



# **UNIVERSIDAD DE MURCIA**

## **FACULTAD DE MEDICINA**

Eficiencia de las Técnicas de  
Anestesia Loco-Regional Guiadas por Ecografía  
en la Cirugía del Miembro Superior en el  
Quirófano de Cirugía Ortopédica y Traumatológica  
del Hospital General Rafael Méndez

**D. Joaquín García Ferreira**

**2015**





**UNIVERSIDAD DE MURCIA**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN ENVEJECIMIENTO**

**TESIS DOCTORAL**

EFICIENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ANESTESIA LOCO-  
REGIONAL GUIADAS POR ECOGRAFÍA EN LA CIRUGÍA DEL  
MIEMBRO SUPERIOR EN EL QUIRÓFANO DE CIRUGÍA  
ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLÓGICA DEL HOSPITAL  
GENERAL RAFