

por grupos de edad; 2.854 pertenecían a usuarios/clientes entre 0 y 14 años, mientras que las otras 9.982 Historias Clínicas incumbían a pacientes entre 15 y 96 años. Todos estos datos pertenecen a personas vinculadas asistencialmente a Atención Primaria de Salud (APS). Entre todas las Historias Clínicas registradas, se determinaron 3.263 que contenían datos de pacientes con lesiones osteoarticulares y/o patología del aparato locomotor.

Así pues, la muestra del estudio (n=3.263), corresponde a 1.392 Historias Clínicas de niños entre 0 y 14 años, mientras que 1.871 se engloban en el grupo de edad entre 15 y 96 años.

Gráfico 1: Muestra de estudio.

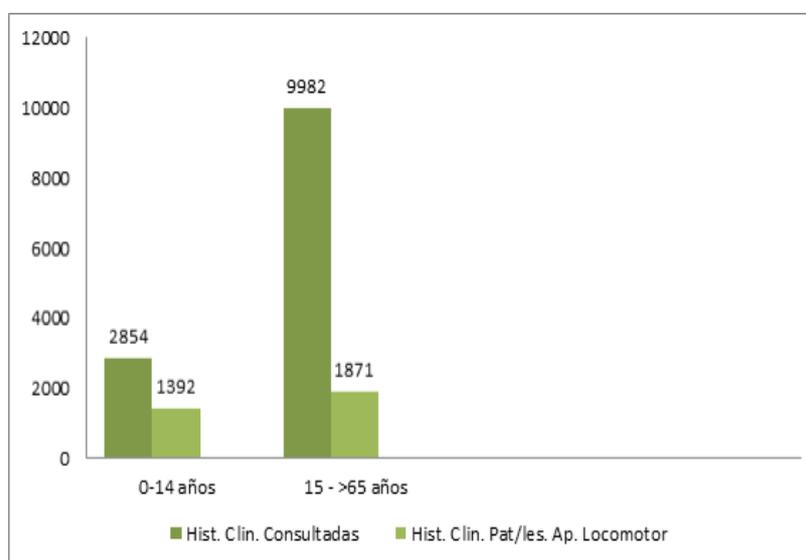


Gráfico 1

4.3. Distribución de los pacientes por género.

De los 3.263 pacientes incluidos en el estudio, 51,43% (1.678) son mujeres frente al 48,57% (1.585) de hombres.

Las diferencias de género asociadas a patologías del aparato locomotor en la muestra estudiada son casi de un 3% superior en el sexo femenino respecto del masculino.

Gráfico 2.

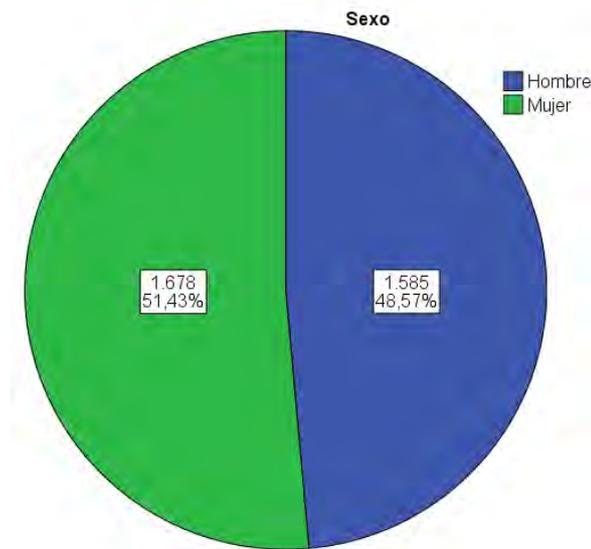


Gráfico 2

4.4. Distribución por edad de los pacientes.

Para comprobar las diferencias respecto a la edad en el aparato locomotor se ha dividido la muestra en dos grupos, uno de niños cuya edad se ha delimitado desde el primer año hasta los catorce, y otro de adultos con edades comprendidas desde los quince años hasta mayores de sesenta y cinco.

Con el fin de acotar el rango de edad de forma más precisa se ha procedido a la subdivisión de estos dos grupos primarios. De esta forma del grupo de niños obtenemos tres subdivisiones en edades, la primera desde el primer año al sexto, la segunda comprendida entre el séptimo año al décimo primero y por último una tercera subdivisión que abarca las edades desde los doce a los catorce años. Para el grupo de adultos se han realizado cuatro subdivisiones para la variable edad, así la primera es desde los quince a los veinticinco años, la segunda desde los veintiséis hasta los cuarenta, una tercera entre los cuarenta y un años, y los sesenta y cinco, y finalmente una cuarta subdivisión correspondiente a los pacientes mayores de sesenta y cinco años.

Los pacientes estudiados tienen una edad media de 30,81 años ($\pm 1,35$ años), siendo la mediana de 29 años, y los valores mínimo y máximo están entre 1 y 96 años, respectivamente.

Por grupos de edad, y teniendo en cuenta el pertenecer al grupo de niños o adultos, de la muestra estudiada ($n=3.263$); los 1.392 niños entre 0 y 14 años que se incluyen en el estudio son usuarios con problemas del aparato locomotor.

Los niños con edades comprendidas entre los 7 y 11 años son los que presentan mayor cantidad de problemas locomotores con 872 niños (26,72%) del total de la muestra, frente a los 273 entre 1 y 6 años (8,37%), y 247 usuarios con edades de 12 a 14 años (7,57%).

Respecto al grupo de adultos, de los 1.871 usuarios con problemas en el aparato locomotor; 922 usuarios (28,26% del total de la muestra) tienen entre 41 y 65 años, seguidos por aquellos adultos con edades entre 26 y 40 años con 544 casos (16,67%). Los mayores de 65 años cuentan con 248 casos (7,60%) y la franja de edad menos afectada por los problemas locomotores es la comprendida desde los 15 a los 25 años de edad con 157 casos registrados (4,81%). **Gráfico 3.**

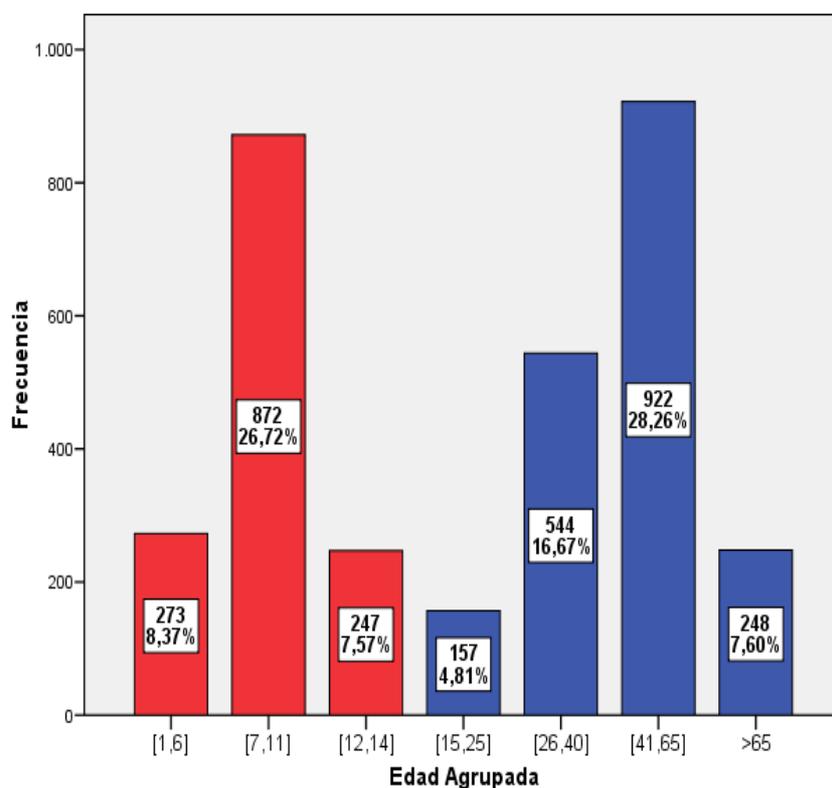


Gráfico 3

4.4.1. Edad – Sexo en adultos.

En el grupo de adultos la prevalencia es mayor en varones con 959 casos (51,25%) frente a 912 mujeres (48,75%), inverso a los resultados obtenidos en el grupo de niños.

El grupo de edad con mayor número de usuarios de ambos sexos incluidos en el estudio pertenece a los adultos entre 41 y 65 años con mayoría de mujeres 475 (25,39%) y 447 hombres (23,89%). En cambio el grupo al que pertenecen los usuarios entre los 15 y 25 años es el menos representativo de ésta muestra con solo 157 casos (8,39%) siendo prevalentes los hombres.

El p-valor<0,001, utilizando el Test de la Chi-Cuadrado, implica que existe asociación significativa entre los Grupos de Edad de los adultos y el Género. **Gráfico 4.**

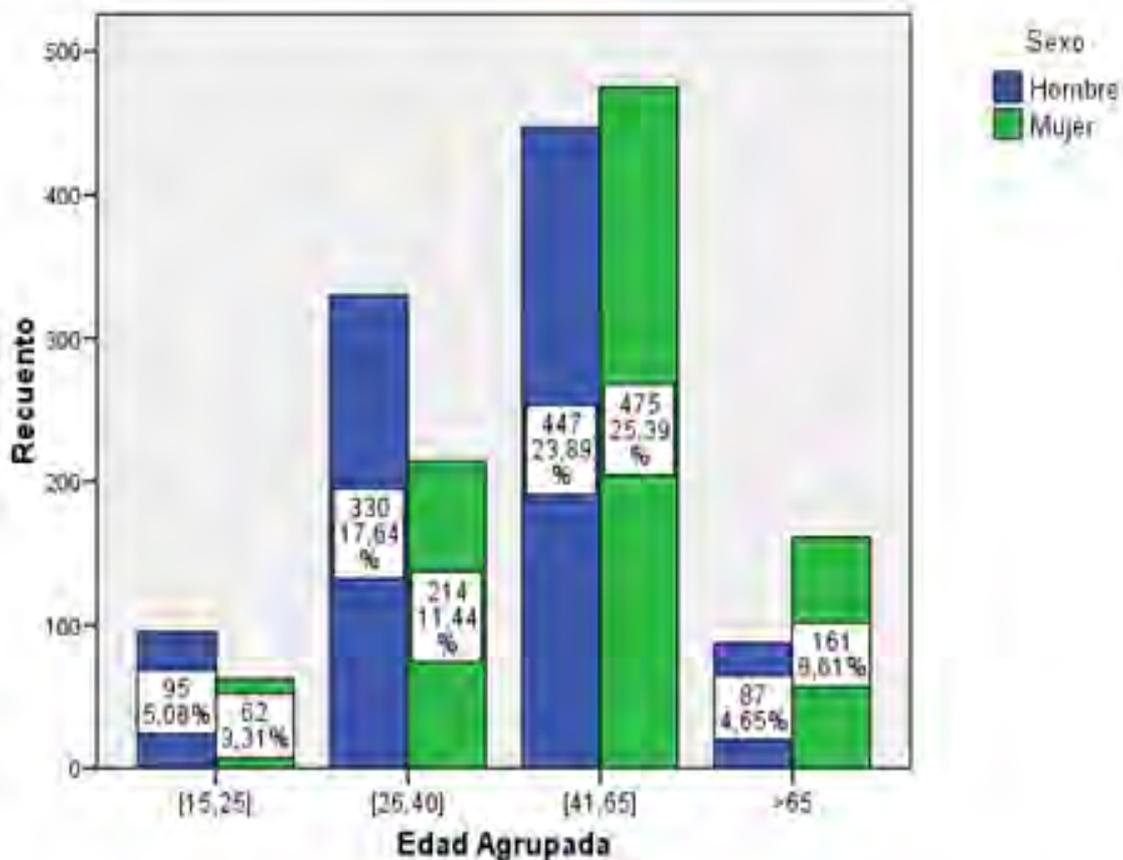


Gráfico 4

4.4.2. Edad – Sexo en niños.

El análisis de las variables sexo y edad en niños, muestra que las diferencias de género son ligeramente más acusadas desde la primera infancia hasta los 11 años a favor de las mujeres. En el primer grupo que corresponde hasta los 6 años hay 163 niñas (11,71%) frente a 110 niños (7,90%); y en el grupo de los 7 a los 11 años hay 479 niñas (34,41%) y 393 varones (28,23%).

Entre los 12 y 14 años, las diferencias porcentuales se disuelven llegando a un número similar de casos 124 (8,91%) en niñas y 123 (8,84%) en niños.

El estudio del $p\text{-valor}=0.093 > 0.05$, utilizando el Test de la Chi-Cuadrado, implica que no existe asociación significativa entre la edad de los niños y el género. **Gráfico 5.**

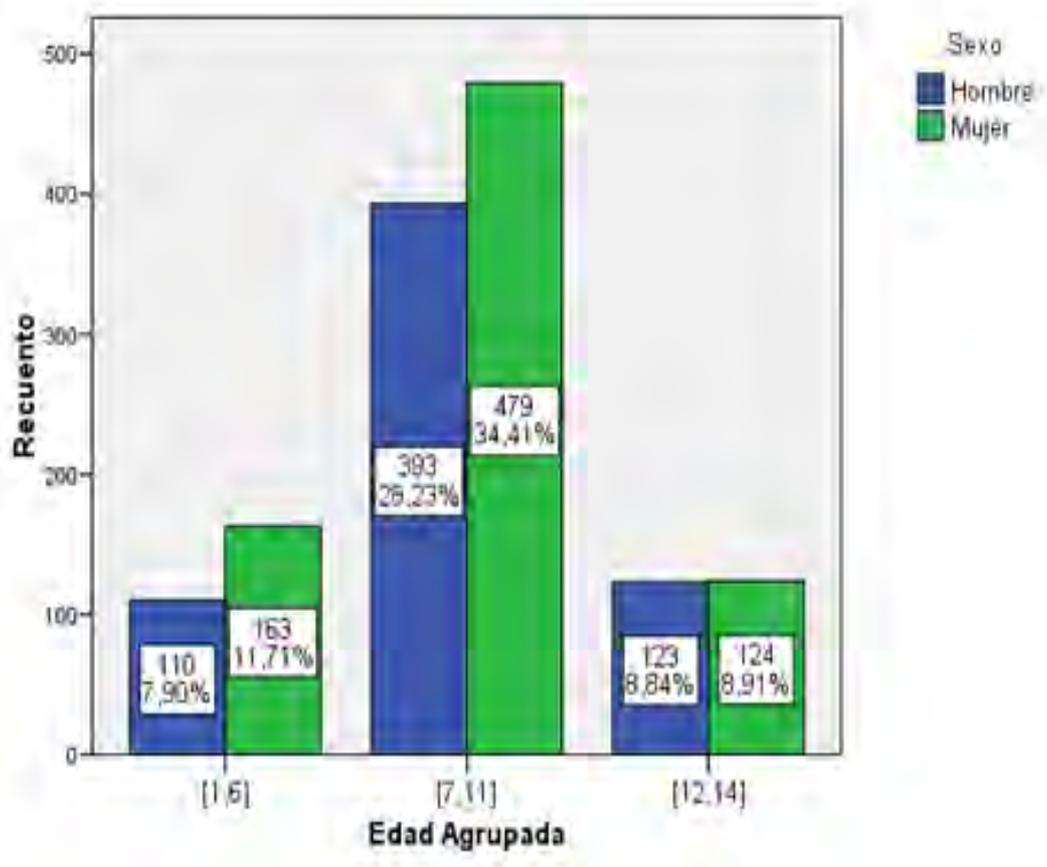


Gráfico 5

4.5. Lugar de Residencia.

En referencia a la localización geográfica, dentro de la isla de Lanzarote se distinguen diferencias en función del municipio de residencia de los pacientes.

El mayor número de casos de pacientes con enfermedades locomotoras se detecta en el municipio de Arrecife en el que están empadronados 1.314 pacientes (40,27%) de la muestra poblacional (n=3.263), seguido por el municipio de San Bartolomé con 686 casos (21,02%) abarcando entre ambos municipios el 61,29% de la población de estudio de la isla. Los restantes municipios representan menos del 40% de pacientes existiendo entre ellos diferencias poco relevantes. Haría es el municipio con menor número de individuos evaluados 119 (3,65%), le sigue en proporción Tinajo y Yaiza con 186 (5,70%) y 260 (7,97%) casos respectivamente. Tegui se está representada por 302 pacientes (9,26%) y Tías con 396 casos (12,14%). **Gráfico 6.**

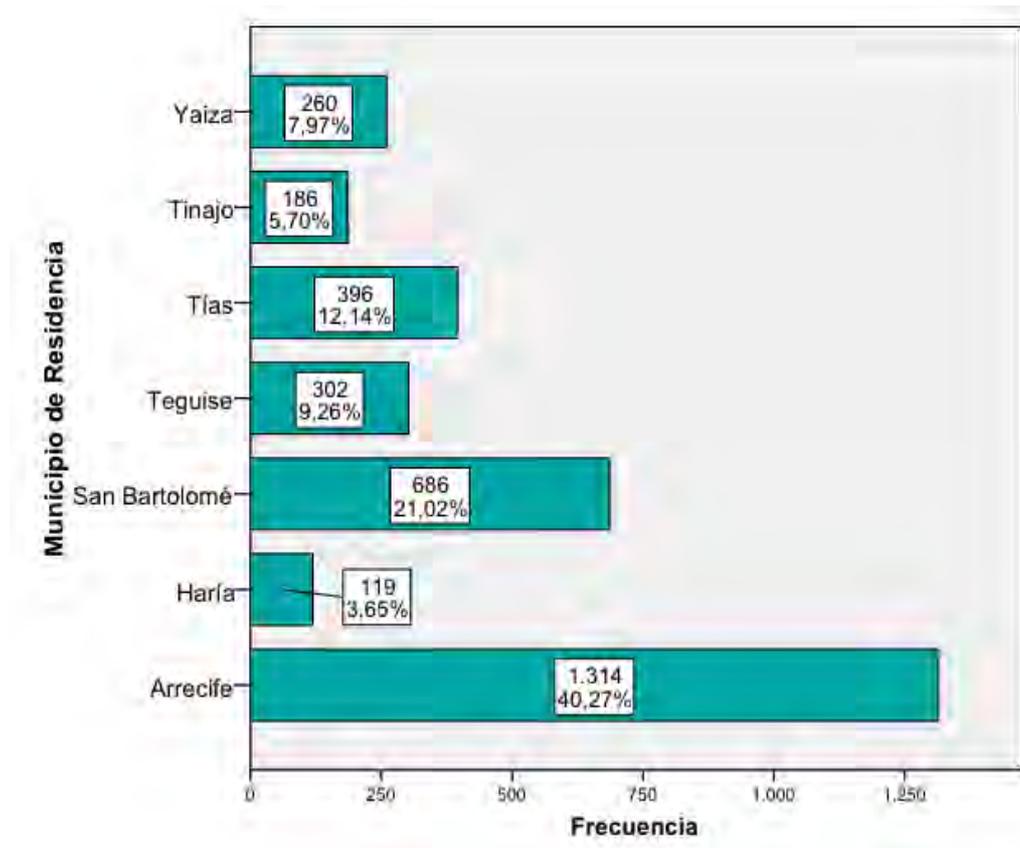


Gráfico 6

4.6. Localización de la Patología.

Para evaluar y estudiar las patologías del sistema locomotor en relación a su localización, se dividió el cuerpo humano en seis zonas: cabeza y cuello; hombros y miembros superiores; miembros inferiores; tronco; pelvis y cadera; y finalmente columna vertebral.

Más de la mitad de la muestra, concretamente 53,23% (1.737 usuarios) tienen problemas en miembros inferiores. La localización en hombros y miembros superiores se corresponde con 593 historias clínicas registradas (18,17%), mientras que en pelvis y cadera se localizan 84 casos (2,57%).

Debemos destacar que se han localizado 108 Historia Clínicas que no registran la localización corporal de la lesión, lo cual supone que en el 3,31% se desconoce el lugar de afección por ausencia de registros clínicos. **Gráfico 7.**

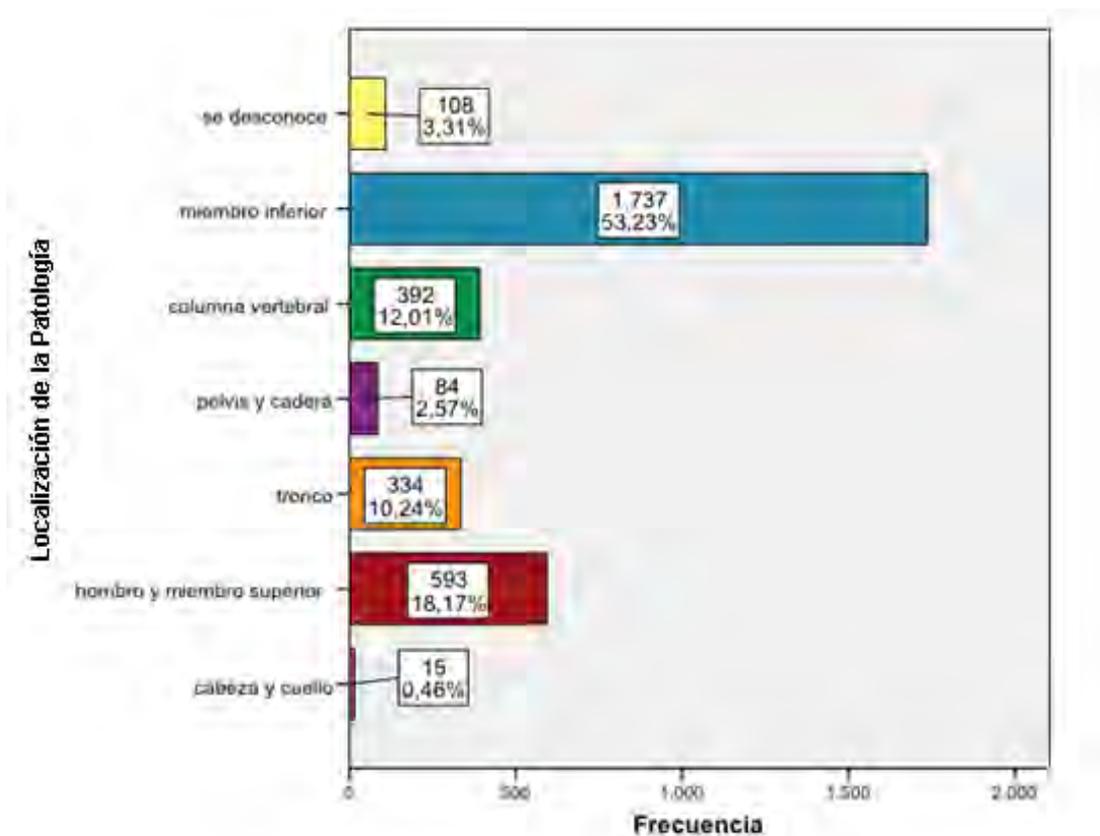


Gráfico 7

4.6.1. Localización de la Patología – Edad.

Con respecto a la edad se distingue una importante diferencia en cuanto a la distribución de la localización de la patología locomotora, siendo las afecciones localizadas en miembros inferiores las que presentan el mayor número de casos tanto en la población adulta 693 (37%) como infantil 1.044 casos (75%). **Gráfico 8.**

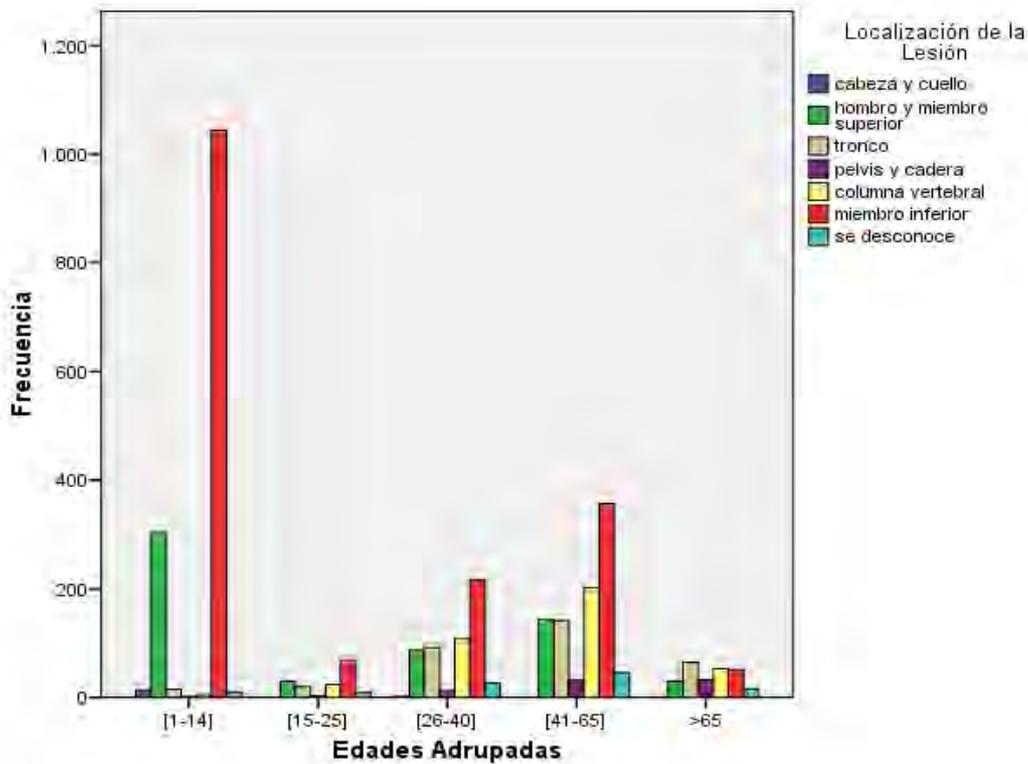


Gráfico 8

En el grupo de niños, independientemente de la edad, existe una marcada prevalencia de afecciones ubicadas en miembros inferiores con 1.044 casos (75,0%), le siguen en importancia las enfermedades del aparato locomotor localizadas en miembros superiores y hombro con 303 casos (21.8%).

Al igual que en el grupo de adultos, como observaremos posteriormente, entre las Historias Clínicas de los niños que no registran la localización de la lesión, solo hay 10 casos (0,7%).

Evaluando cada subgrupo, entre los 7 y los 11 años se detecta el porcentaje casuístico más elevado de enfermedades en miembro inferior registrando a 663 niños (74,6%); 196 (14,1%) por ubicaciones en hombros y miembros superiores; y el resto de las localizaciones: cabeza y cuello, tronco, pelvis, cadera, y tronco, no superan los ocho casos (0,6%) entre todos.

El resto de las localizaciones de afecciones locomotoras presentan una casuística baja de datos los cuales no son relevantes. Solo cabe destacar la localización en cabeza y cuello entre los menores de 6 años con 10 niños afectados (0,7%), a diferencia de los otros dos grupos que suman un porcentaje menor de casos (0,2%). **Gráfico 9 y Tabla VII.**

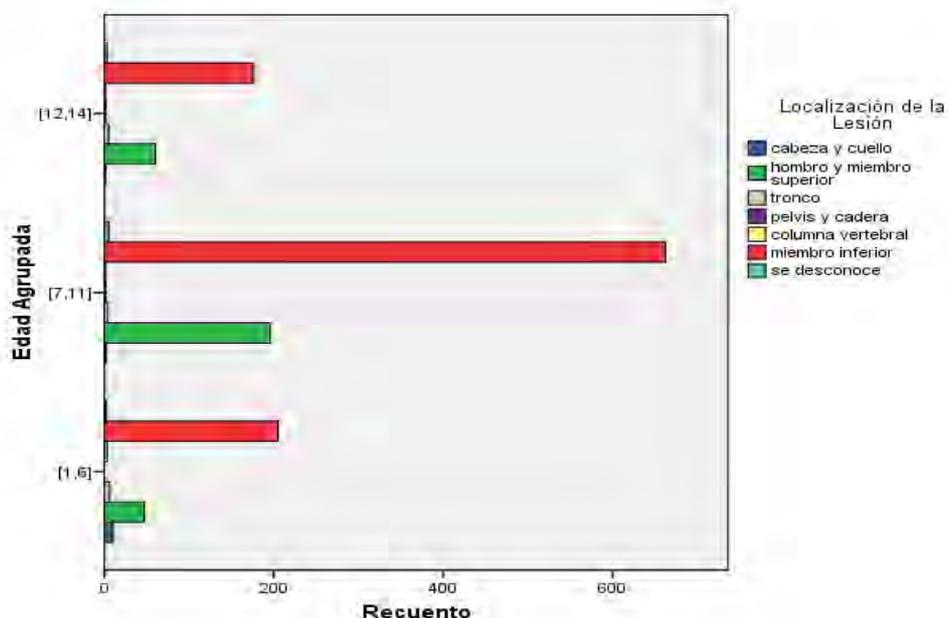


Gráfico 9

Tabla de contingencia Edad Agrupada * Localización de la Lesión

		Localización de la Lesión							Total	
		cabeza y cuello	hombro y miembro superior	tronco	pelvis y cadera	columna vertebral	miembro inferior	se desconoce		
Edad Agrupada	[1,6]	Recuento	10	47	6	0	3	205	2	273
		% del total	,7%	3,4%	,4%	,0%	,2%	14,7%	,1%	19,6%
	[7,11]	Recuento	2	196	4	1	1	663	5	872
		% del total	,1%	14,1%	,3%	,1%	,1%	47,6%	,4%	62,6%
	[12,14]	Recuento	1	60	5	1	1	176	3	247
		% del total	,1%	4,3%	,4%	,1%	,1%	12,6%	,2%	17,7%
Total		Recuento	13	303	15	2	5	1044	10	1392
		% del total	,9%	21,8%	1,1%	,1%	,4%	75,0%	,7%	100,0%

Tabla VII

En el grupo de adultos, tres de los subgrupos de edades muestran una marcada similitud con respecto a la localización de la patología, donde prevalecen las afecciones de miembros inferiores, siendo una excepción el subgrupo de mayores de 65 años donde todas las zonas del cuerpo están afectadas de forma similar sin mayores diferencias entre cada una de ellas.

Destacar que entre los 1.871 pacientes que están entre los 15 y 96 años, únicamente se registran 2 casos en cabeza y cuello. Así mismo las historias clínicas de adultos que no registran la localización representan el 5,2% (98 casos de 1871 adultos). En los adultos los datos no registrados sobre la localización no siguen el mismo patrón de los niños.

Gráfico 10 y Tabla VIII.

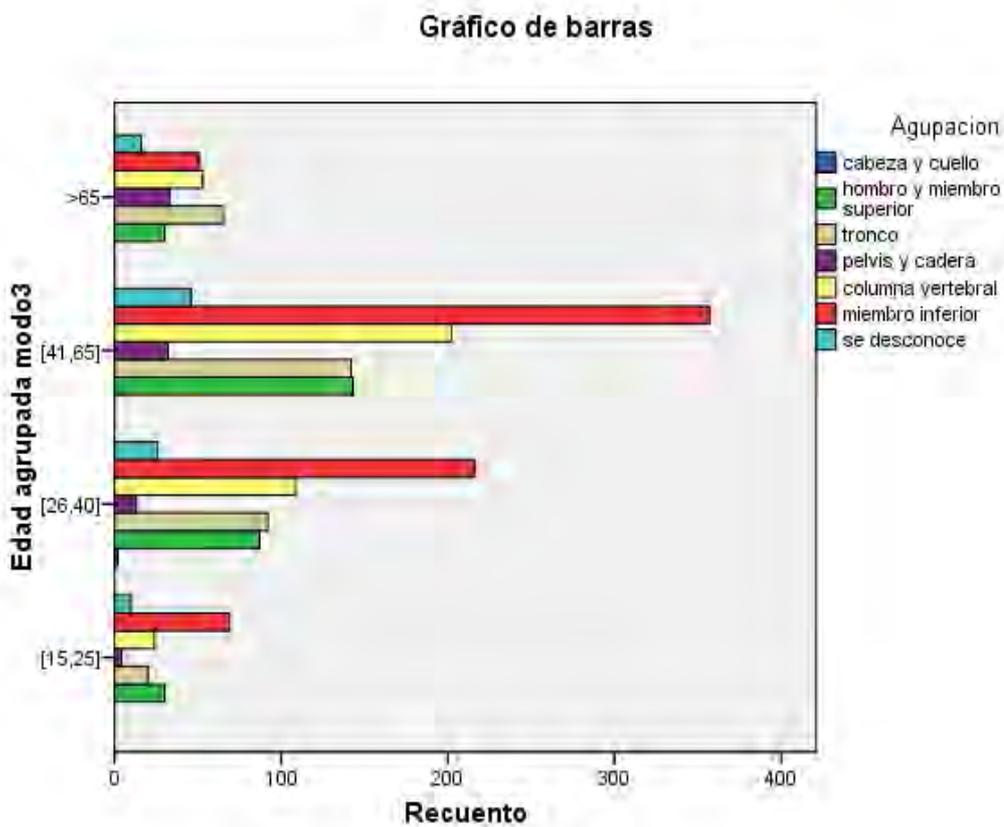


Gráfico 10

Tabla de contingencia Edad Agrupada * Localización de la Lesión

Edad Agrupada	Recuento	% del total	Localización de la Lesión						Total							
			cabeza y cuello	hombro y miembro superior	tronco	pelvis y cadera	columna vertebral	miembro inferior		se desconoce						
[15,25]	0	,0%	30	1,6%	20	1,1%	4	,2%	24	1,3%	69	3,7%	10	,5%	157	8,4%
[26,40]	2	,1%	87	4,6%	92	4,9%	13	,7%	108	5,8%	216	11,5%	26	1,4%	544	29,1%
[41,65]	0	,0%	143	7,6%	142	7,6%	32	1,7%	202	10,8%	357	19,1%	46	2,5%	922	49,3%
>65	0	,0%	30	1,6%	65	3,5%	33	1,8%	53	2,8%	51	2,7%	16	,9%	248	13,3%
Total	2	,1%	290	15,5%	319	17,0%	82	4,4%	387	20,7%	693	37,0%	98	5,2%	1871	100,0%

Tabla VIII

4.7. Causa de la lesión.

Evaluando las diversas causas de las lesiones locomotoras de la muestra (n= 3.263) se detectó una alta prevalencia de datos desconocidos no registrados en las historias clínicas de 1.611 pacientes (49,37%) los cuales representan casi la mitad de la muestra total. Siguen en importancia los traumatismos causales con 1.257 casos (38,52%). El resto de las causas, representan menos de un 5% de los casos. La actividad deportiva representa 133 (4,08%), los accidentes de tráfico 92 (2,82%) y las causas por enfermedades médicas 137 datos (4,20%), entre éstas se hallan: polimialgia reumática, osteocondropatía, osteoartrosis generalizada, lumbociatalgia, condromalacia, artrosis generalizada. Los accidentes laborales y agresiones, suman el menor número de casos registrados con 33 (1%) casos. **Gráfico 11.**

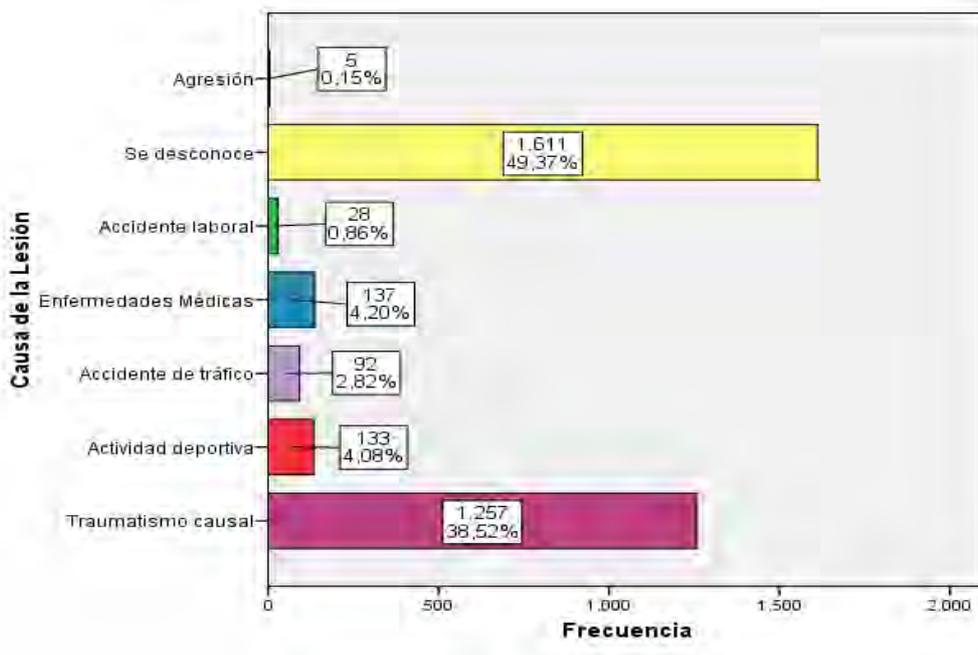


Gráfico 11

4.7.1. Causa de la lesión- Edad en Niños.

En los niños, al comparar las variables causa de la patología y la edad, el mayor porcentaje lo representan los traumatismos causales con 775 casos (55.7%). Es importante destacar el elevado número de Historias Clínicas que no recogen ningún registro sobre la etiología de la lesión, con 554 niños (39,8%) de un total de 1.392.

La actividad deportiva como factor desencadenante de la patología locomotora, está representado por 58 casos (4,2%) en todos los grupos, siendo el mayor número de casos la edad comprendida entre 7 y 11 años con 40 niños (22,9%).

Los accidentes de tráfico representan los porcentajes más bajos de causas de lesión, con un total de 5 niños (0,4%). Por grupo de edad se registraron entre los 7 a 11 años 3 niños (0,2%), entre los 12 a 14 años 2 casos (0,1%) y en menores de 6 años no hay registros de causa de lesión por accidentes de tráfico. **Gráfico 12 y Tabla IX.**

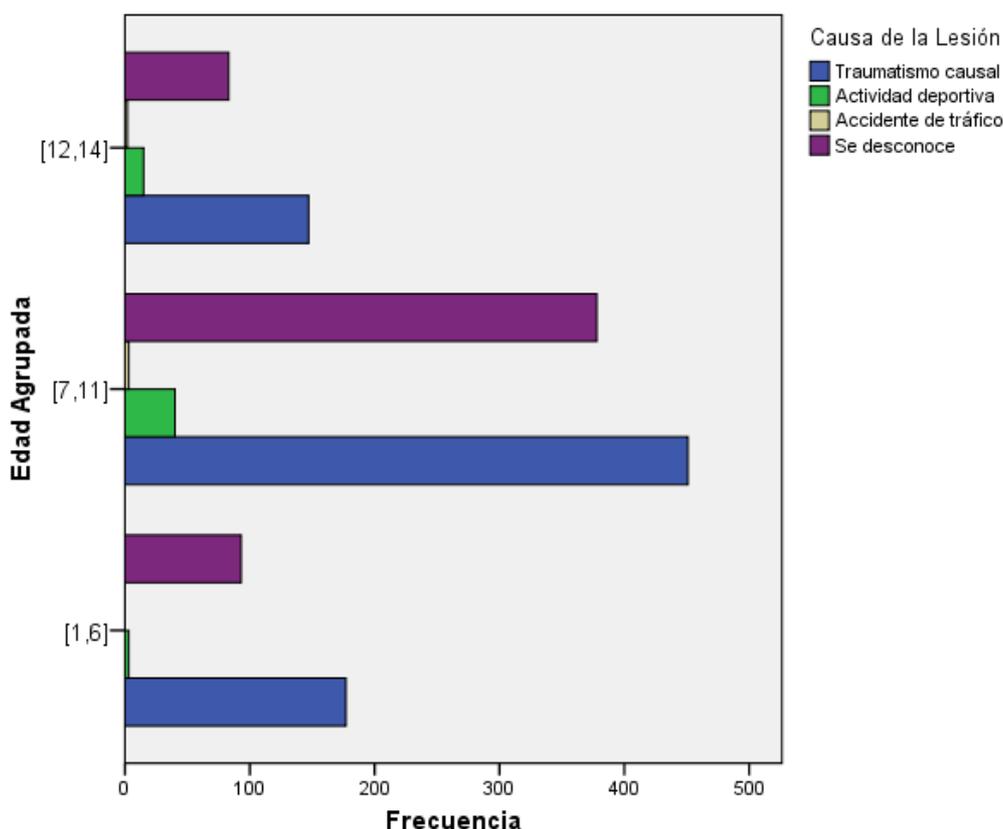


Gráfico 12

Tabla de contingencia Edad Agrupada * Causa de la Lesión

			Causa de la Lesión				Total
			Traumatismo causal	Actividad deportiva	Accidente de tráfico	Se desconoce	
Edad Agrupada	[1,6]	Recuento	177	3	0	93	273
		% del total	12,7%	,2%	,0%	6,7%	19,6%
	[7,11]	Recuento	451	40	3	378	872
		% del total	32,4%	2,9%	,2%	27,2%	62,6%
	[12,14]	Recuento	147	15	2	83	247
		% del total	10,6%	1,1%	,1%	6,0%	17,7%
Total	Recuento	775	58	5	554	1392	
	% del total	55,7%	4,2%	,4%	39,8%	100,0%	

Tabla IX

4.7.2. Causa de la lesión- Edad en Adultos.

En los cuatro subgrupos de adultos los resultados hallados son adscritos en su gran mayoría a datos desconocidos que representan a 1.057 pacientes (32,4%), seguido de 482 pacientes (14,8%) que corresponden a los traumatismos causales, le siguen las causas por enfermedades médicas con 137 casos (4,2%), los accidentes de tráfico 87 casos (2,7%), los accidentes deportivos 75 (2,3%), y los accidentes laborales en última instancia con 28 casos (0,9%). **Gráfico 13 y Tabla X.**

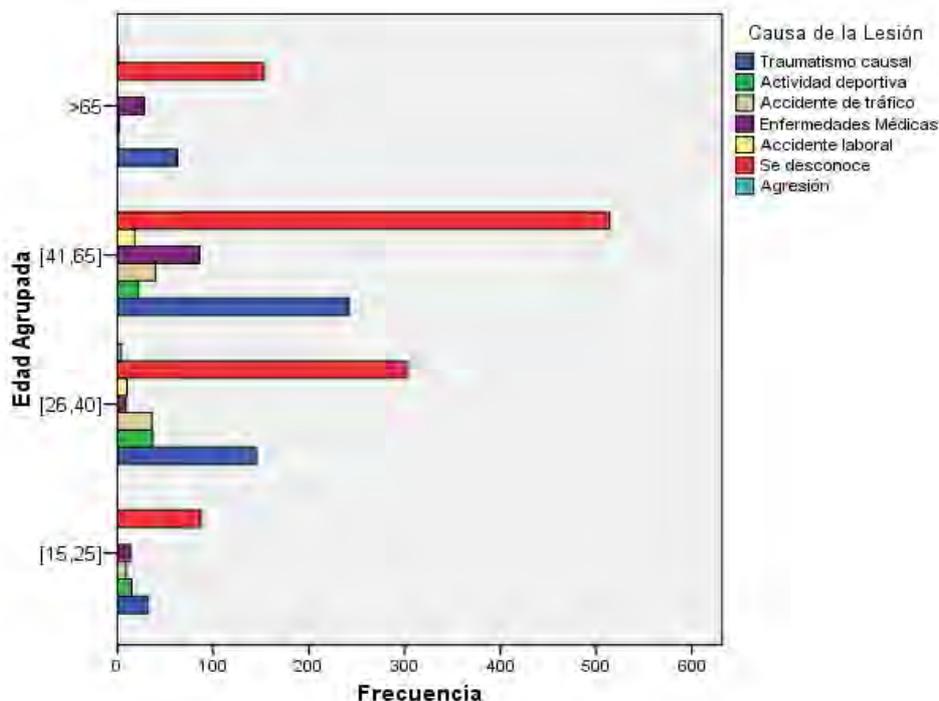


Gráfico 13

Tabla de contingencia Grupos de Edad * Causa Lesión Agrupada

			Causa Lesión Agrupada						Total	
			Traumatismo causal	Actividad deportiva	Accidente de tráfico	Medica	Accidente laboral	Se desconoce		Agresión
Grupos de Edad	Niños	Recuento	775	58	5	0	0	554	0	1392
		% del total	23,8%	1,8%	,2%	,0%	,0%	17,0%	,0%	42,7%
	Jóvenes/Adultos/Mayores	Recuento	482	75	87	137	28	1057	5	1871
		% del total	14,8%	2,3%	2,7%	4,2%	,9%	32,4%	,2%	57,3%
Total		Recuento	1257	133	92	137	28	1611	5	3263
		% del total	38,5%	4,1%	2,8%	4,2%	,9%	49,4%	,2%	100,0%

Tabla X

Teniendo en cuenta el total de las contingencias, es importante destacar que casi en la mitad de las historias clínicas (49,4%) se desconocen los datos de la etiología que desencadena la lesión.

Realizando una comparativa entre ambos grupos, los mayores porcentajes de registros hallados corresponden a traumatismos y a datos no registrados, siendo predominante en niños los primeros y en adultos la falta de información volcada a las historias clínicas.

Gráfico 14.

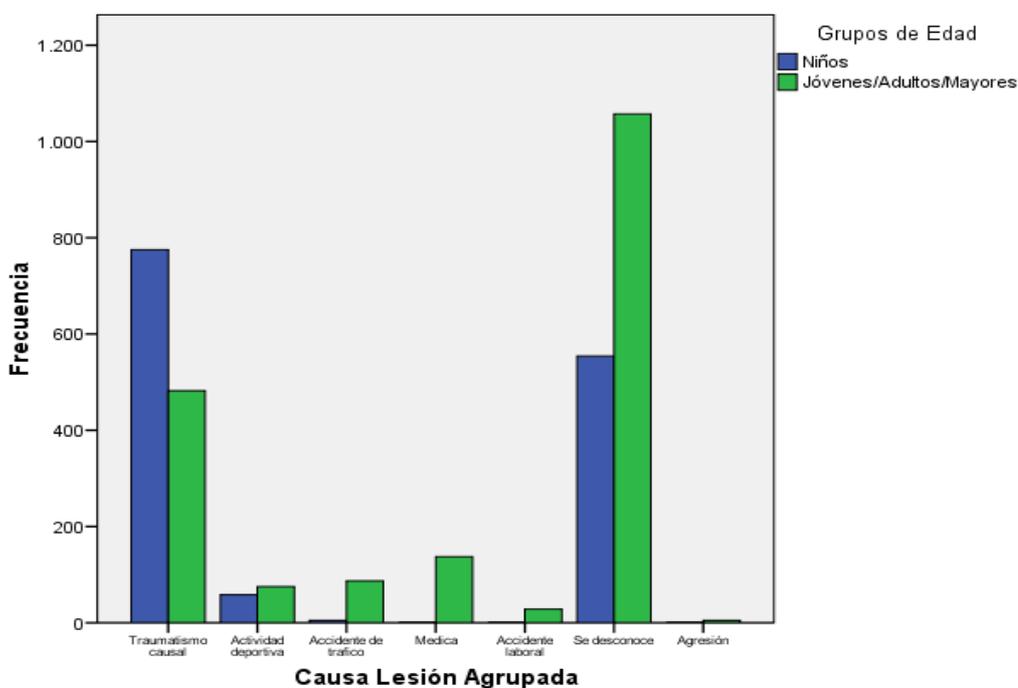


Gráfico 14

4.7.3. Causa de la lesión- Sexo.

A simple vista en el **Gráfico 15** destaca nuevamente, el elevado porcentaje de la ausencia de registros relacionados con la etiología de la lesión. Casi la mitad de las historias clínicas del estudio no registraron la causa de la patología, concretamente 1.611 pacientes (49,4%) siendo similar en ambos géneros el número de ausencia de datos, 801 (24,5%) en mujeres y 810 (24,8%) en varones. Los traumatismos son la segunda causa en importancia con un total de 1.257 datos (38,5%), mostrando una ligera dominancia del sexo femenino con 668 casos (20,5%) ante 589 (18,1%) sobre el sexo masculino. En cuanto a los accidentes deportivos se distingue un ligero aumento en hombres 85 (2,6%) ante 48 casos (1,5%) en mujeres.

Al comparar la causa de la lesión con el sexo, se observa que en las mujeres hay mayor porcentaje de enfermedades médicas (artrosis, osteomielitis, lumbalgias, osteocondropatías) con 94 casos (2,9%), que en los hombres con 43 casos (1,3%). Los accidentes laborales y de tráfico constituyen una causa que permite equiparar a ambos sexos, aunque con una ligera mayoría de registros en el sexo femenino, en ambos casos.

Gráfico 15 y Tabla XI.

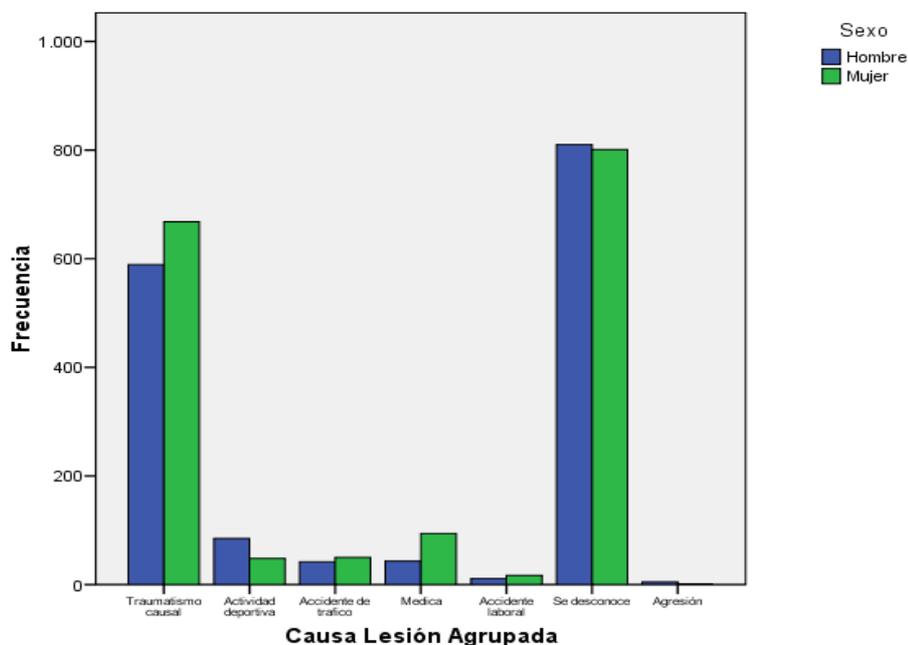


Gráfico 15

Tabla de contingencia Sexo * Causa Lesión Agrupada

			Causa Lesión Agrupada						Total	
			Traumatismo causal	Actividad deportiva	Accidente de trafico	Medica	Accidente laboral	Se desconoce		Agresión
Sexo	Hombre	Recuento	589	85	42	43	11	810	5	1585
		% del total	18,1%	2,6%	1,3%	1,3%	,3%	24,8%	,2%	48,6%
	Mujer	Recuento	668	48	50	94	17	801	0	1678
		% del total	20,5%	1,5%	1,5%	2,9%	,5%	24,5%	,0%	51,4%
Total		Recuento	1257	133	92	137	28	1611	5	3263
		% del total	38,5%	4,1%	2,8%	4,2%	,9%	49,4%	,2%	100,0%

Tabla XI

4.8. Diagnóstico.

La **Tabla XII** proporciona información sobre los diagnósticos analizados y sus porcentajes. Destaca la prevalencia de los esguinces en más de la mitad de la muestra estudiada (n=3.263), con 1.728 casos (53%), localizándose el 41.4% en miembro inferior y el 9.7% en miembro superior. El resto de los diagnósticos se encontraron en menor porcentaje, fracturas en general 27,7%; artrosis 1,5%; artropatías 2,3%; gonalgia 2,8%; lumbalgias 5,7%; osteocondropatías 1,3%; osteomielitis 0,1%; traumatismos 2.3%. **Gráfico 16 y Tabla XII.**

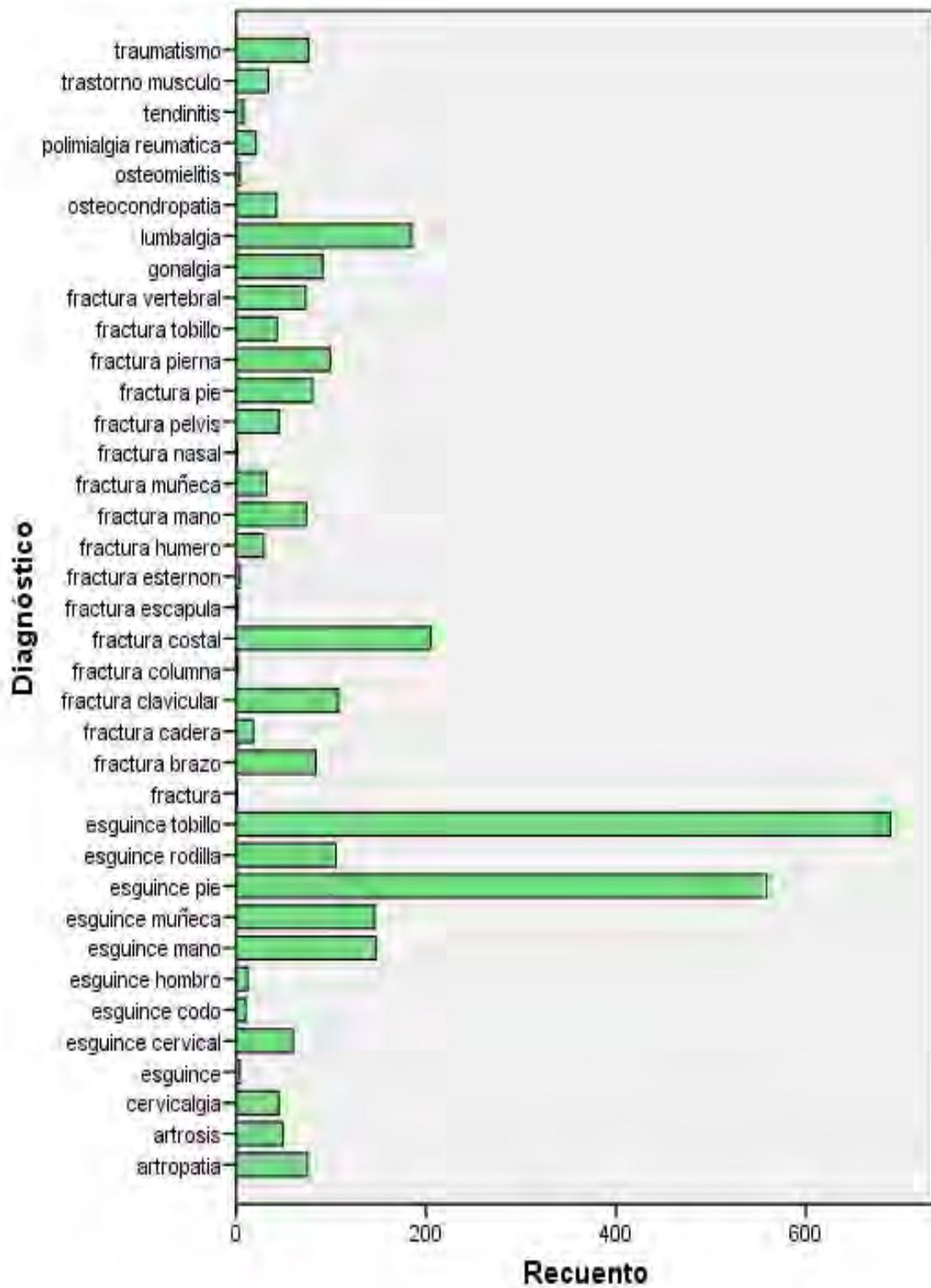


Gráfico 16

		Recuento	% del N total
Diagnóstico	artropatía	75	2,3%
	artrosis	49	1,5%
	cervicalgia	45	1,4%
	esguince	4	,1%
	esguince cervical	60	1,8%
	esguince codo	10	,3%
	esguince hombro	12	,4%
	esguince mano	147	4,5%
	esguince muñeca	146	4,5%
	esguince pie	559	17,1%
	esguince rodilla	105	3,2%
	esguince tobillo	689	21,1%
	fractura	1	,0%
	fractura brazo	84	2,6%
	fractura cadera	18	,6%
	fractura clavicular	108	3,3%
	fractura columna	2	,1%
	fractura costal	205	6,3%
	fractura escápula	2	,1%
	fractura esternón	4	,1%
	fractura humero	29	,9%
	fractura mano	74	2,3%
	fractura muñeca	32	1,0%
	fractura nasal	1	,0%
	fractura pelvis	45	1,4%
	fractura pie	81	2,5%
	fractura pierna	99	3,0%
	fractura tobillo	43	1,3%
	fractura vertebral	73	2,2%
	gonalgia	91	2,8%
	lumbalgia	185	5,7%
	osteocondropatía	42	1,3%
	osteomielitis	4	,1%
	polimialgia reumática	21	,6%
	tendinitis	8	,2%
	trastorno músculo	34	1,0%
	traumatismo	76	2,3%

Tabla XII

4.9. Tratamiento.

Cuando estudiamos la variable tratamiento, al observar el **Gráfico 17** destaca en él, el gran número de pacientes que requieren tratamiento médico (3.095 pacientes), siendo el 94,85% de la muestra (n=3.263). El registro de los tratamientos combinados, médico y quirúrgico, representan 107 casos (3,28%), y solo 2 casos (0,06%) corresponden a procedimientos quirúrgicos. Así mismo, el número de historias clínicas que no reportan información sobre los tratamientos realizados es bajo, con 59 casos (1,81%). **Gráfico 17.**

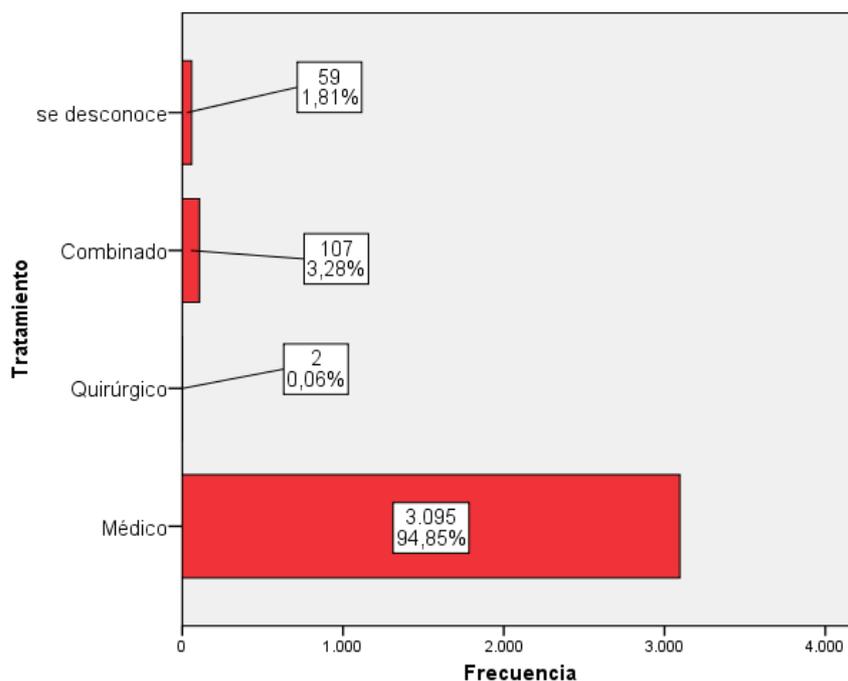


Gráfico 17

4.10. Derivación.

En las historias clínicas de la muestra poblacional (n=3263), la mayoría de los pacientes 1.395 (42,77%), fueron remitidos a su domicilio lo que significa que no se realizó ninguna derivación a especialistas o centro de mayor complejidad. En segundo lugar le siguen las remisiones para la valoración con el especialista de traumatología del Hospital General de Lanzarote, con un total de 970 pacientes (29,74%), continuando en importancia la derivación desde el centro de salud al servicio de urgencias hospitalario, con 773 casos (23,70%). Las restantes derivaciones representan 44 casos (1,34%) del

total y entre ellas se encuentran, 21 casos derivados desde la consulta de atención primaria a la mutua (0,64%), 2 casos a neurología (0,06%), 17 a reumatología (0,52%) y 4 pacientes remitidos a medicina interna (0,12%). Así mismo, 80 de las historias clínicas (2,45%) no recogen los datos referentes a la derivación.

Teniendo en cuenta que el principal tratamiento prescrito es médico, como vimos en el **Gráfico 17**, y que en cuanto a la atención recibida, casi la mitad de los pacientes fueron resueltos en el CS, y remitidos a su domicilio; esto nos lleva a reflexionar, que los problemas del aparato locomotor detectados en la población estudiada son leves, aunque no se puede evidenciar ante la falta de registros volcados en las historias clínicas sobre estos datos. **Gráfico 18**.

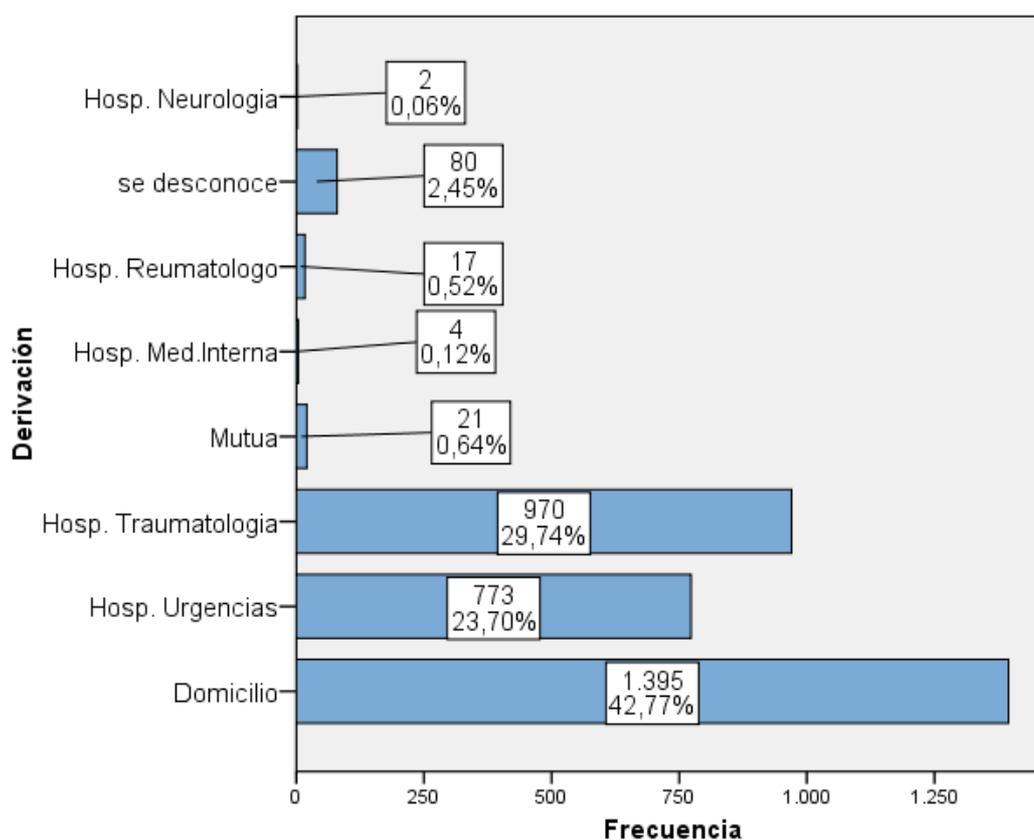


Gráfico 18

4.10.1. Derivación – Localización patología.

Relacionando la derivación del paciente con la localización de la patología, el mayor número de derivaciones tanto a domicilio, traumatología y urgencias corresponde a las afecciones ubicadas en miembro inferior, siguiendo en importancia la derivación de las patologías en hombro y miembro superior.

Del 42,8% del total de remisiones al domicilio, 826 casos (25,3%) se realizaron por afecciones de miembro inferior; y en porcentajes casi por igual, al Servicio de COT y a urgencias: 13,9% y 13,3% respectivamente. En segundo lugar el 18,1% corresponde a la derivación por patologías de extremidad superior y hombro, con poca variación porcentual en las tres derivaciones predominantes del estudio: domicilio (5,4%), urgencias hospitalarias (5,9%) y traumatología (6,3%), coincidiendo con lo observado en la derivación de enfermedades locomotoras de tronco. En las derivaciones debidas a las afecciones de la columna vertebral se derivan pocos casos a urgencias (0,9%), la mayoría regresa a su domicilio (5,9%). Ninguna afección de cabeza y cuello fue remitida al servicio de traumatología, en cambio se derivaron al Servicio de Urgencias Hospitalaria 9 pacientes (0,3%) del total de la muestra estudiada. **Gráfico 19.**

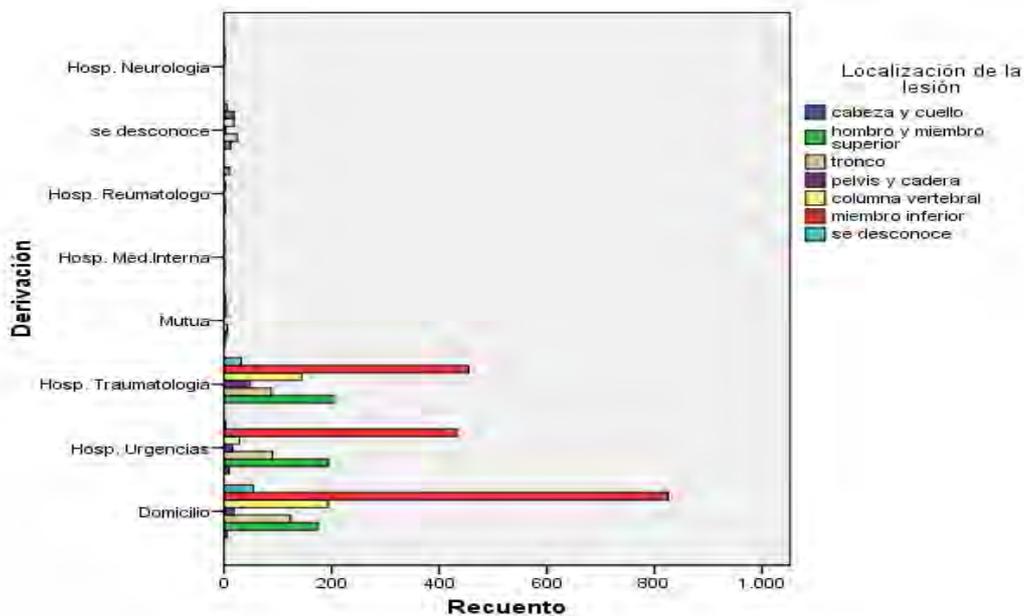


Gráfico 19

Tabla de contingencia Derivación * Localización de la lesión

Derivación	Domicilio		Localización de la lesión						Total	
			cabeza y cuello	hombro y miembro superior	tronco	pelvis y cadera	columna vertebral	miembro inferior		se desconoce
		Recuento	5	175	124	18	193	826	54	1395
		% del total	,2%	5,4%	3,8%	,6%	5,9%	25,3%	1,7%	42,8%
	Hosp. Urgencias	Recuento	9	194	90	16	28	433	3	773
		% del total	,3%	5,9%	2,8%	,5%	,9%	13,3%	,1%	23,7%
	Hosp. Traumatología	Recuento	0	204	88	47	144	455	32	970
		% del total	,0%	6,3%	2,7%	1,4%	4,4%	13,9%	1,0%	29,7%
	Mutua	Recuento	1	4	6	0	4	4	2	21
		% del total	,0%	,1%	,2%	,0%	,1%	,1%	,1%	,6%
	Hosp. Med.Interna	Recuento	0	1	1	0	1	0	1	4
		% del total	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,1%
	Hosp. Reumatologo	Recuento	0	2	1	0	3	0	11	17
		% del total	,0%	,1%	,0%	,0%	,1%	,0%	,3%	,5%
	se desconoce	Recuento	0	12	24	3	18	18	5	80
		% del total	,0%	,4%	,7%	,1%	,6%	,6%	,2%	2,5%
	Hosp. Neurologia	Recuento	0	0	0	0	1	1	0	2
		% del total	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,1%
Total		Recuento	15	592	334	84	392	1737	108	3262
		% del total	,5%	18,1%	10,2%	2,6%	12,0%	53,2%	3,3%	100,0%

Tabla XIII

4.10.2. Derivación – Municipio de residencia.

Si comparamos la variable derivación con el lugar de residencia como nos muestra el **Gráfico 20** y la **Tabla XIV**, en todos los municipios se observa el mismo patrón de derivación anteriormente expuesto, indistintamente de la zona de residencia del paciente. Tres de los principales municipios, Arrecife, San Bartolomé y Tías, presentan el mayor número de derivaciones registradas, coincidentes con el mayor número de habitantes censados. Se registraron en Arrecife un total de 1.313 derivaciones (40,3%), siendo casi la mitad remitidos al domicilio con 578 pacientes (17,7%), presentando similares porcentajes de derivación tanto a traumatología como a urgencias del hospital, con 10,9% y 10,3% casos respectivamente.

San Bartolomé es el segundo municipio en importancia de derivación pero es el cuarto en número de habitantes censados, con un total de 686 remisiones (21,0%). Los municipios de Tías y Tegui se presentan un total de derivaciones similares, Tías con 396 datos (12,1%) y Tegui con 302 (9,3%). El resto de los municipios pertenecen a las zonas rurales, donde se encuentra el menor porcentaje de habitantes de la isla: Yaiza, Tinajo y Haría, y el menor número de derivaciones registradas, sumando entre todos 565 casos (17,3%). **Gráfico 20 y Tabla XIV.**

Gráfico de barras

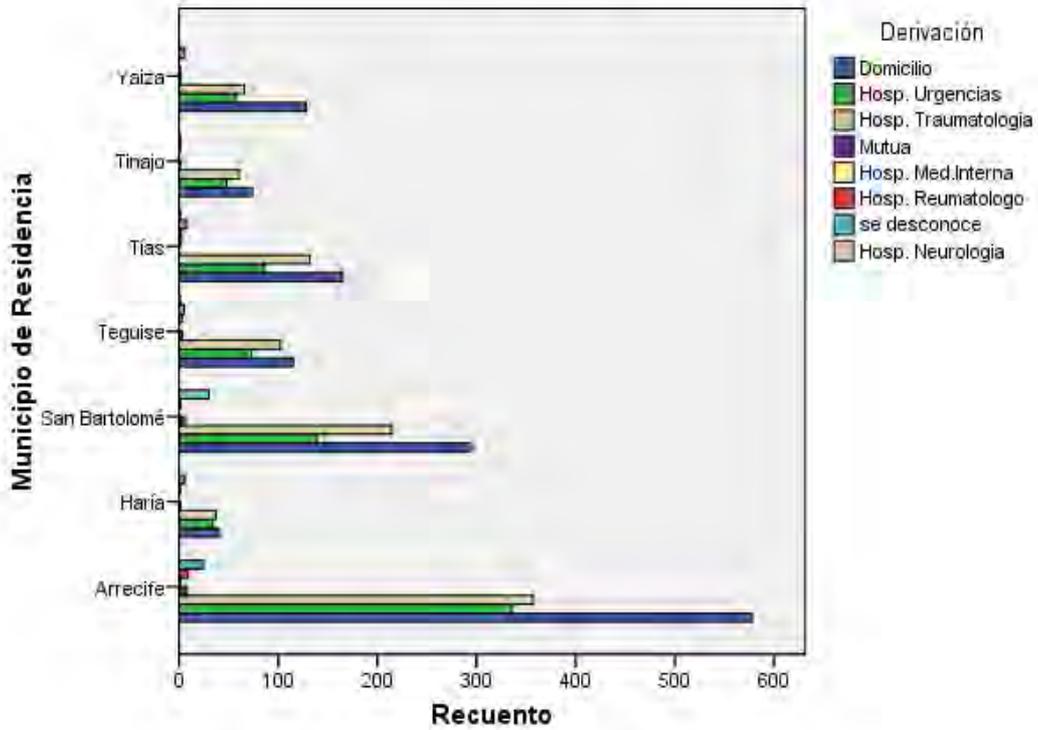


Gráfico 20

Tabla de contingencia Derivación * Municipio de Residencia

Derivación		Municipio de Residencia							Total
		Arrecife	Haría	San Bartolomé	Teguiise	Tías	Tinajo	Yaiza	
Domicilio	Recuento	578	40	295	115	165	74	128	1395
	% del total	17,7%	1,2%	9,0%	3,5%	5,1%	2,3%	3,9%	42,8%
Hosp. Urgencias	Recuento	336	34	139	73	86	48	57	773
	% del total	10,3%	1,0%	4,3%	2,2%	2,6%	1,5%	1,7%	23,7%
Hosp. Traumatología	Recuento	357	37	215	102	132	61	66	970
	% del total	10,9%	1,1%	6,6%	3,1%	4,0%	1,9%	2,0%	29,7%
Mutua	Recuento	8	1	6	3	0	1	2	21
	% del total	,2%	,0%	,2%	,1%	,0%	,0%	,1%	,6%
Hosp. Med. Interna	Recuento	1	0	0	0	2	0	1	4
	% del total	,0%	,0%	,0%	,0%	,1%	,0%	,0%	,1%
Hosp. Reumatologo	Recuento	9	1	1	3	2	1	0	17
	% del total	,3%	,0%	,0%	,1%	,1%	,0%	,0%	,5%
se desconoce	Recuento	24	6	30	5	8	1	6	80
	% del total	,7%	,2%	,9%	,2%	,2%	,0%	,2%	2,5%
Hosp. Neurologia	Recuento	0	0	0	1	1	0	0	2
	% del total	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,1%
Total	Recuento	1313	119	686	302	396	186	260	3262
	% del total	40,3%	3,6%	21,0%	9,3%	12,1%	5,7%	8,0%	100,0%

Tabla XIV

4.11. Época estacional.

Se analizó la época estacional en que se producen las afecciones del sistema osteoarticular, para detectar si los cambios climáticos que conlleva cada estación interfieren en las patologías del presente estudio. Se observa en el **Gráfico 21** que el número de afecciones locomotoras es similar en cada época del año. De todos modos se detecta una ligera fluctuación entre las mismas, siendo mayor el número de casos de patología locomotora en otoño con 918 casos (28,13%), le sigue en prevalencia el invierno con 830 casos (25,44%); siendo el verano con 724 casos (22,19%), la época anual con menor porcentaje de casos registrados. **Gráfico 21.**

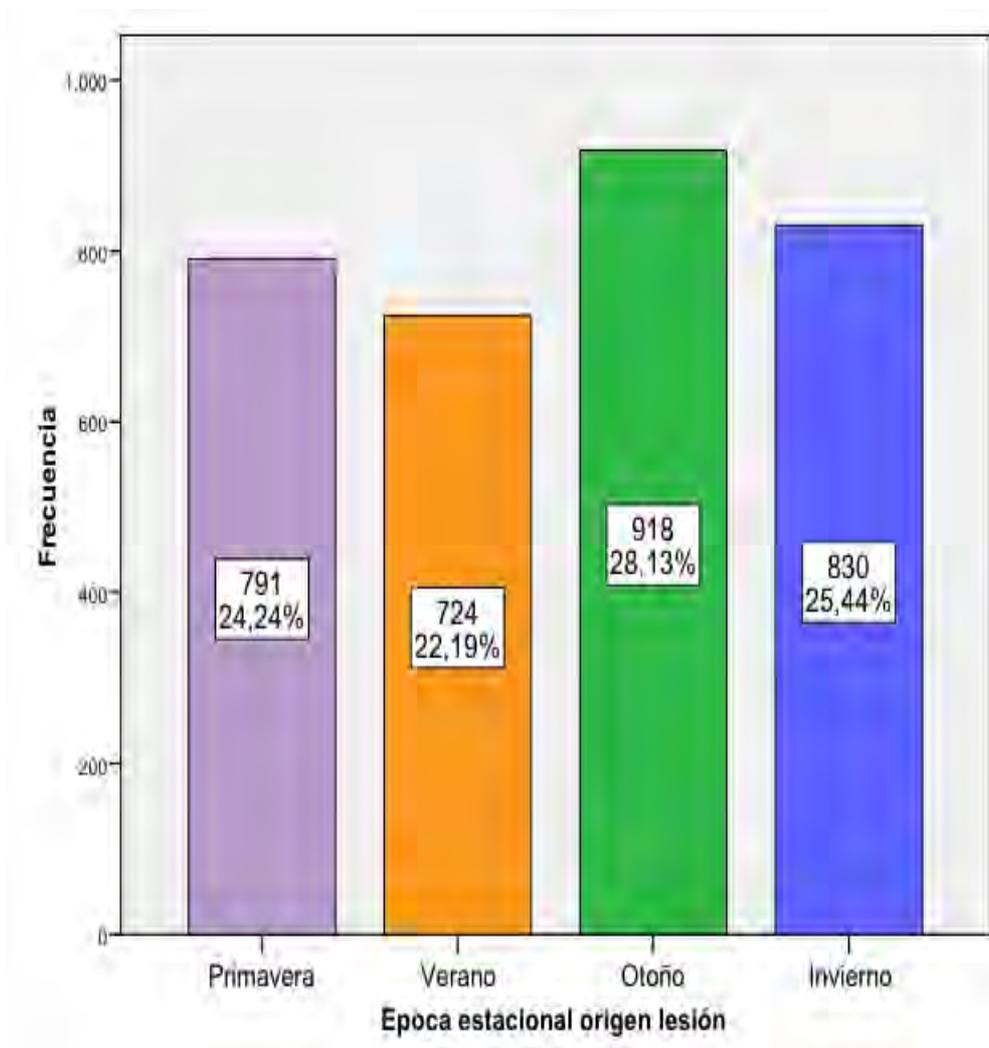


Gráfico 21

4.11.1. Época estacional- Edad.

Vistos los resultados anteriormente presentados en cuanto a la época estacional en que se originan las lesiones en relación a las manifestaciones de las afecciones locomotoras, se ha creído de interés conocer cómo afectan dichos cambios estacionales en cada subgrupo de edad en adultos y niños.

Se ha comprobado que los adultos con edades establecidas entre los 41 a los 65 años son más proclives a presentar patología locomotora en todas las estaciones localizándose más casos en los meses que corresponden al invierno (7,9%) y al verano (7,7%) en segundo lugar; y de forma similar afectan a los adultos entre 26 y 40 años, las estaciones en invierno con el mayor porcentaje de casos (5,0%) y en verano, también ocupando el segundo lugar (4,3%).

Desde los 15 a los 25 años la tendencia de la mayoría de datos se manifiesta en verano (1,5%), y en los mayores de 65 años hay una mayor prevalencia de patología osteoarticular registrada en otoño (2,3%).

Al evaluar el $p\text{-valor}=0.065 > 0.05$, utilizando el Test de la Chi-Cuadrado, concluimos que no existe asociación significativa entre el grupo de Edad de los adultos y la Época estacional. **Gráfico 22** y **Tabla XV**.

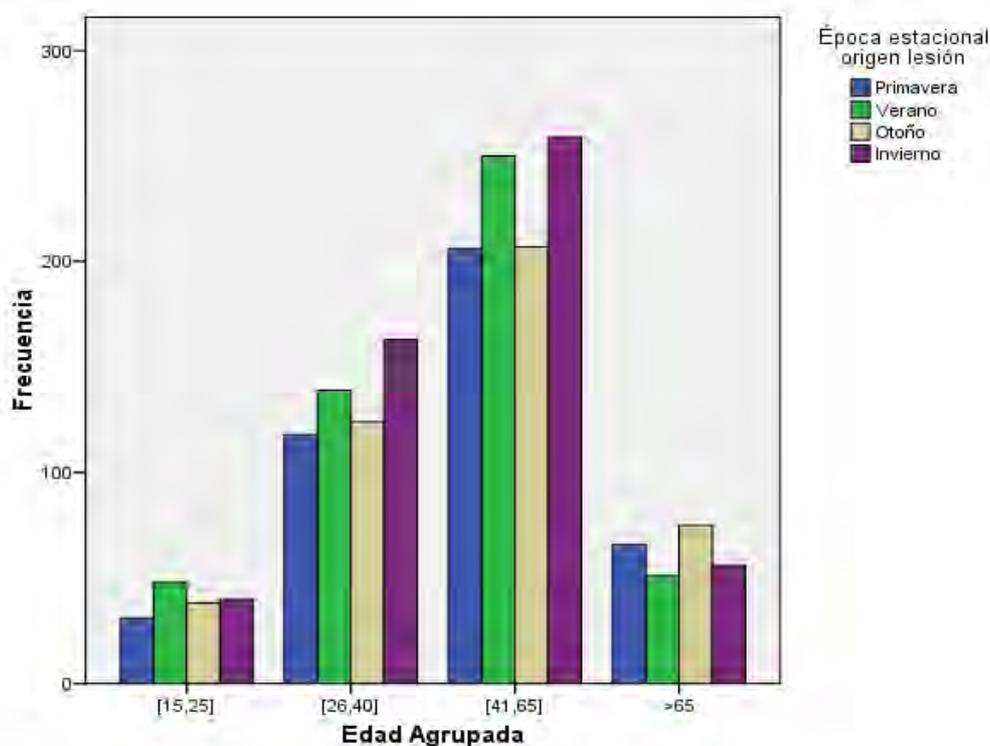


Gráfico 22

Si se tiene en cuenta el número de niños estudiados menores de 15 años (1.392 casos), y la época estacional donde se producen las lesiones; se observa que es en el otoño donde se produce el mayor porcentaje de casos de afecciones locomotoras (34,1%).

Por grupo de edad, son los niños entre 7 y 11 años los que más afecciones presentan en todas las estaciones anuales.

Después del otoño, la segunda época estacional con más casos de patología osteoarticular registrada, en los menores de 6 años, es la primavera (4,9%); y en los niños de 12 a 14 años, es el invierno (5,2%).

Todo lo expresado, implica que existe asociación significativa entre los grupos de edad de los niños y la época estacional. **Gráfico 23 y Tabla XV.**

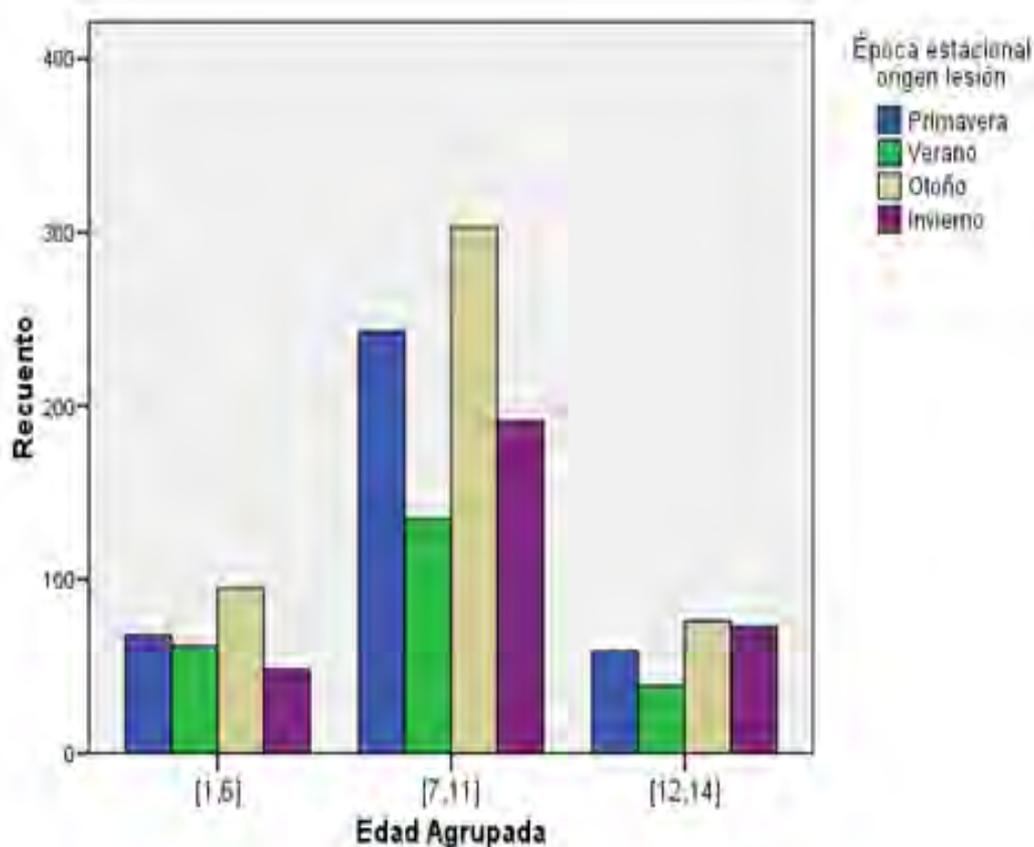


Gráfico 23

Tabla de contingencia Edad Agrupada * Época estacional origen lesión * Grupos de Edad

Grupos de Edad				Época estacional origen lesión				Total
				Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Niños	Edad Agrupada	[1,6]	Recuento	68	62	95	48	273
			% del total	4,9%	4,5%	6,8%	3,4%	19,6%
		[7,11]	Recuento	243	135	303	191	872
			% del total	17,5%	9,7%	21,8%	13,7%	62,6%
		[12,14]	Recuento	59	39	76	73	247
			% del total	4,2%	2,8%	5,5%	5,2%	17,7%
		Total	Recuento	370	236	474	312	1392
			% del total	26,6%	17,0%	34,1%	22,4%	100,0%
Jóvenes/Adultos/Mayores	Edad Agrupada	[15,25]	Recuento	31	48	38	40	157
			% del total	1,7%	2,6%	2,0%	2,1%	8,4%
		[26,40]	Recuento	118	139	124	163	544
			% del total	6,3%	7,4%	6,6%	8,7%	29,1%
		[41,65]	Recuento	206	250	207	259	922
			% del total	11,0%	13,4%	11,1%	13,8%	49,3%
		>65	Recuento	66	51	75	56	248
			% del total	3,5%	2,7%	4,0%	3,0%	13,3%
	Total	Recuento	421	488	444	518	1871	
		% del total	22,5%	26,1%	23,7%	27,7%	100,0%	

Tabla XV

4.11.2. Época estacional – Sexo.

Al investigar las diferencias de género en relación a las estaciones anuales, como razón para que se revelen las patologías locomotoras, se encuentra que no hay una prevalencia marcada de uno u otro sexo en ninguna de las cuatro estaciones, manifestándose de forma prácticamente equitativa su distribución. Se observa una sutil dominancia de mujeres en todas las estaciones, excepto los registros obtenidos en verano donde se encuentra la misma cantidad de individuos 362 (50%) en ambos sexos.

El $p\text{-valor}=0.537 > 0.05$, utilizando el Test de la Chi-Cuadrado, implica que no existe asociación significativa entre la Época estacional y el género. **Gráfico 24 y Tabla XVI.**

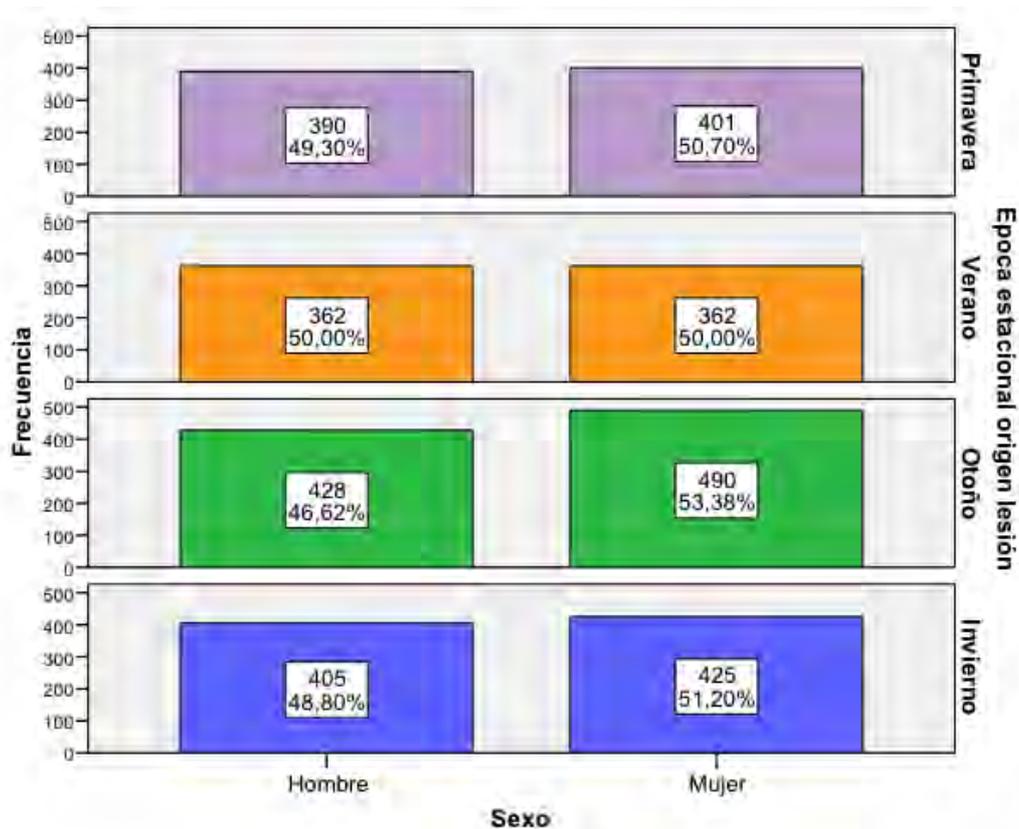


Gráfico 24

Tabla de contingencia Sexo * Época estacional origen lesión

			Época estacional origen lesión				Total
			Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Sexo	Hombre	Recuento	390	362	428	405	1585
		Frecuencia esperada	384,2	351,7	445,9	403,2	1585,0
	Mujer	Recuento	401	362	490	425	1678
		Frecuencia esperada	406,8	372,3	472,1	426,8	1678,0
Total		Recuento	791	724	918	830	3263
		Frecuencia esperada	791,0	724,0	918,0	830,0	3263,0

Tabla XVI

4.11.3. Época estacional – Residencia.

La época estacional no se detecta como determinante de las patologías locomotoras como se detalló anteriormente, lo cual se reafirma al compararlo con el lugar de residencia donde el número de casos de patologías se comportan de forma similar en cada estación anual. Solo hay ligeras diferencias encontradas, así en el municipio de Arrecife, San Bartolomé y Tegui se destaca la estación de otoño, mientras que en

Haría, Tías y Yaiza se detectan más casos en primavera. Es solo en el municipio de Tinajo donde se han hallado más casos en invierno. **Gráfico 25.**

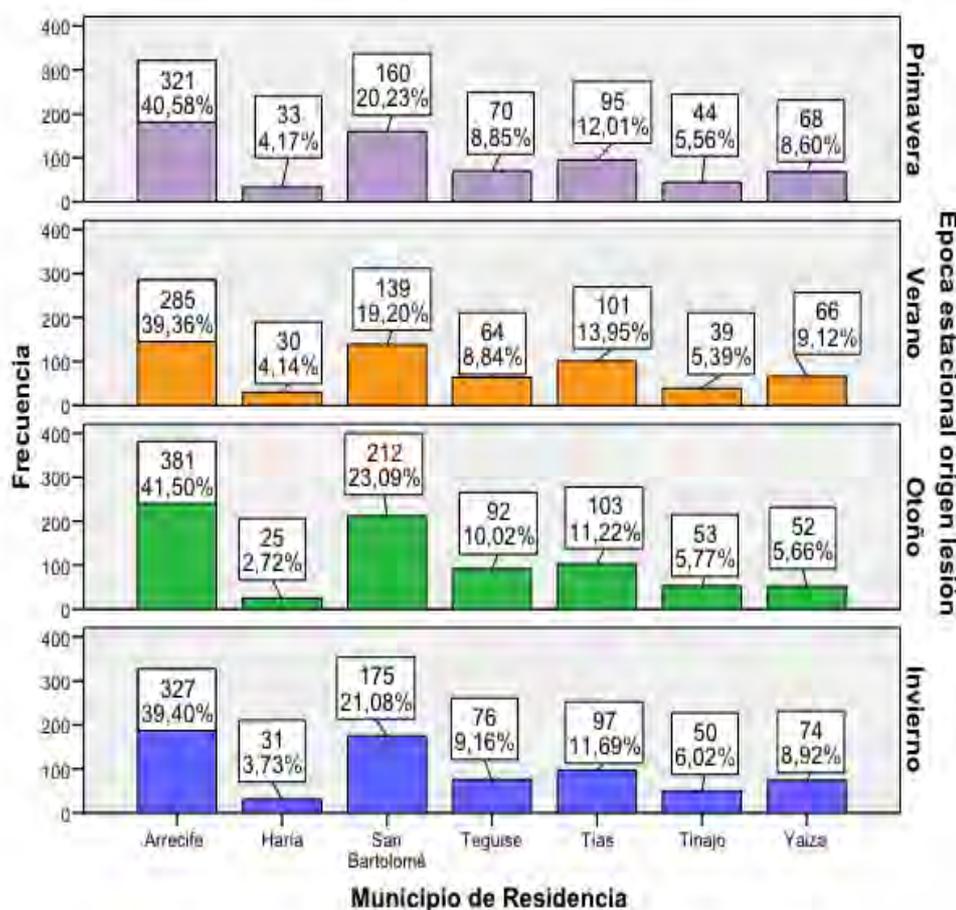


Gráfico 25

4.11.4. Época estacional – Causa de la lesión.

Al relacionar causa de la lesión con la época estacional, se observa que en las cuatro estaciones anuales, la misma etiología tiene una distribución con similares porcentajes de casos.

No destacan dentro de las causas ninguna estación, cada patología estudiada tiene un porcentaje similar de casos independientemente de la época del año en que se produce, pero al evaluar el $p\text{-valor} = 0.024 < 0.05$, utilizando el Test de la Chi-Cuadrado, vemos que existe una asociación significativa entre Época estacional y causa de la lesión.

En otoño se registra el mayor número de causas de lesión con 918 (28,1%), siguiendo en importancia el invierno con 830 casos (25,4%), siendo la época del verano la de menos datos detectados 724 (22,2%).

Entre los adultos y niños, en todas las estaciones del año los traumatismos son la causa principal de lesión con 1.257 pacientes (38,5%) siendo el otoño el periodo con mayores casos 382 casos (11,7%). Cabe destacar que el menor porcentaje hallado de causas está representado por los accidentes laborales con 28 datos (0,9%) registrando en verano la mayor casuística, los cuales se atienden y registran en las mutualidades de accidentes laborales.

Las enfermedades médicas del aparato locomotor aumentan en invierno (1,4%); al igual que los accidentes de tráfico (0,9%), y que las lesiones por actividad deportiva (1,3%), que presentan en invierno, el mayor número de casos.

Los datos desconocidos no registrados en las historias clínicas sobre la etiología, se encuentran en porcentajes similares en todas las épocas del año, primavera 12%, verano 11,1%, otoño 13,5% e invierno 12,8%.

Según la **Tabla XVII** las causas por agresión representan el menor número de individuos estudiados 0,2%, y del total de los 5 casos, 3 se registraron en verano.

Gráfico 26 y Tabla XVII.

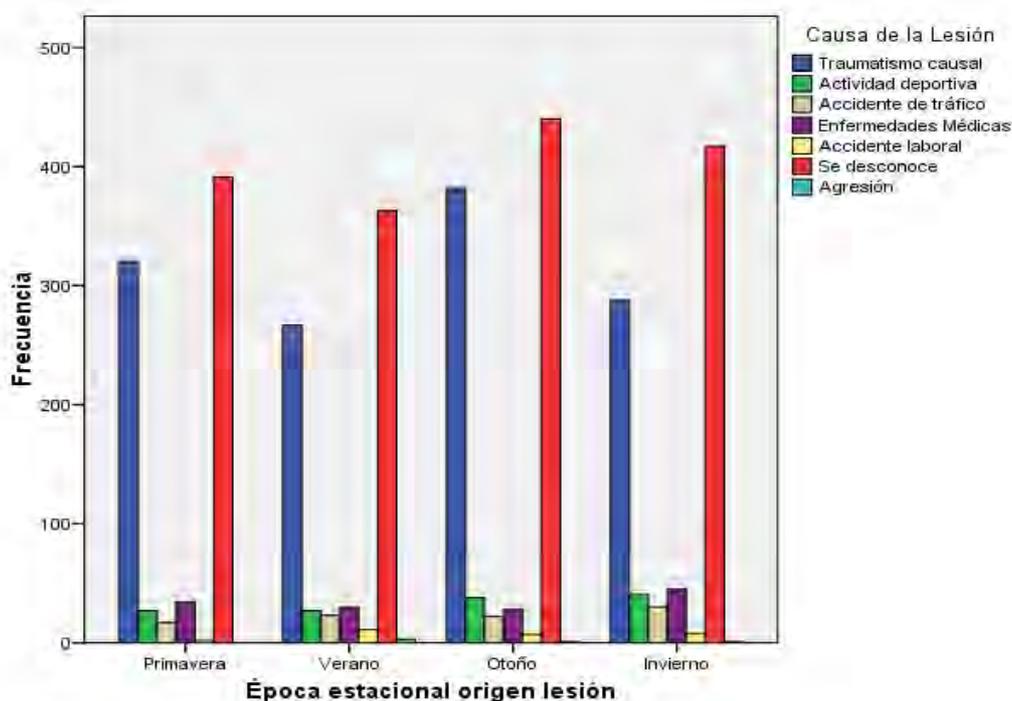


Gráfico 26

Tabla de contingencia Época estacional origen lesión * Causa Lesión Agrupada

			Causa Lesión Agrupada						Total	
			Traumatismo causal	Actividad deportiva	Accidente de tráfico	Medica	Accidente laboral	Se desconoce		Agresión
Época estacional origen lesión	Primavera	Recuento	320	27	17	34	2	391	0	791
		% del total	9,8%	,8%	,5%	1,0%	,1%	12,0%	,0%	24,2%
	Verano	Recuento	267	27	23	30	11	363	3	724
		% del total	8,2%	,8%	,7%	,9%	,3%	11,1%	,1%	22,2%
	Otoño	Recuento	382	38	22	28	7	440	1	918
		% del total	11,7%	1,2%	,7%	,9%	,2%	13,5%	,0%	28,1%
	Invierno	Recuento	288	41	30	45	8	417	1	830
		% del total	8,8%	1,3%	,9%	1,4%	,2%	12,8%	,0%	25,4%
Total		Recuento	1257	133	92	137	28	1611	5	3263
		% del total	38,5%	4,1%	2,8%	4,2%	,9%	49,4%	,2%	100,0%

Tabla XVII

4.11.5. Época estacional – Localización de lesión.

El mayor número de casos registrados de la localización de la lesión se detecta en dos épocas estacionales, como lo muestra la **Tabla XVIII**. En otoño predominan los registros de localización en hombro, miembro superior e inferior, pelvis y cadera con 722 casos; y en verano predomina las lesiones de cabeza y cuello, tronco, y columna vertebral con 205 casos del total de 3.263 pacientes.

En segundo lugar de prevalencia de datos, se encuentra la primavera y el invierno, con respecto a la localización de patologías. En primavera se detectaron 533 casos en miembro inferior, columna vertebral y, cabeza y cuello; y en invierno con 278 localizaciones en hombro y miembro superior, tronco, pelvis y cadera.

La localización con menos datos registrados es cabeza y cuello, que corresponde a 15 casos, donde 5 casos que son la mayoría de la muestra, se produjeron en verano.

Del total de Historias Clínicas evaluadas 3.263, solo en 108 (3,3%) no se registraron los datos sobre la localización de la lesión o patología; correspondiendo a la primavera, el periodo de mayor falta de registros.

Gracias al $p\text{-valor} = 0.002 < 0.05$, utilizando el Test de la Chi-Cuadrado, se observa una significación entre la época estacional y la localización de lesión. **Gráfico 27 y Tabla XVIII**.

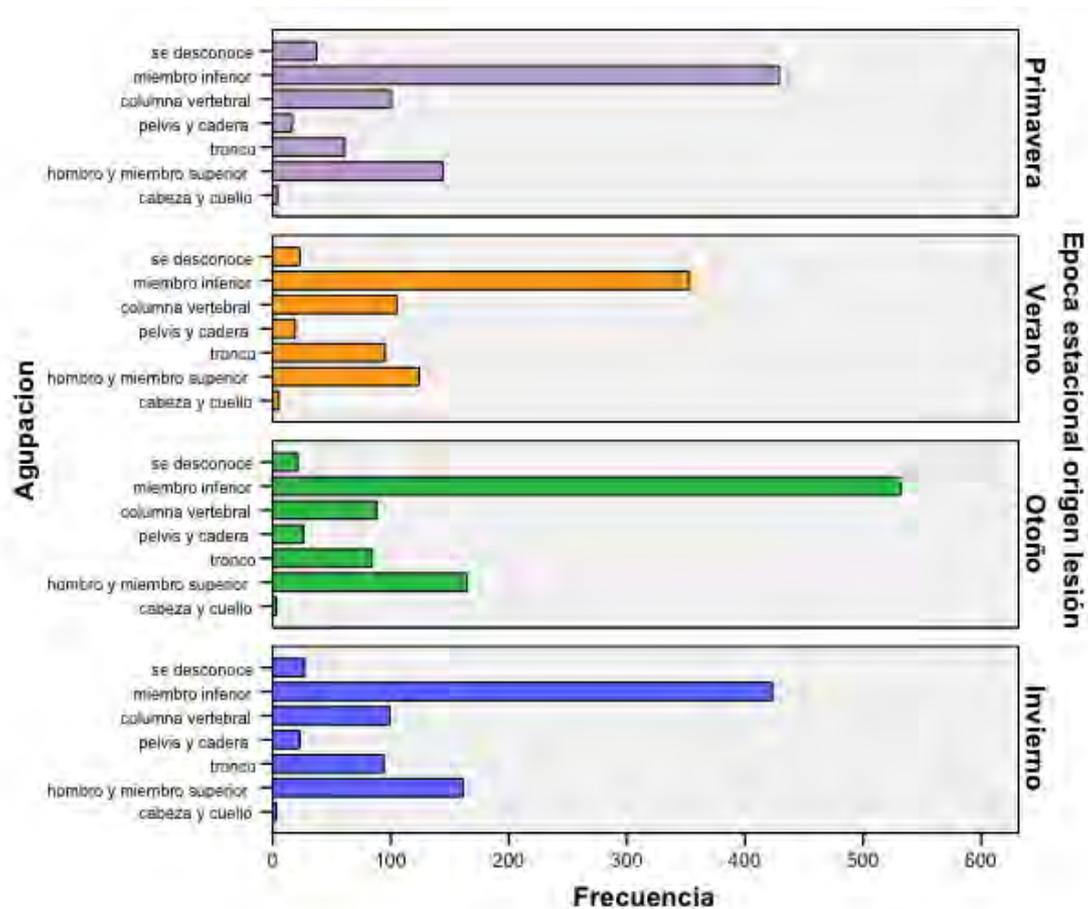


Gráfico 27

Tabla de contingencia Localización de la Lesión * Época estacional origen lesión

Localización de la Lesión		Época estacional origen lesión				Total
		Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
cabeza y cuello	Recuento	4	5	3	3	15
	Frecuencia esperada	3,6	3,3	4,2	3,8	15,0
hombro y miembro superior	Recuento	144	124	164	161	593
	Frecuencia esperada	143,8	131,6	166,8	150,8	593,0
tronco	Recuento	61	95	84	94	334
	Frecuencia esperada	81,0	74,1	94,0	85,0	334,0
pelvis y cadera	Recuento	16	19	26	23	84
	Frecuencia esperada	20,4	18,6	23,6	21,4	84,0
columna vertebral	Recuento	100	105	88	99	392
	Frecuencia esperada	95,0	87,0	110,3	99,7	392,0
miembro inferior	Recuento	429	353	532	423	1737
	Frecuencia esperada	421,1	385,4	488,7	441,8	1737,0
se desconoce	Recuento	37	23	21	27	108
	Frecuencia esperada	26,2	24,0	30,4	27,5	108,0
Total	Recuento	791	724	918	830	3263
	Frecuencia esperada	791,0	724,0	918,0	830,0	3263,0

Tabla XVIII

4.11.6. Época estacional – Tratamiento.

El tratamiento suministrado no ha sufrido cambios en función de las diferentes estaciones del año, por lo que podemos comentar nuevamente que el tratamiento médico sobresale frente al tratamiento combinado, habiendo una baja influencia de datos desconocidos. Destacamos que las variaciones anuales de estación no determinan el tipo de tratamiento impartido en la población. **Gráfico 28.**

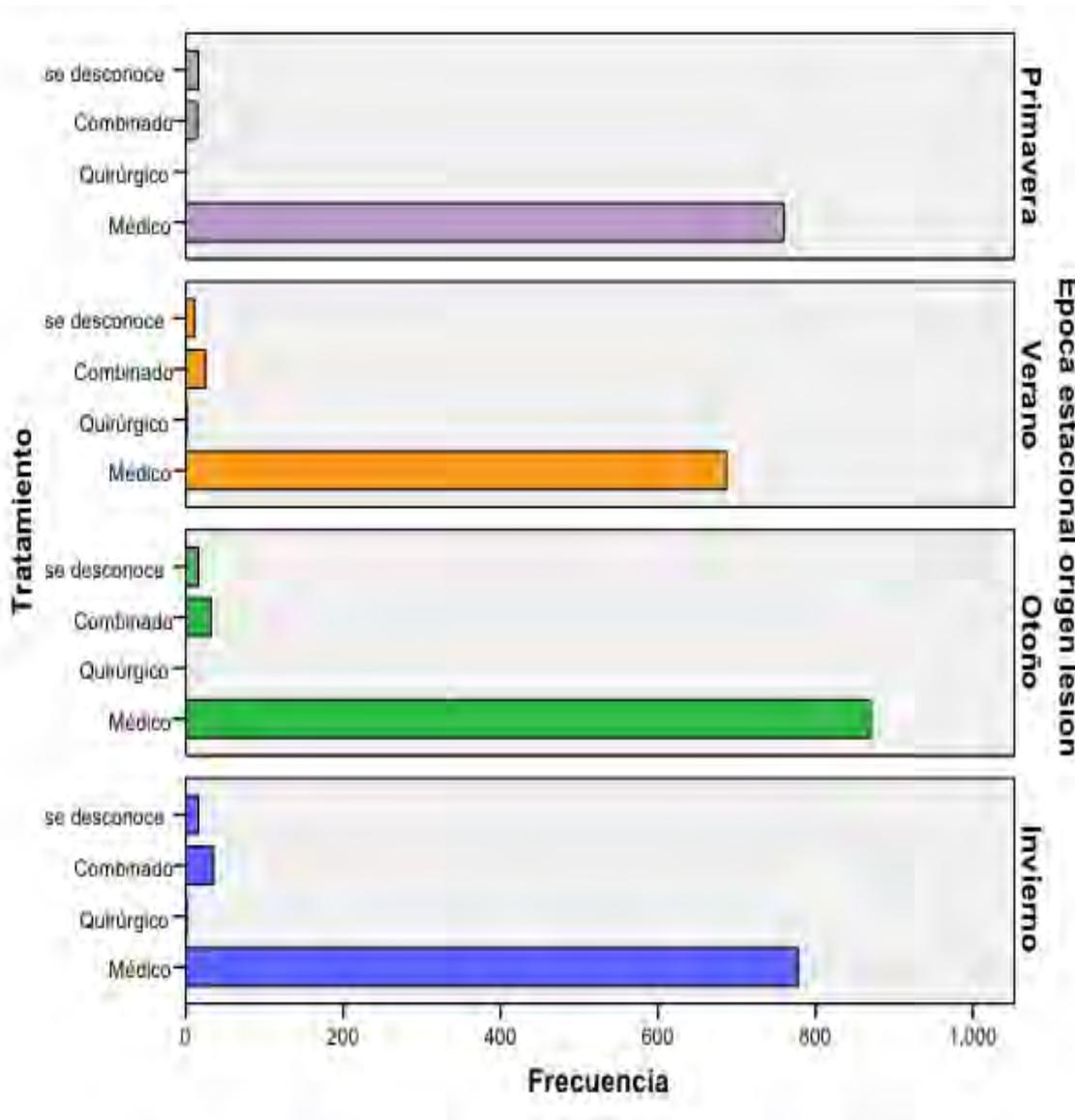


Gráfico 28

4.11.7. Época estacional – Derivación.

Relacionando la derivación en las diferentes estaciones del año, el mayor número de remisiones se realiza en otoño, tanto al domicilio 404 casos (12,4%), como al servicio de urgencias hospitalaria 243 casos (7,4%); siendo en invierno la mayor prevalencia de derivación a consultas externas del servicio de traumatología con 237 casos (7,3%).

El resto de las derivaciones a: mutua, medicina interna, reumatología y neurología, representan un bajo número de casos 44 (1,3%), siendo en invierno la mayor tasa de derivación 11 casos (0,4%).

Los datos desconocidos no registrados en las Historias Clínicas suman un total de 80 casos (2,5%), siendo en otoño los mayores registros hallados, 25 (0,8%). **Gráfico 29 y Tabla XIX.**

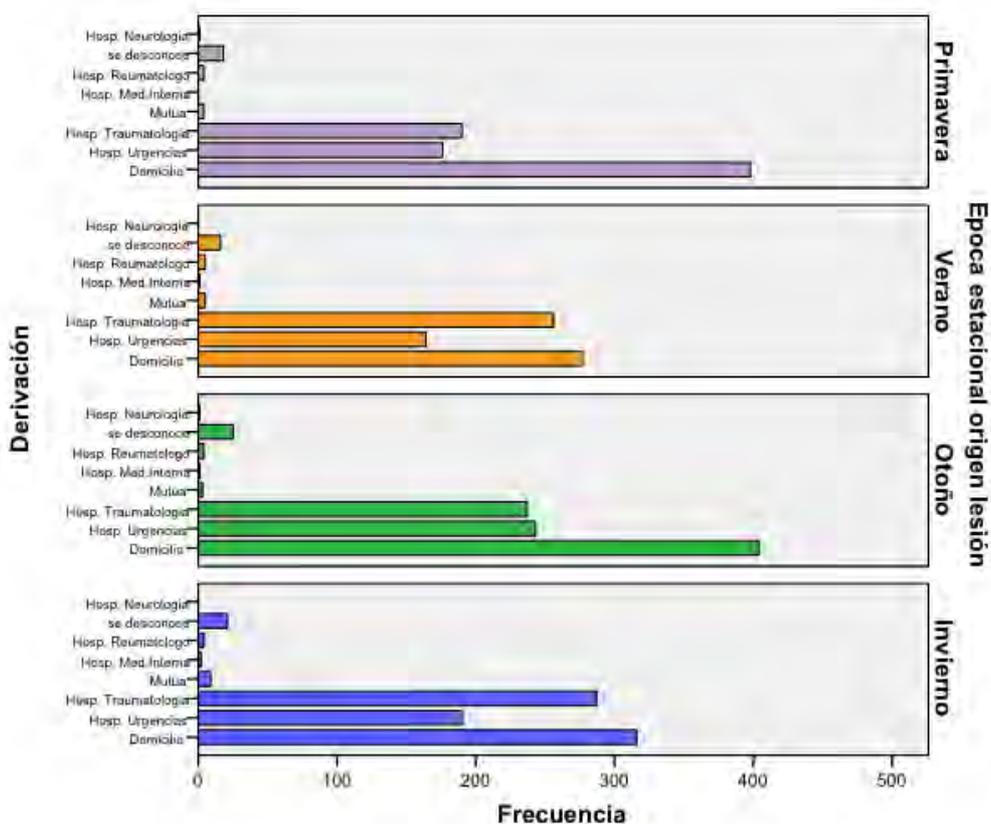


Gráfico 29

Tabla de contingencia Derivación * Epoca estacional origen lesión

			Epoca estacional origen lesión				Total
			Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Derivación	Domicilio	Recuento	398	277	404	316	1395
		% del total	12,2%	8,5%	12,4%	9,7%	42,8%
	Hosp. Urgencias	Recuento	176	164	243	190	773
		% del total	5,4%	5,0%	7,4%	5,8%	23,7%
	Hosp. Traumatología	Recuento	190	256	237	287	970
		% del total	5,8%	7,8%	7,3%	8,8%	29,7%
	Mutua	Recuento	4	5	3	9	21
		% del total	,1%	,2%	,1%	,3%	,6%
	Hosp. Med.Interna	Recuento	0	1	1	2	4
		% del total	,0%	,0%	,0%	,1%	,1%
	Hosp. Reumatologo	Recuento	4	5	4	4	17
		% del total	,1%	,2%	,1%	,1%	,5%
	se desconoce	Recuento	18	16	25	21	80
		% del total	,6%	,5%	,8%	,6%	2,5%
	Hosp. Neurologia	Recuento	1	0	1	0	2
		% del total	,0%	,0%	,0%	,0%	,1%
Total		Recuento	791	724	918	829	3262
		% del total	24,2%	22,2%	28,1%	25,4%	100,0%

Tabla XIX

4.12. Hora del día en que aparece la lesión o patología.

Otro parámetro estudiado, ha sido la hora en la que tuvo lugar la afección del aparato locomotor. Estos datos han desvelado un número muy elevado de historias clínicas sin datos registrados sobre la hora en la cual el paciente presentó la lesión o patología con 3.096 casos (94,88%) del total de la muestra (n=3.263).

Las horas se han dividido en mañana (8 a 15 h), tarde (16 a 21 h) y noche (22 a 7 h); y presentan una escasa casuística de datos registrados en el historial clínico; siendo la mañana, el momento del día con mayor número de casos 109 casos (3,34%) de lesiones o patologías locomotoras. Este horario coincide con el periodo escolar y laboral de la población en general.

En la tarde, horario que coincide con la realización de la actividad extraescolar de los niños, se registraron en éstos 43 accidentes (1,32%); y durante el horario nocturno, tan solo se estudiaron 11 casos (0,3%). **Gráfico 30.**

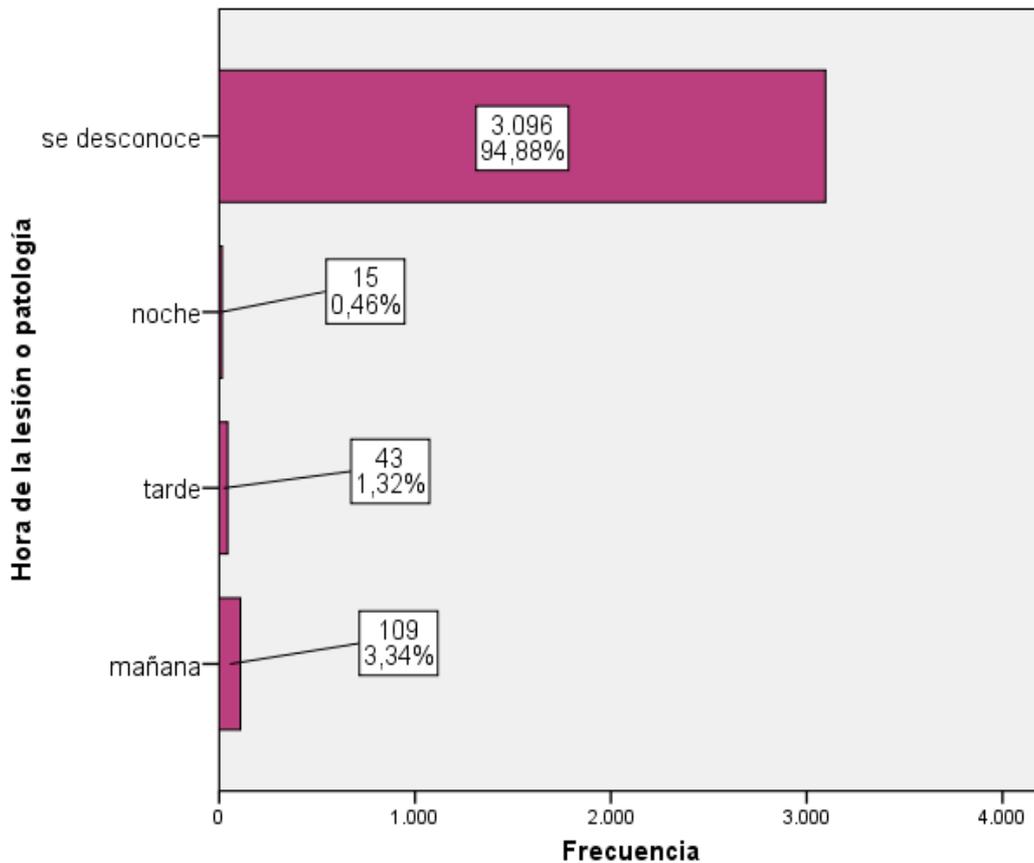


Gráfico 30

4.12.1. Hora del día en que aparece la lesión o patología – Edad y grupos de edad.

El mayor número de datos no registrados en las historias clínicas corresponde al grupo de adultos, 1.856 pacientes (56,9%), mayoritariamente en el grupo de edad de 41 a 65 años (28,1%); y en el grupo infantil (38%), la mayoría entre 7 a 11 años (23,8%) no constan las horas de la lesión.

De los pocos datos registrados sobre la hora 167 casos (5,1%), la época del año con mayor incidencia es la mañana tanto en adultos 11 datos (0,3%) como en niños 98 casos (3%), siendo la mayor cantidad de datos registrados en los niños entre 7 y 11 años 63 casos (1,9%).

Durante la tarde; de las 43 afecciones registradas, todas pertenecen a menores de 15 años. Por la noche son los niños entre 7 y 11 años los más afectados (0,2%), y en los

adultos, las edades comprendidas entre 41 y 65 años (0,1%) presentaron registros de patología locomotora. **Gráfico 31, Tabla XX y Tabla XXI.**

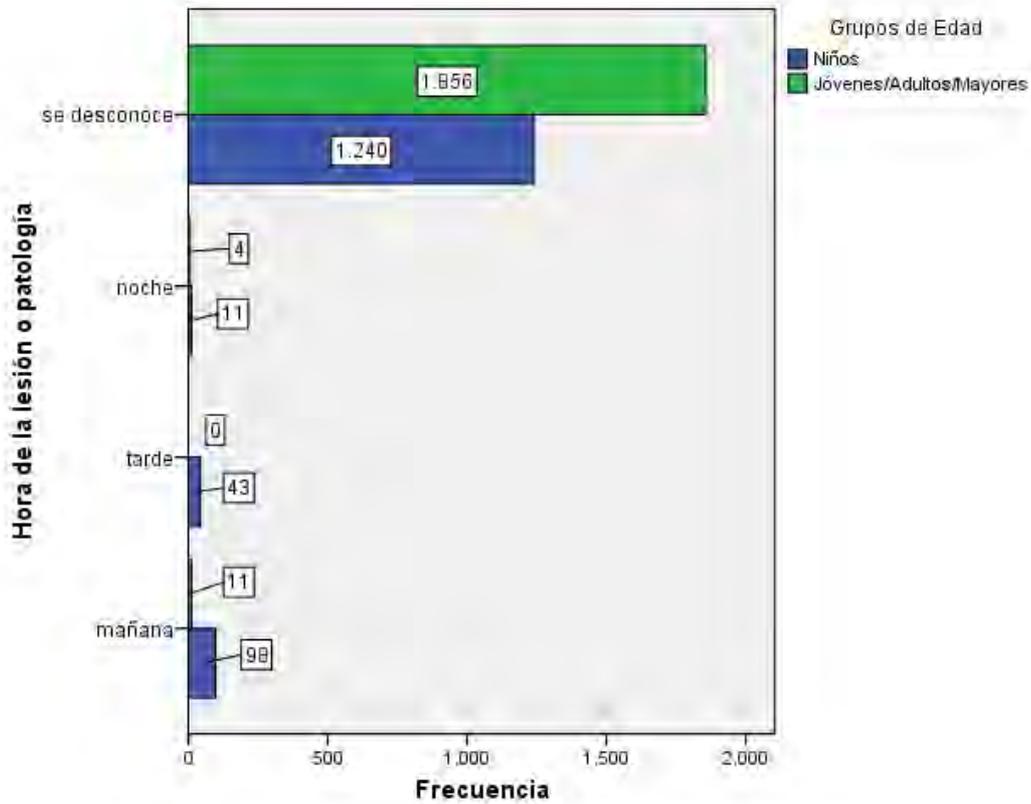


Gráfico 31

Tabla de contingencia Grupos de Edad * Hora de la lesión o patología

		Hora de la lesión o patología				Total	
		mañana	tarde	noche	se desconoce		
Grupos de Edad	Niños	Recuento	98	43	11	1240	1392
		% del total	3,0%	1,3%	,3%	38,0%	42,7%
	Jóvenes/Adultos/Mayores	Recuento	11	0	4	1856	1871
		% del total	,3%	,0%	,1%	56,9%	57,3%
Total		Recuento	109	43	15	3096	3263
		% del total	3,3%	1,3%	,5%	94,9%	100,0%

Tabla XX

Tabla de contingencia Edad agrupada * Hora de la lesión o patología

			Hora de la lesión o patología				Total
			mañana	tarde	noche	se desconoce	
Edad agrupada	[1,6]	Recuento	13	11	3	246	273
		% del total	,4%	,3%	,1%	7,5%	8,4%
	[7,11]	Recuento	63	28	6	775	872
		% del total	1,9%	,9%	,2%	23,8%	26,7%
	[12,14]	Recuento	22	4	2	219	247
		% del total	,7%	,1%	,1%	6,7%	7,6%
	[15,25]	Recuento	3	0	0	154	157
		% del total	,1%	,0%	,0%	4,7%	4,8%
	[26,40]	Recuento	4	0	1	539	544
		% del total	,1%	,0%	,0%	16,5%	16,7%
	[41,65]	Recuento	3	0	3	916	922
		% del total	,1%	,0%	,1%	28,1%	28,3%
	>65	Recuento	1	0	0	247	248
		% del total	,0%	,0%	,0%	7,6%	7,6%
Total		Recuento	109	43	15	3096	3263
		% del total	3,3%	1,3%	,5%	94,9%	100,0%

Tabla XXI

4.12.2. Hora del día en que aparece la lesión o patología – Época estacional.

Al relacionar estas variables, hora de lesión y época estacional, nuevamente el dato preponderante a tener en cuenta, es el elevado número de historias clínicas que carecen de registros específicos, con 3.096 casos que representan el 94,88%, donde no se indica la hora de producción de la lesión o accidente.

De las 167 historias clínicas, con registros detallados del horario, según en la **Tabla XXII**, la época anual donde más número de casos de la lesión se han registrado, es durante el otoño y por la mañana, con 45 pacientes, coincidiendo con la época escolar y laboral como vimos anteriormente.

Por la tarde los mayores casos registrados son en primavera (14 casos), teniendo relación con las actividades extraescolares como lo evaluado en párrafos anteriores. Durante la noche hay más casos de lesiones locomotoras en otoño; y los menores reportes se registraron en el periodo nocturno y en invierno (2 casos).

Según los datos recogidos de todas las variables estudiadas, la hora, tanto de la lesión o patología, fue el dato menos registrado en las historias clínicas del ámbito de APS.

Gráfico 32 y Tabla XXII.

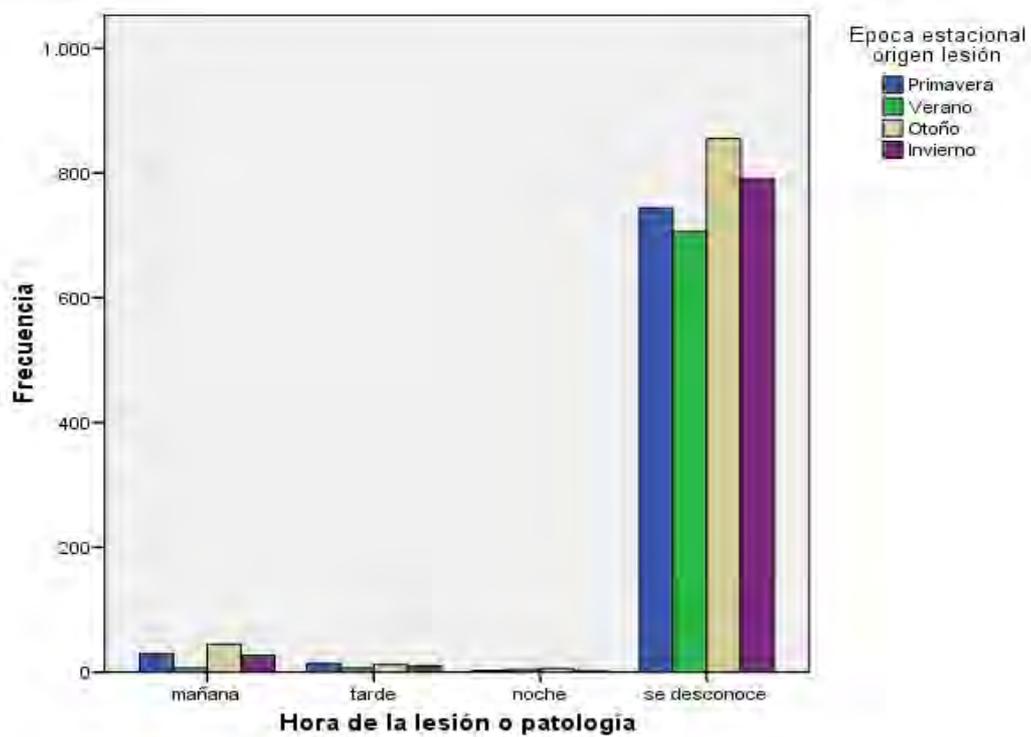


Gráfico 32

Tabla de contingencia Hora de la lesión o patología * Epoca estacional origen lesión

Recuento

		Epoca estacional origen lesión				Total
		Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Hora de la lesión o patología	mañana	30	7	45	27	109
	tarde	14	7	12	10	43
	noche	3	4	6	2	15
	se desconoce	744	706	855	791	3096
Total		791	724	918	830	3263

Tabla XXII

5. DISCUSIÓN

Cardinali¹³ y colaboradores en 1994 definen la cronobiología como la rama de la biología que estudia la naturaleza y funciones de los ritmos biológicos donde existe una periodicidad biológica que está asociada a la periodicidad geofísica.

Como se vio en el marco teórico de esta investigación, hemos observado en estudios de Golombek⁶, Lucas-Sánchez⁸, Cardinali^{9,13}, Hourdequin¹⁰, David⁸⁰, que los signos y síntomas de muchas enfermedades varían a lo largo del ciclo del día manifestándose en horas específicas y en épocas concretas del año. No solo la enfermedad sino toda la vida esta regida por ciclos; por relojes biológicos que están en armonía con el entorno y que son regulados por los cambios del medio que nos rodea, pese a que tal cosa escape a nuestra percepción cotidiana del funcionamiento de los fenómenos y de nosotros mismos.

De este modo, a través de este trabajo de investigación y teniendo en cuenta las publicaciones lideradas por Hernández¹⁵⁵, González¹⁵⁶, Torres¹⁵⁷, Hansen¹⁵⁸, Sainz-Pardo¹⁵⁹, Romero¹⁶⁰, se ha querido detectar en qué medida en la isla de Lanzarote, tan peculiar por sus características geográficas como climatológicas, el medio ambiente ocupa un papel preponderante sobre las patologías del aparato locomotor.

La población seleccionada en nuestro estudio pertenece al tercer nivel asistencial que corresponde a los Centros de Atención Primaria del Área de Salud de Lanzarote, que engloba siete municipios de la isla, divididos en dos zonas, urbana y rural, según los datos del INE¹⁶³ del año 2014 en Lanzarote. La zona urbana es una pequeña conurbación donde participan las administraciones municipales de Arrecife, Tías, San Bartolomé y Teguise.

Mientras nuestro estudio se centra a nivel de APS en la Comunidad Canaria, en esta investigación hemos hecho referencia a estudios relativos a otros países y comunidades del territorio nacional español, e incluso diferentes niveles asistenciales. Así pues, a nivel hospitalario hemos consultado los trabajos realizados por: Navascués¹³⁰ en el Hospital Infantil “Gregorio Marañón” de Madrid; Concheiro¹³² del Servicio de Pediatría de la Sección de Urgencias del Hospital Sant Joan de Déu en Barcelona; Ardura¹²⁵ en el Hospital del sistema público de salud de Castilla y León, en niños y adultos; Casaní¹²⁸

en el Hospital Infantil La Fe de Valencia; Reinberg¹²⁶ y sus colaboradores en el Servicio de Cirugía Pediátrica del Hospital de Cantón de Vaud en Suiza, entre otros.

En APS se han valorado estudios realizados en diferentes comunidades autónomas españolas, como a continuación pasamos a citar: sobre los accidentes infantiles Arbós¹²⁹ en la ciudad de Palma de Mallorca en 1992; dirigido a niños y adultos en 1996 Oliver y Civera¹³⁵ en Valencia analizaron la accidentalidad general en el CS de Canals; Mateos¹³¹ en Castilla y León estudió las características y tipos de accidentes en niños y adultos en el año 2009 y, Martín-Cantera¹³⁴ y su grupo en Barcelona, valoraron en adultos factores de riesgo asociados a lesiones de tráfico en 2010.

En relación al tipo de estudio encontramos que la mayor parte de la bibliografía consultada sobre los ritmos biológicos y su incidencia en las patologías humanas, pertenecen a estudios realizados en el aparato cardiovascular. Concretamente en España, González¹⁰⁰ y sus colaboradores, han realizado amplios estudios poblacionales sobre 8.400 pacientes ingresados por IAM. Así como otros elaborados por Arntz¹⁰⁹, en Alemania en el año 2000 donde estudiaron 24.061 individuos, y hallaron una importante variación circadiana de los episodios de muerte súbita.

Para poder comparar nuestros resultados con estudios que hacen referencia a la cronobiología y al aparato locomotor, nos hemos basado en los artículos publicados por: Ardura¹²⁵ en Castilla y León con 16.736 pacientes adultos; en niños Da Cuña⁹¹ en la misma comunidad, que estudió 10.933 pacientes en el 2012; y en Valencia, Casaní¹²⁸ con 11.717 pacientes en 1993.

Nuestro estudio reúne una muestra inferior a los trabajos realizados por los autores anteriormente citados, en Castilla y León, Valencia, Barcelona y otras ciudades y comunidades; por lo que hay que tener en cuenta que la densidad poblacional, como el número de habitantes, es muy superior al registrado en la isla de Lanzarote, según lo aportado por el Instituto Nacional de Estadística (INE)¹⁶⁴ del año 2014.

En el análisis por sexo representado por el total de la muestra (n=3.263), hay un leve predominio del femenino, con porcentajes del 51,43% en mujeres y del 48,57% en hombres. Cuando estudiamos cada grupo por separado en nuestros resultados, en los niños prevalece el género femenino con un número de 766, respecto a 626 varones. No ocurre igual en los estudios recogidos de Da Cuña⁹¹ donde presenta un claro predominio de varones con un porcentaje del 66%. El mismo resultado, lo encontramos en el

estudio prospectivo de Reinberg¹²⁶ llevado a cabo durante los años 1990 y 1997 con un número de 15.110 casos, quien concluye que en todas las edades están más expuestos los niños varones a los traumatismos. Existe igualmente un predominio del sexo masculino en todos los estudios realizados en los CS. A diferencia de lo expuesto, las mujeres frente a los hombres, son un colectivo de alto riesgo en nuestro medio de padecer mayores patologías osteoarticulares.

No podemos utilizar en la discusión al hacer referencia al sexo, los trabajos realizados por Gallagher¹³⁹, ya que es el único autor que habla de los niños de forma genérica, sin tener en cuenta el género masculino y femenino.

En nuestro estudio se estratificó la variable edad en 2 grupos: adultos y niños. En otras investigaciones de prevalencia, encontramos cifras similares en cuanto al género relacionado con la edad. En el grupo de adultos, hay un predominio del sexo masculino de 22,72% en las edades comprendidas entre 15 y 40 años, como lo muestran los resultados de Ardura¹²⁵ y colaboradores en Castilla y León, donde la prevalencia de varones es de 57,9% en las edades de 25 y 45 años; al igual que la investigación de Gillooly¹²⁷ en EEUU, con un aumento de varones entre las edades de 23 y 38 años. En el grupo liderado por Mateos¹³¹ en Castilla y León, entre el sexo masculino se accidentaron más los menores de 15 años y los mayores de 65 años, a diferencia de lo hallado en nuestro estudio donde son los dos grupos de edad con menor riesgo de padecer patología osteomuscular. Así mismo, Martín-Cantera¹³⁴ en Barcelona, en los estudios realizados en adultos, describe que el mayor número de accidentalidad tiene lugar en los mayores de 65 años.

Con respecto al género femenino en adultos, se observa en nuestro análisis, que las mujeres son mayoría desde los 41 hasta pasados los 65 años, con 636 casos de los 1.871 paciente adultos.

La mayoría de las publicaciones revisadas, hacen referencia a pacientes adultos menores de 50 años de edad, (Ardura¹²⁵ en Castilla y León; Reinberg¹²⁶ en Suiza, y Gillooly¹²⁷ en EEUU); excepto un estudio llevado a cabo en Castilla y León por Mateos¹³¹, que realiza el mismo tipo de investigación que nosotros, con una muestra comprendida entre 0 y 99 años.

Referenciados los grupos de edades infantiles que padecen más accidentalidad, los estudios de Da Cuña⁹¹, Gallagher¹³⁹, Arbós¹²⁹, Concheiro¹³² y Hernández¹³⁶; registran porcentajes mayores en menores de 5 años; concretamente Da Cuña⁹¹ en menores de 2 años (55%). Gallagher¹³⁹ refiere el 90% de los traumatismos en menores de 5 años y; Arbós¹²⁹ y Hernández¹³⁶ en menores de 3 años. En nuestra investigación, este grupo es el segundo con mayor número de patología locomotora. Los niños comprendidos entre 7 y 11 años son los de mayor siniestralidad de nuestro trabajo; al igual que el trabajo de Concheiro¹³² con un pico de incidencia en varones entre 5 y 9 años.

Mientras que el grupo de 12 a 14 años, es donde se presenta el menor número de patología locomotora de nuestro análisis; a diferencia de las investigaciones de Navascués¹³⁰ en Madrid, y Gautier y Martínez¹³⁷ en Cantabria, los niños mayores de 11 años presentan las tasas más altas de accidentalidad y traumatismos. En el trabajo de Carreras¹³³ y colaboradores, el grupo de 7 a 14 años es el de mayor número de accidentes registrados.

El estudio de Reinberg¹²⁶ realizado en el Hospital de Cantón de Vaud en Suiza, sobre accidentes en niños, no detectó diferencias significativas en la población infantil respecto a la edad; al igual que el trabajo de Da Cuña⁹¹ en el año 2012; y Ardura¹²⁵ en el período comprendido entre 1999 y 2004; del mismo modo, no existe asociación significativa, en nuestro trabajo en relación a la edad y el sexo de los niños. Todo esto, a diferencia de las publicaciones de Hernández¹³⁶ (Extremadura); Oliver y Civera¹³⁵ (Valencia); y Mateos¹³¹ (Castilla y León), donde las diferencias respecto a la edad, sí son significativas.

A diferencia de lo observado en el grupo de niños de nuestro trabajo, la relación edad y sexo en adultos, sí muestra asociación significativa en relación a las afecciones locomotoras; igual que los datos analizados por los grupos de Ardura¹²⁵ y Mateos¹³¹, ambos en Castilla y León; al igual que en Valencia, Oliver y Civera¹³⁵ muestran significación en los adultos.

En relación a la residencia, es el núcleo urbano donde se recoge el mayor número de las afecciones locomotoras (82,69%), y casi la mitad de estas (40,27%) ocurren en la capital de la isla: Arrecife, lugar donde está el mayor número de habitantes censados (56.880 de un total de 141.940 población de derecho). Del mismo modo, Ardura¹²⁵ en

Castilla y León; y Da Cuña⁹¹ en Valladolid, concuerdan con porcentajes del 60% de traumatismos registrados en zonas urbanas. El resto de los autores no contempla dentro de sus variables la residencia como urbano o rural. Sólo el estudio de Arbós¹²⁹ analiza los accidentes en un barrio marginal o de ZBS.

Dentro de la bibliografía estudiada, Ardura¹²⁵ con 57,9%; y Arbós¹²⁹ con 33,5%, refieren que la mayoría de casos de lesiones se localizan en extremidad superior. A diferencia de lo hallado en nuestro estudio, la localización de las afecciones predomina en miembros inferiores (53,23%), siguiendo en segundo término las afecciones de miembro superior y hombro (18,17%).

Otros autores como Concheiro¹³² y Carreras¹³³, ambos en Barcelona, refieren el mayor número de casos, en las lesiones de cabeza y cuello (36,5% y 80,48% respectivamente); lo cual difiere en gran medida con los valores hallados en nuestro análisis, donde la localización de la patología de cabeza y cuello presenta un porcentaje muy bajo de casos (0,46%).

No podemos realizar comparaciones entre nuestra investigación y algunos autores consultados como es el caso de Ardura¹²⁵, ya que únicamente tiene en cuenta, traumatismos de la extremidad superior.

Destacamos también, que las patologías de miembro inferior predominan en todos los grupos de niños, siendo mayoritaria en las edades de 7 a 11 años, coincidiendo con la época de mayor actividad deportiva y de ocio; y en los adultos entre los 41 y 65 años coincidiendo con las etapas más activas de la vida.

Al evaluar la causa de lesión, los registros con mayor prevalencia encontrados, son los datos no registrados en las historias clínicas (49,37%). En segundo lugar predominan los traumatismos casuales que suman 1.257 pacientes (38,52%) del total de la muestra (n=3.263), y engloba caídas, golpes, torsión y sobreesfuerzo. Al igual que en nuestro trabajo, la mayoría de los autores, destaca a los traumatismos como causa principal de lesión. En adultos, Ardura¹²⁵ refiere a los traumatismos deportivos y accidentes laborales como más relevantes, que si los comparamos con nuestros datos, representan bajos porcentajes de casos, los traumatismos deportivos son el 4% de la muestra y los accidentes laborales con un número más bajo de casos (0,86%), esto último debido a que la atención y registros se realizan en las mutuas. Así mismo en adultos, en los

estudios de Mateos¹³¹, los traumatismos fueron casi la mitad de las causas estudiadas (49,2%).

La principal etiología, en los niños menores de 5 años, son los traumatismos. Arbós¹²⁹ destaca en los traumatismos: caídas y golpes (61,4%); al igual que Concheiro¹³², las caídas y golpes representan el 68,9%; Gautier y Martínez¹³⁷, las contusiones son el 42,85%; y Carreras¹³³ refiere el 93,18% a las causas producidas por traumatismos; de igual manera que el 90 % de los registros de Gallagher¹³⁹.

Nuestros resultados son coincidentes con los trabajos expuestos en relación a la principal causa de lesión de la población lanzaroteña, donde el 32,4% corresponde a los traumatismos, solo la diferencia la hallamos en la edad infantil, donde nuestros porcentajes más elevados los registramos entre las edades de 7 a 11 años con 32.4% de los casos.

Cabe mencionar que las lesiones por agresión representan 5 casos (0,15%); al igual que Gautier y Martínez¹³⁷, únicos autores estudiados que hacen referencia a esta causa de lesión, hallando también bajos porcentajes (1%); lo cual concuerda con los bajos índices de denuncia de la ciudadanía.

Los accidentes de tráfico registrados en nuestro estudio representan 92 casos (2,82%) del total de la muestra (n=3.263), de los cuales, 87 casos representan a los accidentes en adultos, con leve prevalencia entre los 41 y 65 años. En los niños los accidentes de tráfico representan los porcentajes más bajos de causas de lesión, siendo el grupo de 7 a 11 años los más afectados. A diferencia de nuestro trabajo, en todas las investigaciones estudiadas, los accidentes de tráfico representan porcentajes altos de siniestralidad: Navascués¹³⁰ el 21%; Hernández¹³⁶ el 31,43%; y Da Cuña⁹¹ el 34%; los tres con registros en niños; y Ardura¹²⁵ en adultos con el 27 % de los accidentes.

En nuestro estudio, los diagnósticos con mayor predominio de casos son los esguinces, que representan más de la mitad de la muestra estudiada (53%), de éstos, los mayores porcentajes se encuentran en la extremidad inferior (41,4%), localizados la mayoría en tobillo (21,1%), seguido de los esguinces de pie (17,1%). A diferencia de los datos hallados por Casaní¹²⁸, los esguinces de tobillo y pie (7,6%) ocupan el cuarto lugar de prevalencia de casos, siendo el principal diagnóstico en su trabajo, las heridas de cabeza con el 12%; le siguen en importancia, contusión en miembro inferior, y en miembro superior. A diferencia de éstos diagnósticos secundarios, en nuestro análisis le sigue en

importancia, las fracturas en general con 27,7%; y el resto de las patologías se encuentran en bajos porcentajes de casos: artrosis 1,5%; artropatías 2,3%; gonalgia 2,8%; lumbalgias 5,7%; osteocondropatías 1,3%; osteomielitis 0,1%; traumatismos 2,3%. La entidad predominante en Carreras¹³³ es el traumatismo craneoencefálico (80,48%). Los tipos más frecuentes en los registros de Oliver y Civera¹³⁵, son las contusiones (41,6%) y luego los esguinces (23,7%).

En las investigaciones de Oliver y Civera¹³⁵ las lesiones principales de los accidentes son heridas y abrasiones; por lo que no podemos compararlas con nuestros resultados ya que no se registraron entre los diagnósticos de la muestra estudiada.

En cuanto a la derivación realizada, casi la mitad de los casos fueron resueltos en el CS, por lo que el 42,77% de los pacientes fue derivado a su domicilio. Al igual que los resultados del estudio de Arbós¹²⁹, un alto porcentaje de pacientes (88,4%) también fueron remitidos al domicilio; y 11,6% de los pacientes se derivaron al hospital. Al igual que nuestros resultados, los mayores números de derivación se registran al domicilio; y en tercer lugar, a urgencias del hospital general de Lanzarote (23,70%). Con similares porcentajes, Oliver y Civera¹³⁵ en su estudio, refieren que el 20% de los accidentados son derivados al hospital de referencia; y en los trabajos de Navascués¹³⁰, corresponde al 14 %.

En nuestro medio, como segunda derivación en importancia, es la realizada al servicio de traumatología de consultas externas del hospital general (29,74%). De todos modos, estos datos no se pueden comparar con otros autores, por falta de registros referentes a esta derivación en concreto.

Dentro de los tratamientos, prevalece el elevado porcentaje de prescripción médica, más del 90% de los registros; a diferencia de las intervenciones quirúrgicas que son el 3,34% de los casos. Estas cifras son inferiores a las halladas en otros estudios realizados en nuestro país, en los que la intervención quirúrgica representa, en los trabajos de Ardura¹²⁵, el 63,1%; en el grupo de Navascués¹³⁰ el 41%; y en Carreras¹³³ el 23,8%.

Estos parámetros elevados: la derivación domiciliaria y el tratamiento médico; junto a los mayores porcentajes de las variables esguinces y traumatismos como patología banal, lleva a destacar que la mayor proporción de casos de patología locomotora de la isla es leve.

El análisis cronobiológico en relación a la época estacional, muestra que el número de patología registrada del aparato locomotor, es similar en cada época del año, con una leve prevalencia en otoño (28%) e invierno (25%); lo cual corresponde al periodo escolar y de mayor actividad laboral; y los menores porcentajes de patología osteoarticular se observan en verano (22,19%); al igual que el trabajo de Mateos¹³¹, con los registros más bajos de accidentalidad en verano (9%). En contraposición, Ardura¹²⁵ (adultos), Da Cuña⁹¹ (niños), Hernández¹³⁶ (niños) y Casaní¹²⁸ (niños); registran más accidentes y traumatismos en la época de verano. Otros autores como Mateos¹³¹ en adultos y niños; Reinberg¹²⁶ en adultos; y Arbós¹²⁹ en niños; refieren en primavera, el mayor pico de afecciones locomotoras.

Se puede inferir que los resultados obtenidos en nuestro medio, donde el menor número de casos de afecciones locomotoras se encuentra en verano, y que difieren de la bibliografía recavada; puede ser debido a la época vacacional, donde gran parte de la población se ausenta de la isla durante estos meses.

A la hora de valorar la relación entre la época del año en la que se produce la lesión, con la edad de los niños y la localización de la lesión, no hemos podido efectuar ningún análisis comparativo con los estudios del marco teórico; ya que, los estudios consultados no hacían referencia a ninguna correlación entre estas variables. En nuestra investigación, la edad infantil estaría asociada al riesgo de padecer afecciones del aparato locomotor en otoño y primavera. Del mismo modo, los traumatismos casuales tienen más riesgo de producirse en las mismas épocas del año. Estos resultados son relevantes, y pueden ser importantes para la realización de futuros proyectos de prevención desde APS, basados en la distribución estacional de los traumatismos en Lanzarote, y dirigidos a niños en etapa escolar, poniendo máxima atención en otoño y primavera; para poder continuar con la línea de los estudios realizados en niños por Wolt¹³⁸ en Holanda, encaminados a describir la efectividad de un programa de prevención de lesiones por la actividad física escolar.

Respecto a la hora en que se registra el accidente o patología, entre las historial clínicas que disponemos con registros de horarios, nuestro estudio no puede hacer referencia a horas concretas, ya que los datos registrados solo transcriben registros relativos a las lesiones en franja horaria: mañana (8 a 15 h), tarde (16 a 21 h) o noche (22 a 7 h); así

vamos a comparar los datos evaluados en nuestro estudio según lo registrado por otros autores de referencia.

Mitler¹⁴⁰ y colaboradores, en el informe de conclusiones y recomendaciones del comité científico relacionado sobre el papel de los relojes del sueño y del cerebro humano, muestran en su estudio que el periodo donde se produce mayor número de accidentes tanto laborales como de tráfico y la aparición de patologías médicas en adultos, es en la franja horaria nocturna. Al igual que Gillooly¹²⁷, refiere que el mayor índice de accidentes es durante la noche y el amanecer. En cambio en nuestro estudio, las horas de menor frecuencia de afecciones traumatológicas se sitúan durante la noche, con un mayor número de casos en niños, que en adultos (11 y 4 respectivamente); al igual que los estudios de Da Cuña⁹¹ en niños; y de Mateos¹³¹ en niños y adultos, con menor número de casos de accidentalidad nocturna.

A diferencia de la bibliografía consultada con anterioridad, nuestro estudio arroja cifras de lesiones osteoarticulares con mayor prevalencia en las horas de la mañana, de 109 casos el 65,23%; coincidiendo con parámetros similares a los determinados en la comunidad de Castilla y León por el equipo liderado por Mateos¹³¹, donde el patrón de la lesión predomina en horario matinal, con 49,2% de los casos.

Durante las horas de la tarde es cuando mayor incidencia de afecciones locomotoras se registran en la mayoría de los trabajos recabados, entre ellos señalamos a: Da Cuña⁹¹, Reinberg¹²⁶, Casaní¹²⁸, Arbós¹²⁹, Concheiro¹³² y Carreras¹³³; que a diferencia de nuestro trabajo, la tarde es el segundo momento del día donde se producen lesiones traumatológicas.

De todos modos, nuestros datos no serían concluyentes debido a que la mayor proporción de historias clínicas no registran la hora de la lesión, siendo esto, más del noventa por ciento de la muestra.

Diferente a la información analizada, pero importante de destacar, son los resultados obtenidos por Gillooly¹²⁷ en 1990, donde estudiando los traumatismos relacionados con el ciclo sueño y vigilia en adultos, observó que sus mayores niveles de traumatismos se producían durante la noche y la madrugada, concluyendo que cuando uno de ellos es alto el otro es bajo; datos opuestos a lo detectado en los niños. A diferencia de nuestro

estudio, el menor número de registros recogidos es durante la noche, con 15 casos del total de los datos hallados en la muestra.

6. CONCLUSIONES

- El sexo en niños hasta los 14 años, no es un factor desencadenante en las patologías del aparato locomotor, mientras que en la edad adulta, sobre todo en el grupo comprendido entre los 41 y 65 años, es significativa ésta asociación con la aparición de afecciones osteoarticulares en los pacientes de la isla de Lanzarote.
- Entre los niños, el grupo de edad comprendido entre 7 y 11 años, presenta el mayor porcentaje de patología locomotora; edad que concuerda con el comienzo de la etapa escolar y del inicio de las prácticas de actividades extraescolares, con un importante desarrollo del ejercicio físico.
- La patología locomotora en la edad adulta, está registrada en mayor proporción entre los usuarios de 41 a 65 años, edades donde se mezclan dos etapas de la vida del individuo, coincidiendo una primera con la época más activa de la vida laboral y la segunda etapa con la aparición de patologías médicas crónicas. En el grupo de los seniors (>65 años) la patología locomotora se distribuye casi por igual en todo el organismo: miembro inferior, miembro superior y hombro, columna vertebral, cabeza y cuello, pelvis, cadera y tronco.
- Las zonas urbanas, formadas en la isla por el llamado conurbano: Arrecife, San Bartolomé, Tías y Tegüise, son los municipios de mayor población y donde se registra el porcentaje más alto de casos de patología osteoarticular.
- Más de la mitad de la población incluidos niños y adultos, presentan lesiones o afecciones traumatológicas localizadas en miembros inferiores.
- Respecto a la etiología de la lesión, la causa principal son los traumatismos, en todos los grupos de edad.
- La ausencia de registros en la mayoría de las historias clínicas estudiadas, relativas a la causa que desencadena la patología locomotora, imposibilita conocer datos cronobiológicos; encontrándose los porcentajes más altos de datos desconocidos en los historiales de adultos. Estos antecedentes conducen a reflexionar acerca de los problemas que acontecen a la hora de volcar la información en las historias clínicas,

problemas que pueden deberse al reducido tiempo de consulta programado para cada paciente, haciendo dificultosa la realización de una anamnesis completa y su detallado informe por escrito; por lo que se debería implementar un aumento del tiempo de la consulta en los centros de AP, para poder realizar registros de manera óptima.

- A diferencia de los adultos, la ausencia de datos registrados en las historias clínicas infantiles, ocupan el segundo lugar en prevalencia, por lo que concluimos que: en las consultas pediátricas se realizan registros de datos más completos, pero insuficientes.
- Los esguinces en miembros inferiores son la patología más frecuente recabada en nuestro estudio en todos los grupos de edad. Le siguen en importancia de casos las fracturas, con un ligero predominio de las fracturas costales.
- El clima y la localización geográfica de la isla de Lanzarote, influyen de manera significativa, al relacionar las estaciones anuales con la edad de los niños y la etiología de la lesión. Destacando que en Lanzarote las diferentes estaciones no son muy acentuadas, con lo cual se mantiene una temperatura media estable durante todo el año.
- Durante los meses de otoño y primavera coincidiendo con la época escolar, se desencadena el mayor número de patología locomotora en los niños, debido a traumatismos causales como: golpes, torsión, sobreesfuerzo y caídas.
- Los registros en las historias clínicas son muy escasos con respecto a la hora en que se produjo la lesión. De estos datos, se destaca que la mañana es el momento del día donde se registra mayor número de alteraciones a nivel del aparato locomotor, coincidiendo con el horario escolar y laboral de la población en general.
- Respecto al grado de la lesión, el estudio determina que el mayor porcentaje de los usuarios sufre una patología osteoarticular leve, debido a que la mayoría de los pacientes son derivados a su domicilio de residencia, con tratamiento médico

domiciliario, donde el diagnóstico más frecuente son los esguinces de extremidad inferior, desencadenados por traumatismos de causas banales.

- A razón de las conclusiones anteriores, se deberían confeccionar programas de prevención de riesgos específicos en colegios e institutos, así como en empresas de trabajo, para que la población de Lanzarote conozca los riesgos inherentes a cada grupo de edad.
- Estos programa de educación y prevención de riesgos, dirigidos a los colegios e institutos, deberían tener prioridad en los primeros, debido a que el rango de edad más afectado en nuestro medio, está en las edades de 7 y 11 años; haciendo hincapié en los meses de otoño y primavera; y referente de forma principal, a la actividad física escolar y/o de ocio, donde se contempla el recreo, para lograr disminuir los traumatismos y de ese modo, los esguinces como patología predominante del grupo estudiado. Poniendo principal atención en los medios escolares urbanos, donde se observa la mayoría de las afecciones locomotoras en general.
- Implementar en adultos programas de educación y prevención para promover la salud en lugares de trabajo y ocio, y de este modo intentar reducir las patologías médicas y afecciones locomotoras, algunas susceptibles de mejoría, sobre todo en las edades comprendidas entre 41 y 65 años, por ser las más vulnerables en nuestro estudio. Probablemente estos programas harían posible disminuir costes directos e indirectos en Salud Pública, ocasionados por las patologías osteoarticulares, así como la sobrecarga que ocasionan a los cuidadores informales y a su entorno personal.

7. BIBLIOGRAFÍA

- 1) García-Maldonado G, Sánchez-Juárez IG, Martínez-Salazar GJ, Llanes-Castillo A. Cronobiología: Correlatos básicos y médicos. *Rev Med Hosp Gen Méx.* 2011;74(2):108-114.
- 2) Martínez-Carpio PA, Corominas VA, Salvá MJA. Cronobiología y Medicina: de la teoría a la realidad clínica. *Rev Clín Esp.* 2004; 204(3):154-157.
- 3) Chokroverty S. *Clinical Companion to Sleep Disorders Medicine*, 2nd ed. Boston: Butterworth-Heinemann; 2000.
- 4) Smolensky MH, Peppas NA. Chronobiology, drug delivery, and chronotherapeutics. *Adv Drug Deliv Rev.* 2007;59:828-51.
- 5) Sánchez Barceló E. Cronobiología de la reproducción de los mamíferos (1). Aspectos generales. La reproducción estacional. En: Cardinali DP, Jordá Catalá JJ, Sánchez Barceló E, editor. *Introducción a la Cronobiología: Fisiología de los ritmos biológicos.* Santander. Ed Universidad de Cantabria. Caja Cantabria; 1994. p.73-88.
- 6) Golombek DA. Introducción. La Máquina del Tiempo. En: Golombek DA, editor. *Cronobiología humana. Ritmos y relojes biológicos en la salud y en la enfermedad.* 2da ed. Bernal, Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmas Editorial; 2007. p.19-35.
- 7) Scharzberg AF, Nemeroff CB. *Tratado de farmacología.* 2ª ed. Barcelona. Masson; 2006.
- 8) Lucas-Sánchez A, Martínez-Nicolas A, Escames G, de Costa J. Envejecimiento del sistema circadiano. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2012;47(2):76–80
- 9) Cardinali DP, Golombek DA. Mecanismos Moleculares, Celulares y Fisiológicos de la Ritmicidad Circadiana. En: Cardinali DP, Jordá Catalá JJ, Sánchez Barceló E. *Introducción a la Cronobiología: Fisiología de los ritmos biológicos.* Santander: Caja Cantabria. Ed Universidad de Cantabria; 1994. p.27-40.
- 10) Hourdequin L. *Cronobiología Alimentaria.* P.e. Barcelona: Editorial Obelisco: 2011.

- 11) Buijs RM, Kalsbeek A. Hypothalamic integration of central and peripheral clocks. *Nature Rev Neurosci.* 2001;2:521–526.
- 12) Caeiro-Muñoz M, Mojón-Ojea A, Calderón Gonzalez A, Alonso Alonso I, Rodríguez Cerdeira C, Fernández Bernardez R, et al. Cronobiología y cáncer. *Rev. Oncología.* 2004;27(5):279-288.
- 13) Cardinali DP, Golombek DA. Naturaleza y Propiedades de los Ritmos Biológicos. Análisis de los ritmos Circadiano. En: Cardinali DP, Jordá Catalá JJ, Sánchez Barceló E, editores. *Introducción a la Cronobiología, Fisiología de los ritmos biológicos.* Santander: Caja Cantabria. Ed Universidad de Cantabria; 1994. p.15-26.
- 14) Sanvisens Herreros A. Introducción Histórica al Tema de los Ritmos Circadianos. Sanvisens Herreros A, editor. *Ritmos y Relojes Biológicos, Introducción a la Cronobiología, Vol.1.* Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias, S.A; 1989. p.71-78.
- 15) Córdova Castañeda A, Esquinca Ramos JL. *Psiquiatría-3 Programa de actualización Continua en Psiquiatría. Cronobiología y ritmos biológicos, Libro 9, 1a ed.* Intersistemas; 2001.
- 16) McMoore E. Medical Progress. Circadian Timekeeping in Health an Disease. Part 2 Clinical Implications of Circadian Rhythmicity. *New Engl J of Med.*, 1983;309:530-536.
- 17) Hastings JW, Ruska B, Boulos Z. Circadian rhythms: the physiology of biological timing. En: Ladd Prosser C, editor. *Neural and Integrative Animal Physiology.* Nueva York: John Wiley y Sons, Inc, 1991. p.435-546.
- 18) Salazar-Juárez A, Parra-Gámez L, Barbosa-Méndez S, Leff P, Antón B. Sincronización luminosa. Conceptos básicos. *Salud Ment* 2006;29:11-17.

- 19) Ángeles-Castellanos M, Rodríguez K, Salgado R, Escobar C. Cronobiología médica. Fisiología y fisiopatología de los ritmos biológicos. Rev Fac Med UNAM 2007; 50(6):238-241.
- 20) Soria V, Urretavizcaya M. Ritmos circadianos y depresión. Actas Esp Psiquiatra 2009;37:222-232.
- 21) Felman J, Hoyle M. Isolation of circadian clock mutants of Neurospora crassa. Genetics. 1973;75:605-613.
- 22) Ulmer W. On the role of the interactions of ions with external magnetic fields in physiologic processes and their importance in chronobiology. In vivo 2002;16:31-36.
- 23) Gómez-Del Valle M, Rosety-Rodríguez M, Ordoñez-Muñoz FJ, Ribelles-García A. Efecto de la hora del día sobre parámetros bioquímicos y desempeño físico. Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte 2002;2:99-108.
- 24) Icardo De la Escalera JM, Ojeda Sagahún JL. Neuroanatomía humana: aspectos funcionales y clínicos. 1ª ed. Barcelona: Masson; 2005.
- 25) Rosenzweig MR, Marc-Breedlove S, Watson NV. Psicobiología, una introducción a la Neurociencia conductual, cognitiva y clínica. 2ª ed. España: Ariel; 2005.
- 26) Myers DG, Sigaloff P. Psicología. 7ª ed. Madrid: Panamericana; 2005.
- 27) Gúzman E. Los mil abrazos de Morfeo. 1ª ed. Colombia: Universidad de Colombia; 2001.
- 28) Ortega G, Golombek DA, Otero D, et al. Effect of Zeitberg Intensity Reduction on a simulated dual-oscillator human circadian system: classical and dynamic analysis. Chronobiol Int 1992;9:137-147.
- 29) Escobar C, Aguilar-Roblero R. Motivación y conducta; sus bases biológicas, México: Manual Moderno; 2002.

- 30) Mrosovsky N. Reostasis: the physiology of change, New York: Oxford University Press; 1990.
- 31) Noriega Borge MJ, Jordá Catalá JJ. Ritmos Biológicos en Invertebrados. En: Cardinali DP, Jordá Catalá JJ, Sánchez Barceló E. Introducción a la Cronobiología: Fisiología de los ritmos biológicos. Santander: Caja Cantabria. Ed Universidad de Cantabria; 1994. p.55-71.
- 32) Hales RE, Yudofsky SC. Tratado de Psiquiatría clínica. 4ª ed. Barcelona: Masson; 2004.
- 33) Wehr TA, Duncan WC, Sher L, et al. A circadian Signal of change of season in patients with seasonal affective disorders. Arch Gen Psychiatry. 2001;58:1108-1114.
- 34) Fuentes Arderiu X, Castiñeiras Lacambra MJ, Queraltó Compañó JM. Bioquímica clínica y patología molecular. 2ª ed. Barcelona: Reverté; 1998.
- 35) Pedemonte M, Velluti RA. El procesamiento sensorial esta organizado por ritmos cerebrales ultradianos. Rev Neurol 2005;40:166-172.
- 36) Buckley TM, Schatzberg AF. Review: On the Interactions of the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal (HPA) Axis and Sleep: Normal HPA Axis Activity and Circadian Rhythm, Exemplary Sleep Disorders. J Clin Endocrinol Metab 2005;90:3106-3114.
- 37) Dardente H, Cemarkian N. Molecular Circadian Rhythms in Central and Peripheral Clocks in Mammals. Cho. Int. 2007;24(2):195-213
- 38) Junker U, Wirz S, Chronobiology: influence of circadian rhythms on the therapy of severe pain. J Oncol Pharm Practice. 2010;16:81-87.
- 39) Hernández-Rosas F, Santiago-García J. Ritmos circadianos, genes reloj y cáncer. iMed Pub Journal. 2010;6:1-6.

- 40) Reppert SM, Weaver DR. Coordination of circadian timing in mammals. *Nature*. 2002;418:935-941.
- 41) Viswambharan H, Carvas JM, Antic V, et al. Mutation of the circadian clock Gene *Per2* alters vascular endothelial function. *Circulation*. 2007;115:2188-2195.
- 42) Chalet E. Clock genes, circadian rhythms and food intake. *Pathol iBol*. 2007;55:176-177.
- 43) Bunney JN, Potkin SG. Circadian abnormalities, molecular clock genes and chronobiological treatments in depression. *Br Med Bull* 2008;86:23-32.
- 44) Schantz MV. Phenotypic effects of genetic variability in human clock genes on circadian and sleep parameters. *J Gente*. 2008;87:513-519.
- 45) Mendoza J. Neurobiología del Sistema circadiano: su encuentro con el metabolismo. *Suma Psicológica*. 2009;16:85-95.
- 46) Hidalgo MP, Wolnei C, Posser M, Coccaro SB, Camozzato AL, Fagundes Chaves ML. Relationship between depressive mood and chronotype in healthy subject. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*. 2009;63:283–290.
- 47) Pin Arboledas G. Bases fisiológicas y anatómicas del sueño. Evolución del sueño en la infancia y adolescencia. Clasificación internacional de los trastornos del sueño. Hábitos de sueño de la población española. *Pediatr Integral*. 2010;15:691-698.
- 48) Micheli F, Nogués MA, Asconapé JJ, et al. Tratado de neurología clínica. 1ª ed. Argentina: Panamericana; 2003.
- 49) Pocock G, Richards CD. Fisiología Humana: La base de la Medicina. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2005.
- 50) Keller J, Flores B, Gómez RG. Cortisol circadian rhythm alterations in psychotic major depression. *Biol Psychiatry*. 2006;60:275-281.

- 51) Reyes-Prieto BM, Velázquez-Paniagua M, Prieto-Gómez B. Melatonina y neuropatologías. *Rev Fac Med UNAM*. 2009;52:105-109.
- 52) Almirall H, Marcet C. Evolución de la temperatura corporal a lo largo del día, función de crecimiento y cronotipo. *Psicothema*. 1995;7:317-326.
- 53) Adán A. La cronopsicología, su estado actual: una revisión. *Revista Latinoam Psicol*. 1995;27:391-428.
- 54) Goldbeter A. Biological rhythms: clocks for all times. *Curr Biol*. 2008;18:751-753.
- 55) Haus E. Chronobiology in oncology. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2009;73:3-5.
- 56) Ohdo S. Chronotherapeutic strategy: Rhythm monitoring, manipulation and disruption. *Adv Drug Deliv Rev*. 2010;62(9-10):859-875.
- 57) Portal de Salud de Cuba. [Internet]. Cuba. Valdés-Rodríguez YC. 2009. Cronobiología y estrés oxidativo. Citado el 22 de mayo del 2010. Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/uvs/patologiaclinica/curso_precongreso_eros.pdf.
- 58) Volpato GL, Trajano E. Biological rhythms. *Fish Physiology*. 2005;21:101-153
- 59) Adán A. Cronobiología. Aspecto olvidado en el estudio de la conducta. *Psiquiatr Biol*. 2004;11:33-40.
- 60) Reinberg A. Los Ritmos Biológicos, cómo beneficiarse de ellos. Barcelona: Editorial Paidotribo; 1996.
- 61) Barcia SD. Conceptos Generales en Cronobiología. En: Barcia SD, editor. *Ritmos Biológicos y Periodicidad en Psiquiatría*. Murcia: Quaderna Editorial; 2007. p.45-66.
- 62) Aschoff J. A survey on biological rhythms. In: Aschoff Jürgen, editor. *Biological Rhythms. Handbook of Behavioral Neurobiology*. New York: Plenum Press. 1981;4:3-11.

- 63) Moore R, Eichler M. Loss of circadian corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions in the rat. *Brain Research*. 1972;42:201-206.
- 64) Rietveld WJ. General introduction to chronobiology. *Braz J Med Biol Res. Brasil* 1996;29:63-70.
- 65) Moore RY. Circadian rhythms: basic neurobiology and clinical applications. *Ann Rev Med* 1997;48:253-266.
- 66) Touitou Y, Bogdan A. Promoting adjustment of the sleep-wake cycle by chronobiotics. *Physiol Behav*. 2007;90:294-300
- 67) Chiesa J, Golombek DA. Fisiología de la desincronización por vuelos transmeridianos de larga duración (Jet-Lat). *Actas de Fisiología*. 1999;5:21-38.
- 68) Chokroverty S, Hening WA, Warters AS. *Sleep and Movement Disorders*. 1st ed. USA: Butterworth-Heinemann; 2003.
- 69) Karatsoreos IN, Bhagat S, Bloss EB, Morrison JH, McEwen BS. Disruption of circadian clocks has ramifications for metabolism, brain, and behavior. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2011;108(4):1657-1662.
- 70) Merino-Sánchez J, Gil-Guillén VF. Cronobiología, cronoterapia y riesgo vascular. *Rev Clin Esp*. 2005;205:283-286.
- 71) Touitou Y, Haus E. *Biologic rhythms in clinical and laboratory medicine*. Berlin: Springer-Verlag, 1992.
- 72) Fahey C, Zee P. Circadian rhythm sleep disorders and phototherapy. *Psychiatr Clin North Am* 2006; 29:989-1007.
- 73) Menna-Barreto L. Ontogénesis de la Ritmicidad Biológica Humana. En: Golombek DA, editor. *Cronobiología humana. Ritmos y relojes biológicos en la salud y en la enfermedad*. Bernal, Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes; 2007. p.135-145.

- 74) Díaz-Morales JF, Aparicio-García M. Relaciones entre matutinidad y vespertinidad y estilos de personalidad. *Anales de Psicología*. 2003;19:247-256.
- 75) Aparicio García ME, Sánchez-López MP. Los estilos de personalidad: su medida a través del inventario millon de estilos de personalidad. *Anales de Psicología*. 1999;15:191-211.
- 76) Pérez-Olmos I, Talero-Gutiérrez C, González Reyes R, Moreno CB. Ritmo circadiano de sueño y rendimiento académico en estudiantes de medicina. *Erv Cienc Salud*. 2006;4:147-157.
- 77) Katzberg D, Younf T, Finn L, et al. A clock polymorphism associated with human diurnal preference. *Sleep*. 1998;21:569-576.
- 78) Dresch V, Sánchez-López MP, Aparicio García ME. Diferencias de personalidades entre matutinos y vespertinos. *Rev Latinoam Psicol*. 2005;37:509-522.
- 79) Schmidt C, Collette F, Cajochen C, Peigneux P. A time to think: Circadian rhythms in human cognition. *Cognitive Neuropsychology*. 2007;24:755–789.
- 80) David Márquez M. Ritmos Biológicos y Ciclos Ambientales: Sincronización. En: Golombek DA, editor. *Cronobiología humana. Ritmos y relojes biológicos en la salud y en la enfermedad*. Bernal, Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmas; 2007. p.123-134.
- 81) Kryger M, Roth T, Dement W. *Principles and practice of sleep medicine*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 2000.
- 82) Lu BS, Zee PC. Circadian rhythm sleep disorders. *Chest*. 2006;130:1915-1923.
- 83) Chokroverty S, Hening WA, Walters AS. *Sleep and Movement Disorders*. 1st ed. USA: Butterworth-Heinemann; 2003.

- 84) Haus E, Smolensky M. Biological clocks and shift work: circadian dysregulation and potential long-term effects. *Cancer Causes Control*. 2006;17:489-500.
- 85) Aschoff J. Human circadian rhythms in activity, body temperature and other functions. *Life Sci Space Res*. 1967;5:159-73.
- 86) Barion A, Zee PC. A clinical approach to circadian rhythm sleep disorders. *Sleep Med*. 2007;8: 566-577.
- 87) Haus E. Chronobiology in oncology. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2009;73:3-5.
- 88) Horne JA, Östberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol*. 1976;4:97-110.
- 89) Aguilar Roblero R, Granados-Fuentes D, Caldelas I, Salazar-Juarez A, Escobar C. Bases Neutrales de la Cronobiología Humana: El Sistema Circadiano Distribuido. En: Golombek DA, editor. *Cronobiología humana. Ritmos y relojes biológicos en la salud y en la enfermedad*. Bernal, Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmas; 2007. p.95-122.
- 90) Barcia SD. Conceptos Generales en Cronobiología. Barcia SD, editor. *Ritmos Biológicos y Periodicidad en Psiquiatría*. Murcia: Quaderna Editorial. 2007. p.45-66.
- 91) Da Cuña Vicente R. Accidentes en Niños Asistidos por el Servicio de Emergencias Sanitarias de Castilla y León. *Epidemiología y Análisis Cronobiológico de 10.933 casos*. (Tesis doctoral). Valladolid: Universidad de Valladolid. Facultad de Medicina; 2012.
- 92) Martínez-Carpio PA, Corominas A. Introducción General a la Cronobiología Clínica y a la Manipulación Terapéutica de los Ritmos Biológicos. *Med Clí*. 2004;123(6):230-235.
- 93) Ohdo S. Chronopharmacology focused on biological clock. *Drug Metab Pharmacokinet*. 2007; 22:3-14.

- 94) Reinberg A, Smolensky MH. Circadian changes of drugs disposition in man. Clin Pharmacokinetics. 1982;7:401-420.
- 95) Urretavizcaya M, Soria V. Ritmos circadianos y depresión. Actas Esp Psiquiatr.2009;37:222-232.
- 96) Morris DW, Rush AJ, Jain S, et al. Diurnal mood variation in outpatients with major depressive disorder: implications for DSM-V from an analysis of the Sequenced Treatment Alternatives to Relieve Depression Study data. J Clin Psychiatry. 2007;68:1339-1347.
- 97) Ohdo S. Circadian rhythms in the CNS and peripheral clock disorders: chronopharmacological findings on antitumor drugs. J Pharmacol Sci. 2007;103:155-158.
- 98) Kobayashi M, Wood PA, Hrushesky WJ. Circadian chemotherapy for gynecological and genitourinary cancers. Chronobiol Internat. 2002;19:237-251.
- 99) Sack RL, Auckley D, Auger RR, Carskadon MA, Wright KP, Vitiello MV, et al. American Academy of Sleep Medicine. Circadian rhythm sleep disorders: part II, advanced sleep phase disorder, delayed sleep phase disorder, free-running disorder, and irregular sleep-wake rhythm. An American Academy of Sleep Medicine review. Sleep. 2007;30:1484-1501.
- 100) González Hernández E, Cabadés O'Callaghan A, Cebrián Doménech J, López Merino V, Sanjuán Mañez R, Echánove Errazti I, et al. Variaciones estacionales en los ingresos por infarto agudo de miocardio. El estudio PRIMVAC. Rev Esp Cardiol. 2004;57(1):12-19.
- 101) Cardinali DP. El Reloj Circadiano Humano (1): Aspectos Generales y Patología. En: Cardinali DP, Jordá Catalá JJ, Sánchez Barceló E, editor. Introducción a la Cronobiología, Fisiología de los ritmos biológicos. Santander: Caja Cantabria. Universidad de Cantabria. 1994. p.111-127.

- 102) Akerstedt T, Kecklund G, Johansson S. Shift work and mortality chronobiology internat. 2004; 21:1055-1061.
- 103) Waterhouse J, DeCoursey P. The relevance of circadian rhythms for human welfare. In: Dunlap J, Loros J, DeCoursey P, Editores. Chronobiology biological timekeeping. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. Publicares. 2004. p.325-356.
- 104) Buijs R, Kreier F. The metabolic syndrome: a brain disease? J Neuroendocrinol. 2006;18:715-716.
- 105) Kalsbeek A, Palm IF, La Fleur SE, Scheer FA, Perreau-Lenz S, Ruitter M, Kreier F, Cailotto C, Buijs RM. SCN outputs and the hypothalamic balance of life. J Biol Rhythms. 2006; 21:458-469.
- 106) Erren TC, Reiter RJ. Defining chronodisruption. J Pineal Res. 2009;46:245-247.
- 107) Cadeiras M. Aspectos Cronobiológicos de las Enfermedades Cardiovasculares. En: Golombek DA, editor. Cronobiología humana. Ritmos y relojes biológicos en la salud y en la enfermedad. Bernal, Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmas. 2007. p.147-170.
- 108) Kartz ME, Marpegán L, Bekinschtein T. Ritmos Diarios y Circadianos en el Sistema Inmunológico. En: Golombek DA, editor. Cronobiología humana. Ritmos y relojes biológicos en la salud y en la enfermedad. Bernal, Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmas. 2007. p.171-186.
- 109) Arntz HR, Willich SN, Schreiber C, Brüggemann T, Stern R, Schultheiss HP. Diurnal, weekly and seasonal variation of sudden death. Population-based analysis of 24,061 consecutive cases. Eur Heart J. 2000;21(4):315-320.
- 110) Muller JE, Ludmer PL, Willich SN, Tofler GH, Aylmer G, Klangos I, et al. Circadian variation in the frequency of sudden cardiac death. Circulation 1987;75:131-138.

- 111) Fernández-García JM, Díaz OD, Taboada Hidalgo JJ, Fernández JR, Sánchez-Santos L. Influencia del clima en el infarto de miocardio en Galicia. *Med. Clin.* 2015;145(3):97-101.
- 112) Willich SN, Levy D, Rocco MB, Tofler GH, Stone PH, Muller JE. Circadian variation in the incidence of sudden cardiac death in the Framingham Heart Study population. *Am J Cardiol* 1987; 60:801-806.
- 113) Ribas N, Domingo M, Gastelurrutia P, Ferrero-Gregori A, Rull P, Noguero M, et al. Cronobiología de la muerte en insuficiencia cardiaca. *Erv. Esp. Card.* 2014;67(5):387-393.
- 114) López Messa JB, Garmendia Leiza JR, Aguilar García MD, Andrés de Llano JM, Alberola López C, Ardura Fernández J, et al. Factores de riesgo cardiovascular en el ritmo circadiano del infarto agudo de miocardio. *Rev Esp Cardiol.* 2004;57(9):850-858.
- 115) Ángeles-Castellanos M, Rojas-Granados A, Escobar C. De la Frecuencia Cardiaca al Infarto. Cronobiología del Sistema Cardiovascular. *Rev Fac Med UNAM.* 2009;52(3):117-121.
- 116) Douglas AS, Dunnigan MG, Allan TM, Rawles JM. Seasonal variation in coronary heart disease in Scotland. *J Epidemiol Community Health.* 1995;49:575-582.
- 117) Pan WH, Li LA, Tsai MJ. Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infarction in elderly chinese. *Lancet.* 1995;345:353-355.
- 118) Vargas E, Espinoza R. Tiempo y edad biológica. *Arbor.* 2013;189(760):a022.
- 119) Ávila Moraes C, Cambras T, Diez-Noguera A, Schmitt R, Dantas G, Levandovski R, et al. A new chronobiological approach to discriminate between acute and chronic depression using peripheral temperature, rest-activity, and light exposure parameters. *BMC Psychiatry.* 2013. p.13-77.

- 120) De los Reyes V, Guillerminault C. Trastorno del sueño como principal manifestación clínica de alteración en los ritmos circadianos en la depresión. *Medicographia*. 2007;29:28-37.
- 121) Campos-Sepúlveda AE, Moreno-Ruiz LA, Mendoza-Patiño N. Cronofarmacología: variaciones temporales en la respuesta a medicamentos. *Rev Fac Med UNAM*. 2008;51:20-74.
- 122) Merino Sánchez J, Gil Guillén V. Cronobiología, cronoterapia y riesgo cardiovascular. *Rev Clin Esp*. 2005;205(6):283-286.
- 123) Gaspar-Barba E, Calati R, Cruz-Fuentes C, Cruz-Fuentes CS, Ontiveros-Uribe MP, Natale V, et al. Depressive symptomatology is influenced by chronotypes. *J Affect Disord*. 2009;119:100-106.
- 124) Serretti A, Benedetti F, Mandelli L, Lorenzi C, Pirovano A, Colombo C, et al. Genetic dissection of psychopathological symptoms: Insomnia in mood disorders and CLOCK gene polymorphism. *Am J Med Gen*. 2003;121:35-38.
- 125) Ardura Aragón F, Andrés de Llano J, Garmendia Leiza JR, Ardua Fernández J. Análisis cronobiológico de los ingresos de fracturas de la extremidad superior en los hospitales de Castilla y León entre 1999 y 2004. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2008;52(6):345-352.
- 126) Reinberg O, Reinberg A, Téhard B, Mechkouri Accidents in children do not happen at random: Predictable time-of-day incidence of childhood trauma M. . *Chron Intern*. 2002;19(3):615-631.
- 127) Gillooly P, Smolensky MH, Albright DL, Hsi B, Thorne DR. Circadian Variation in Human Performance Evaluated by the Walter Reed Performance Assessment Battery. *Chronobiol. Int*. 1990;7:143-153.

- 128) Casaní Martínez, C., Morales Suárez-Varela, M. Accidentes en la infancia. Resultados del Servicio de Urgencias del Hospital La Fe. *Rev Ped Aten Primaria*. 2002;4:209-222.
- 129) Arbós Galdón J, Rovira Vila M, Llobera Cánaves J, Bonet Mulet M. Accidentes infantiles en atención primaria. *Rev San Hig Púb* 1995;69:97-103.
- 130) Navascués del Río JA, Soletto Martín J, Cerdá Berrocal J, Barrientos Fernandez G, Luque Mialdea R, Estellés Vals C, et al. Estudio epidemiológico de los accidentes en la infancia: primer registro de trauma pediátrico. *An Esp Pediatr* 1997;47:369-372.
- 131) Mateos Baruque ML, Vián González EM, Gil Costa M, Lozano Alonso JE, Santamaría Rodrigo E, Herrero Cembellín B. Incidencia, características epidemiológicas y tipos de accidentes domésticos y de ocio. Red centinela sanitaria de Castilla y León (2009). *Aten Prim*. 2012;44(5):250-257.
- 132) Concheiro Guisán A, Luaces Cubells C, Quintillá Martínez J.M, Delgado Diego L, Pou Fernández J. Accidentes infantiles: diseño y aplicación de un registro hospitalario del niño accidentado. *Emergencias* 2006;18:275-281.
- 133) Carreras González E, Retana Castán A, Nadal Amat J, Picanyol Peirató J, Cubells Rieró J. Epidemiología de los accidentes en la infancia: estudio prospectivo de 132 casos ingresados en una UCI pediátrica. *Acta Pediatr Esp* 2001;59(4):196-200.
- 134) Martín-Cantera C, Prieto-Alhambra D, Roig L, Valiente S, Perez K, Garcia-Ortiz L, et al. Risk levels for suffering a traffic injury in primary health care. The LESIONAT project. *BMC Public Health* 2010;10:136-145.
- 135) Oliver Bañuls A, Civera Clemente P. Estudio epidemiológico de los accidentes atendidos en un servicio de urgencias extrahospitalario. *Aten Primaria* 1998;21:522-526.
- 136) Hernández Rastrollo R, Martínez Tallo E, Agulla Rodiño E, Espinosa Ruiz-Cabal J, Delgado Cardoso M, Romero Vivas F, et al. Estudio clínico-epidemiológico de accidentes infantiles graves. Análisis comparativo de dos épocas: 1991/95 Y 2002/06. *Vox Pediatr* 2007;15(2):18-26.

- 137) Gautier Vargas M, Martínez González V. Frequently accidents and injury at school. *Rev Enferm* 2011;34:26-31.
- 138) Wolt KK, Verhagen E, Adriaensens L. A school perspective on injury prevention in children. *Br J Sports Med* 2001;45:315.
- 139) Gallagher S, Hunter P, Guyer B. A Home Injury Prevention Program for Children. *Pediatric Clinics of North America*. 1985;32(1):6.
- 140) Mitler MM, Carskadon MA, Czeisler CA, Dement WC, Dinges DF, Curtis Graeber R. Catastrophes, Sleep, and Public Policy: Consensus Report. *Sleep*. 1998;11(1):100-109.
- 141) Ortiz-Tudela E, Bonmatí-Carrión MA, De la Fuente M, Mendiola P. La cronodisrupción como causa de envejecimiento. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2012;47(4):168-173.
- 142) Hrushesky WJ. Circadian timing of cancer chemotherapy. *Science*. 1985;228:73-75.
- 143) Lévi F, Okyar A, Dulong S, Innominato PF, Clairambault J. Circadian timing in cancer treatments. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*. 2010;50:377-421.
- 144) Lis CG, Grutsch JF, Wood P, Yo M, Rich I, Hrushesky WJM. Circadian Timing in Cancer Treatment: The Biological Foundation for an Integrative Approach. *Integr Cancer Ther*. 2003;2:105-111.
- 145) Hernández Rosa F, Santiago Garcia J. Ritmos circadianos, genes reloj y cáncer. *iMedPub Journal*. 2010;6(2):3-10.
- 146) Ángeles-Castellanos M, Becerril C, Cervantes G, Rojas-Granados A, Salgado-Delgado R, Escobar C. Envejecimiento de un reloj (cronobiología de la vejez). *Rev Fac Med UNAM* 2011;54(2):33-40.

- 147) Salgado-Delgado RC, Fuentes-Pardo B, Escobar-Briones C. Desincronización interna como promotora de enfermedades y problemas de conducta. *Salud Ment.* 2009;32:69-79.
- 148) Moore DP, Jefferson JW. *Manual de Psiquiatría Médica*. 2ª ed. Madrid: Elsevier; 2005.
- 149) Beltran MJ. Jet-lag o Síndrome de los husos horarios. *Boletín del Centro Naval*.2009;809:487-493.
- 150) Silva F. Trastorno del Ritmo Circadiano del Sueño: fisiopatología, clasificación y tratamientos. *Memoriza*. 2010;7:1-13.
- 151) Díaz-Sampedro E, López-Maza R, González-Puente M. Hábitos de alimentación y actividad física según la turnicidad de los trabajadores de un hospital. *Enferm Clin*.2010;20(4):229–235.
- 152) Martínez-Jiménez F, Guasch E, De-Blas M, Gilsanz F. Cronobiología en anestesia epidural Obstétrica: Efecto de la noche sobre el índice de complicaciones. *Rev Soc Esp Dolor*. 2006;2:73-80.
- 153) Ross K. Circadian rhythms play role in cancer research. *J Natl Cancer Inst*. 2006;98:806-807.
- 154) Madrid JA, Rol de Lama MA. *Cronobiología básica y clínica*. Madrid, España: EDITEC@RED; 2007.
- 155) Hernandez Hernandez P. *Natura y Cultura de Las Islas Canarias*. 8º ed. Tenerife: Tafor Publicaciones. 2003.
- 156) González Morales A. *Síntesis Historico-Geográfica de la Isla de Lanzarote*. Las Palmas de Gran Canaria: Anroart Ediciones, S.L. 2010. p.38

157) Torres Cabrera JM. Agua y suelo en la isla de Lanzarote. En: Consejería de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. Dirección General de Aguas, editor. La cultura del Agua en Lanzarote. Tenerife: Nueva Gráfica. 2006. p.63-84.

158) Hansen A. El Medio Natural: El Relieve de Lanzarote. En: Cabildo de Lanzarote, editor. Historia General de Lanzarote. Lanzarote: Geografía de un espacio singular. Lanzarote: Servicio de Publicaciones. Cabildo de Lanzarote. 2002. p.15-56.

159) Sainz-Pardo Pla A. El clima de Lanzarote. En: Consejería de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. Dirección General de Aguas, editor. La cultura del Agua en Lanzarote. Tenerife: Nueva Gráfica. 2006. p.21-62.

160) Romero L, Mayer P. El Medio Natural: El Clima de Lanzarote. En: Cabildo de Lanzarote, editor. Historia General de Lanzarote. Lanzarote: Geografía de un espacio singular. Lanzarote: Servicio de Publicaciones. Cabildo de Lanzarote. 2002. p.57-89.

161) Canary-Travel.com. [Internet]. Mapa de Lanzarote. Lanzarote. 2014 [actualizada 28 febrero 2014; consultado 28 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.canary-travel.com/Lanzarote/mapa-es.html>.

162) Natura y Cultura: GEVIC [Gran Enciclopedia Virtual de las Islas Canarias]. [Internet]. 2003. [consultado 09 marzo 2014]. Disponible en: http://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar_contenidos.php?idcat=22&idcap=92&idcon=533.

163) Centro de datos. [Internet]. Lanzarote: Cabildo de Lanzarote. 2014 [actualizada 02 marzo 2014; consultado 02 marzo 2014]. Disponible en: <http://www.datosdelanzarote.com/itemDetalles.asp?idFamilia=6&idItem=5850>.

164) Centro de datos Cabildo de Lanzarote. [Internet]. Lanzarote. 2014 [actualizada 02 marzo 2014; consultado 02 marzo 2014]. Disponible en: <http://www.datosdelanzarote.com/itemDetalles.asp?idFamilia=6&idItem=5877>.

8. ANEXOS

Anexo I. Abreviaturas.

5FU: 5-Fluorouracilo
A.C: Antes de Cristo
ACTH: Hormona adrenocorticotropa
ADN: Acido adenodesoxiribonucleico
AM: Antimeridiano
APS: Atención primaria de salud
CCG: Clock Controlled Genes
CHUV: Centro Hospitalario Universitario Vaudois
COT: Cirugía ortopédica y traumatológica
CS: Centro de salud
EEUU: Estados Unidos de Norteamérica
ENE: Este Nor Este
FC: Frecuencia Cardíaca.
GABA: Acido gamma-aminobutírico
H: Hora
IAM: Infarto agudo de miocardio
INE: Instituto nacional de estadística
MEQ: Cuestionario de matutinidad-vespertinidad
N: Norte
NE: Nor Este
NNO: Nor Nor Oeste
NO: Nor Oeste
NSQ: Núcleos supraquiasmáticos
PA: Presión arterial
PM: Postmeridiano
REM: Movimientos oculares rápidos
S: Sur
SCS: Sistema Canario de Salud
SE: Sur Este
SO: Sur Oeste
SOSE: Sur Oeste Sur Este
SSE: Sur Sur Este
TRC: Trastornos del ritmo circadiano
UCIC: Unidad de cuidados intensivos cardiológico

ZBS: Zona básica de salud

Anexo II. Solicitud a Gerencia del Hospital José Molina Orosa de Lanzarote

SERVICIO CANARIO DE LA SALUD
GERENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS
ÁREA DE SALUD DE LANZAROTE

14 JUN. 2013

ENTRADA Nº 635003 S.C.S. 104154
SALIDA Nº S.C.S.
HORA:
Arrecife de Lanzarote

Arrecife 14 de junio del 2013

DRA BLANCA FRAGUELA GIL
GERENTE DEL SSDE AREA DE SALUD DE LANZAROTE

Me dirijo a Usted para solicitarle la autorización para ingresar a las Historias clínicas de los pacientes del área salud de Lanzarote, con patología osteoarticular, para poder realizar la tesis doctoral con título provisional: "Cronobiología de las afecciones del aparato locomotor y tegumentarias en la isla de Lanzarote" cuyo director de tesis principal es el Dr. Juan F. Jimenez Díaz Catedrático de Enfermería Médico Quirúrgica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Adjunto la solicitud correspondiente.

Sin otro particular me despido de Usted atte:

Dra. Liliana Campi
NIE: x 5560189P

Anexo III. Solicitud al Comité de Investigación Clínica del Área de Salud de Lanzarote.

RR.

G. Drew

Arrecife 18 de julio de 2013

COMITE DE INVESTIGACION CLINICA (CEIC)
AREA DE SALUD DE LANZAROTE:

SERVICIO CANARIO DE LA SALUD
GERENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS
ÁREA DE SALUD DE LANZAROTE
18 JUL. 2013
ENTRADA N° 362455 S.C.S. 125137
SALIDA N° S.C.S.
HORA:
Arrecife de Lanzarote

Liliana Campi
Medico de consultorio de Playa Honda
MT 35/06104
NIE X 5560189P

Solicito que por parte del Comité de Investigación Clínica del Area de Salud de Lanzarote, se me conceda el permiso oportuno para obtener los datos necesarios para realizar la tesis doctoral titulada: " *Cronobiología de las afecciones del aparato locomotor y tegumentarias en la isla de Lanzarote*", que será dirigida por los Doctores Juan Fernando Jimenez Diaz, Bienvenida Rodriguez de Vera, Maria del Pino Quintana- Montesdeoca y Francisco José Hernandez Martinez, todos ellos miembros del Grupo I+D+i de la ULPGC "Cicatrización, productos naturales y aparato locomotor"

Sin otro particular me despido de Ustedes atentamente:

Liliana Campi
Liliana Campi

Anexo IV. Solicitud al Comité Ético del Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín



GOBIERNO DE CANARIAS
REGISTRO DE ENTRADA/SALIDA
SCS. GERENCIA SRV. SANITARIOS LANZAROTE

Justificante de entrada

Tipo de Entrada Externa
Ejercicio 2013

PRESENTACION
Signatura
Fecha 05/09/2013
Hora 10:30:06

REG. E/S	
Nº General	902120
Nº Registro	SCS/150695
Fecha	05/09/2013
Hora	10:33:14

Relación de interesados

Persona	Tipo de documento	Documento
CAMPI, LILIANA ESTHER	TARJETA DE RESIDENCIA	X5560189P

Tipo	Asunto	Departamento
		09.D2.10.15 CONSEJERÍA DE SANIDAD DIRECCIÓN DE ÁREA DE LANZAROTE GERENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS LANZAROTE DIRECCIÓN MÉDICA DE A.E. (LANZAROTE)

Resumen SOLICITUD PARA ACCEDER A HISTORIA CLÍNICAS P/REALIZACIÓN DE ESTUDIO
Observaciones

Otros datos

Tipo de transporte	Número de transporte
Fecha documento	Referencia
Usuario INMACULADA MEDEROS TAVIO	D.N.I. Usuario

ARRECIFE, a

05 de septiembre de 2013

Anexo V. Solicitud para la realización de un “Estudio Observacional”, a la Agencia española de medicamentos y productos sanitarios, del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de Madrid.



Las Palmas de G.C. a 01 de octubre de 2013

ANEXO I. SOLICITUD DE EVALUACIÓN

De: **Médico de Atención Primaria Area Lanzarote.** Dra. Lilibana Campi

A: **SECRETARÍO DEL C.E.I.C./C.E.I.-** Dr. Ayoze Nauzet González Hernández

N/ref.:

Asunto: COMITÉ ÉTICO EVALUACIÓN DE (señalar lo que proceda):

Nuevo	Enmienda	Tipo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.-Ensayo Clínico con Medicamentos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.-Ensayo Clínico con Productos Sanitarios
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.-Estudio Observacional
<input type="checkbox"/>	Otro	

Por la presente solicito evaluación por parte del Comité Ético del Estudio titulado:
"CRONOBIOLOGÍA DE LAS AFECCIONES DEL APARATO LOCOMOTOR Y TEGUMENTARIAS EN LA ISLA DE LANZAROTE".

Y así mismo me comprometo a:

- Que si por parte del CEIC/CEI se solicitaran modificaciones del proyecto, las mismas se incorporarán a la versión final que se llevará a cabo y serán comunicadas al organismo correspondiente.
- Que se comunicará al CEIC/CEI el comienzo y la finalización del estudio
- Que se remitirá una separata de las publicaciones a que dé lugar el estudio

Sin otro particular, atentamente.

Fdo.:

Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín
Comité Ético de Investigación Clínica CEIC/CEI



Servicio
Canario de la Salud
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE
GRAN CANARIA DOCTOR NEGRIN



ANEXO III. COMPROMISO DE LOS INVESTIGADORES

Don/Doña: LILIANA CAMPI

Declara:

Que conoce y acepta participar como investigador principal en el proyecto de investigación biomédica titulado:

"CRONOBIOLOGÍA DE LAS AFECCIONES DEL APARATO LOCOMOTOR Y TEGUMENTARIAS EN LA ISLA DE LANZAROTE"

Que se compromete a que cada sujeto sea tratado y controlado siguiendo lo establecido en el protocolo autorizado por el Comité Ético de Investigación Clínica / Comité de la Ética en la Investigación y que respetará las normas éticas aplicables a este tipo de estudios.

Que dicho estudio se llevará a cabo contando con la colaboración de:

Investigador colaborador	Servicio	Firma
Juan Fernando Jimenez Diaz	ULPGC	
Bienvenida Rodriguez de Vera	ULPGC	
Francisco J. Hernandez Martinez	ULPGC	

En Las Palmas de Gran Canaria, a 01 de oct de 2013

Firmado:

Investigador principal

Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrin
Comité Ético de Investigación Clínica CEIC/CEI
Barranco de la Ballena, S/n
35010 – Las Palmas de Gran Canaria
Tel.: 928 44 90 71 Fax.: 928 44 98 05



Servicio
Canario de la Salud
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE
GRAN CANARIA DOCTOR NEGRÍN



ANEXO V

D. LILIANA CAMPI como promotor del estudio observacional/proyecto de investigación/ensayo clínico con título "**CRONOBIOLOGÍA DE LAS AFECCIONES DEL APARATO LOCOMOTOR Y TEGUMENTARIAS EN LA ISLA DE LANZAROTE**" y nº de protocolo _____, que se realizará en el Area de Salud de Lanzarote, siendo su Investigador Principal en este centro Dra Liliana Campi .

SOLICITA:

Exención en el abono del importe correspondiente a la evaluación por parte del CEIC/CEI del mencionado estudio. Pare ello,

HACE CONSTAR:

- Que el promotor es independiente y no tiene ánimo de lucro.
- Que el estudio no tiene apoyo de una entidad con ánimo de lucro.
- Que el estudio no cuenta con fondos para la contratación de una CRO.
- Que el investigador y sus colaboradores no recibirán contraprestación económica por la participación en el proyecto

✓ Y para ello aporta la documentación justificativa oportuna

Y SE COMPROMETE A COMUNICAR CUALQUIER MODIFICACIÓN DE LAS CIRCUNSTANCIAS ANTERIORES DURANTE LA EVOLUCIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO

En Las Palmas de Gran Canaria a 01 de octubre de 2013

Fdo.:

NIF:

Promotor:

Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín
Comité Ético de Investigación Clínica CEIC/CEI
Barranco de la Ballena, S/n
35010 - Las Palmas de Gran Canaria
Tel. 928 21 22 71 - Fax 928 21 22 77

Anexo VI. Resolución del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de Madrid (Registro Auxiliar Agencia de Medicamentos y Productos Sanitarios, Departamento de Medicamentos de Uso Humano).



DEPARTAMENTO
DE MEDICAMENTOS
DE USO HUMANO

DESTINATARIO:

D^a LILIANA ESTHER CAMPI
C/ MAYOR 36. PLAYA HONDA
SAN BARTOLOMÉ
35509 – LAS PALMAS

Fecha: 17 de octubre de 2013

REFERENCIA: ESTUDIO CRONOBIOLOGÍA

ASUNTO: NOTIFICACIÓN DE RESOLUCION DE CLASIFICACIÓN DE ESTUDIO CLÍNICO O EPIDEMIOLÓGICO

Adjunto se remite resolución de clasificación sobre el estudio titulado "Cronobiología de las afecciones del aparato locomotor y tegumentarias en la Isla de Lanzarote."



MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS
SOCIALES E IGUALDAD
REGISTRO AUXILIAR
AGENCIA E. DE MEDICAMENTOS Y PRODUCTOS
SANITARIOS
SALIDA
N. de Registro: 29379 / RG 61145
Fecha: 18/10/2013 12:54:48

CORREO ELECTRÓNICO

farmacoepi@aemps.es

C/ CAMPEZO, 1 – EDIFICIO 8
28022 MADRID

ASUNTO: RESOLUCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN DE ESTUDIO CLÍNICO O EPIDEMIOLÓGICO

DESTINATARIO: D^a LILIANA ESTHER CAMPI

Vista la solicitud-propuesta formulada con fecha **4 de septiembre de 2013**, por **D^a LILIANA ESTHER CAMPI**, para la clasificación del estudio titulado "**Cronobiología de las afecciones del aparato locomotor y tegumentarias en la Isla de Lanzarote.**" y cuyo promotor es **D^a LILIANA ESTHER CAMPI**, se emite resolución a tenor de los siguientes antecedentes.

Con fecha **10 de septiembre de 2013**, se emite propuesta de resolución, otorgando un plazo de quince días al solicitante para presentar alegaciones. Transcurrido este plazo, no se han recibido alegaciones.

Por todo ello, el Departamento de Medicamentos de Uso Humano de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), de conformidad con los preceptos aplicables, ⁽¹⁾ **RESUELVE** clasificar el estudio citado anteriormente como "**Estudio Observacional No Posautorización**" (abreviado como No-EPA).

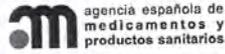
Para el inicio del estudio no se requiere la autorización previa de ninguna autoridad competente (AEMPS o CCAA) ⁽²⁾, pero sí es necesario presentarlo a un CEIC acreditado en nuestro país y obtener su dictamen favorable.

El promotor tendrá que informar a los responsables de las entidades proveedoras de servicios sanitarios donde se lleve a cabo el estudio y les entregará copia del protocolo y de los documentos que acrediten la aprobación por parte del CEIC y, en su caso, la clasificación de la AEMPS. Asimismo estos documentos se entregarán a los órganos competentes de las CC.AA., cuando sea requerido. La gestión y formalización del contrato estará sujeta a los requisitos específicos de cada Comunidad Autónoma.

CORREO ELECTRÓNICO

farmacoepi@aemps.es

C/ CAMPEZO, 1 – EDIFICIO 8
28022 MADRID



DEPARTAMENTO
DE MEDICAMENTOS
DE USO HUMANO

Contra la presente resolución que pone fin a la vía administrativa podrá interponerse Recurso Potestativo de Reposición, ante la Directora de la Agencia, en el plazo de un mes a contar desde el día siguiente a aquel en que tenga lugar la notificación de la presente resolución. ⁽³⁾

Madrid, a 17 de octubre de 2013

EL JEFE DE DEPARTAMENTO DE
MEDICAMENTOS DE USO HUMANO



César Hernández García

¹ Son de aplicación al presente procedimiento la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común; la Ley 12/2000, de 29 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y de orden social; la Ley 29/2006, de 26 de julio, de Garantías y Uso Racional de los Medicamentos y Productos Sanitarios; el Real Decreto 223/2004, de 6 de febrero, por el que se regulan los ensayos clínicos con medicamentos; el Real Decreto 1275/2011, de 16 de septiembre, por el que se crea la Agencia estatal "Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios" y se aprueba su estatuto; el Real Decreto 577/2013, de 26 de julio, por el que se regula la farmacovigilancia de medicamentos de uso humano y la Orden SAS/3470/2009, de 16 de diciembre, por la que se publican las directrices sobre estudios posautorización de tipo observacional para medicamentos de uso humano.

² De acuerdo con la Orden SAS/3470/2009, de 16 de diciembre

³ De conformidad con lo dispuesto en los artículos 116 y 117 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, o Recurso Contencioso-Administrativo ante el Juzgado Central de lo Contencioso-Administrativo de Madrid, en el plazo de dos meses contados desde el día siguiente al de la notificación de la presente resolución, de conformidad con la Ley 29/1998, de 13 de Julio, reguladora de la Jurisdicción Contencioso-Administrativa, sin perjuicio de poder ejercitar cualquier otro recurso que se estime oportuno. En caso de interponerse recurso de reposición no podrá interponerse recurso contencioso-administrativo hasta la resolución expresa o presunta del primero.

CORREO ELECTRÓNICO

farmacoepi@aemps.es

C/ CAMPEZO, 1 - EDIFICIO 8
28022 MADRID

Anexo VII. Comité de Ética de Investigación Clínica-Comité de Ética del Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín.



Servicio
Canario de la Salud

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE
GRAN CANARIA DOCTOR NEGRÍN



INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA/COMITÉ DE LA ÉTICA EN LA INVESTIGACIÓN

D. PEDRO LARA JIMÉNEZ, Presidente del Comité Ético de Investigación Clínica-Comité de Ética en la Investigación del Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín

CERTIFICA:

Que este Comité, según consta en el **Acta 10/2013** de fecha 31 de octubre, según la Orden SAS/3470/2009, ha evaluado la propuesta del promotor para que se realice el **estudio No EPA** titulado:

"Cronobiología de las afecciones del aparato locomotor y tegumentarias en la Isla de Lanzarote"

Promotor: Liliana Esther Campi. Investigador Independiente. Tesis

Código AEMPS: Estudio CRONOBIOLOGÍA

Código CEIC Negrín: 130075

Protocolo: Versión inicial de fecha 6 de Septiembre de 2013

Hoja de Información al Paciente y Documento de Consentimiento Informado: Versión inicial de fecha 6 de Septiembre de 2013

Primer CEIC que lo evalúa: H.U. Gran Canaria Dr. Negrín

Y considera que:

Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.

La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado y el modo de reclutamiento previsto para el estudio.

El investigador y su equipo se comprometen a cumplir las recomendaciones y directrices de Buena Práctica Clínica aplicables a este tipo de estudios y la Declaración de Helsinki actualizada.

El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.

Asimismo, este Comité **ACEPTA** que dicho **Estudio No EPA** sea realizado por la **Dra. Liliana Esther Campi** del **Servicio de Medicina Interna** del Hospital General de Lanzarote, como investigadora principal.

Que este Comité, tanto en su composición como en los PNTs, cumple con las normas de BPC (CPMP/ICH/135/95) y con el R.D. 223/2004.

Que su composición actual es la siguiente:

PRESIDENTE: D^o Pedro Lara Jiménez (F.E.A. Oncología Radioterápica)

VOCALES:

D^o. Miguel Ángel García Bello (No Sanitario adscrito a la Unidad de Investigación)

D^o. Ayoze Nauzet González Hernández (F.E.A. Servicio de Neurología)

D^o. Javier Díaz Moreno (Licenciado en Derecho, F.E.A. Servicio de Admisión)

D^a. Trinidad Revilla Villegas (Enfermera Docencia)

D^o. Jorge Solé Violán (F.E.A. Medicina Intensiva)



Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín

Comité Ético de Investigación Clínica CEIC/CEI

ceichugcdn.scs@gobiernodecanarias.org

Barranco de la Ballena S/N

35010 Las Palmas

Tel: 928 44 90 71 FAX 928 44 98 05



Servicio
Canario de la Salud

HOSPITAL UNIVERSITARIO DE
GRAN CANARIA DOCTOR NEGRÍN



D^a. Luz Casanovas Susana (Farmacóloga Clínica, Facultad de Medicina de la ULPGC)
D^o. Daniel Sebastián Ceballos Santos (F.E.A. Servicio de Digestivo)
D^a. Soledad Ojeda Bruno (F.E.A. Servicio de Reumatología)
D^o. Francisco Rodríguez Esparragón (No Sanitario, Técnico Superior de la Unidad de Investigación)
D^a. Silvia De La Iglesia Iñigo (F.E.A. Servicio de Hematología)

Que en dicha reunión se cumplió el quórum preceptivo legalmente.

Que, en el caso de que se evalúe algún proyecto del que un miembro sea investigador/colaborador, dicho miembro no participa en la evaluación ni el dictamen del propio protocolo.

Lo que firmo en Las Palmas de Gran Canaria, a 4 de noviembre de 2013

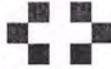
El Presidente

Fdo.: D. Pedro Lara Jiménez



Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín
Comité Ético de Investigación Clínica CEIC/CEI
ceichugcdn.scs@gobiernodecanarias.org
Barranco de la Ballena S/N
35010 Las Palmas
Tel: 928 44 90 71 FAX 928 44 98 05

Anexo VIII. Secretaría General de Servicios de Sistemas Electromédicos y de Información.



SECRETARÍA GENERAL
Servicio de Sistemas Electromédicos y de Información



D^a Liliana Campi
C/ Mayor, 36
Playa Honda - San Bartolomé
35509 - Lanzarote

Nº Ref.: LTRF/Inmb
Asunto: Informe solicitado
Las Palmas de Gran Canaria

En respuesta a su escrito de fecha 13 de enero de 2014 (recibido en este Servicio el 17 de enero mediante Certificado Urgente de Correos), relativo a solicitud de datos no disociados de la Historia Clínica en el Área de Salud de Lanzarote para la realización de una Tesis Doctoral, se remite Informe elaborado por la Oficina de Seguridad de este Departamento con fecha 29.01.2014.

Para mayor información, puede ponerse en contacto con el Responsable de la Oficina de Seguridad, D. Juan Carlos Ossorio Díaz, a través del Nº 922 59 20 23.

El Jefe de Servicio de Sistemas
Electromédicos y de Información

Plaza Dr. Juan Bosch Millares, s/n - 2º
35004 - Las Palmas de Gran Canaria
Telf.: 928 11 73 19

c/ Pérez de Rozas, 5, 3er piso
38004 - Santa Cruz de Tenerife
Telf.: 922 922793

ES COPIA AUTÉNTICA DE DOCUMENTO PÚBLICO ADMINISTRATIVO ELECTRÓNICO	
Este documento ha sido firmado electrónicamente por:	
LUIS TOMAS RAMIREZ FELIPE	Fecha: 06/02/2014 - 09:21:59
Este documento ha sido registrado electrónicamente:	
SALIDA - N. General: 67913 / 2014 - N. Registro: SCS / 12690 / 2014	Fecha: 06/02/2014 - 13:09:11
<p>En la dirección https://sada.gobcan.es/ge/verificacion/index.jsp puede ser comprobada la autenticidad de esta copia, mediante el número de documento electrónico siguiente: 0Bxe0/aYr+eaUobvyUIWxzZGaDYx2SJLu</p>	
 	
La presente copia ha sido descargada el 06/02/2014 - 13:10:17	



Solicitud de acceso a datos de Historia Clínica para una tesis doctoral



Se recibe en este Servicio de Sistemas Electromédicos y de Información solicitud de datos no disociados de la Historia Clínica en el Área de Salud de Lanzarote para la realización de una tesis doctoral.

Los datos objeto de la solicitud forman parte de los ficheros de Historia Clínica del Servicio Canario de la Salud, cuya responsabilidad recae en la Dirección del Servicio Canario de la Salud

Estos ficheros están inscritos en el Registro General del Protección de Datos en virtud de la Orden de 24 de abril de 2013, publicada en BOC nº85 de 2013, e incluyen como finalidad de los mismos la de "recoger toda la información relevante para el diagnóstico y tratamiento de una manera veraz y actualizada **para facilitar la asistencia sanitaria y el seguimiento del estado de los pacientes**", contemplando como usos posibles los relacionados con la "**asistencia sanitaria a pacientes**".

La Ley de Autonomía del Paciente, LAP, describe en su artículo 16 los usos que se le darán a la Historia Clínica. El uso principal de la misma es, según el primer apartado del citado artículo, "conformar un instrumento destinado fundamentalmente a garantizar una asistencia adecuada al paciente. **Los profesionales asistenciales del centro que realizan el diagnóstico o el tratamiento del paciente tienen acceso a la historia clínica de éste como instrumento fundamental para su adecuada asistencia**".

Asimismo, en su apartado tercero, se contempla el acceso a la historia clínica "con fines judiciales, epidemiológicos, de salud pública, de investigación o de docencia", especificando que "el acceso a la historia clínica con estos fines **obliga a preservar los datos de identificación personal del paciente, separados de los de carácter clínicoasistencial**, de manera que, como regla general, quede asegurado el anonimato, **salvo que el propio paciente haya dado su consentimiento para no separarlos**".

Por otro lado, el artículo 11 de la Ley Orgánica de Protección de Datos de carácter personal, LOPD, regula las condiciones en las que se pueden comunicar los datos a un tercero, a saber, "los datos de carácter personal objeto del tratamiento sólo podrán ser comunicados a un tercero para el cumplimiento de fines directamente relacionados con las funciones legítimas del cedente y del cesionario con el **previo consentimiento del interesado**".

Por último, indicar que el citado artículo 16 de la LAP presupone, en su punto 6, el deber de secreto del profesional sanitario, siendo por tanto condición necesaria pero no suficiente para el acceso a los datos.

En la dirección <https://sede.gobcan.es/rge/verificacion/index.jsp> puede ser comprobada la autenticidad de esta copia, mediante el número de documento electrónico siguiente: 09L21Ep09Fpwo1pTj178e2xGYD5Ux0Jw



09L21Ep09Fpwo1pTj178e2xGYD5Ux0Jw

En la dirección <https://sede.gobcan.es/rge/verificacion/index.jsp> puede ser comprobada la autenticidad de esta copia, mediante el número de documento electrónico siguiente: 0EabpgDa0gB33vF87xGNhg7sUUvKHRUbj



0EabpgDa0gB33vF87xGNhg7sUUvKHRUbj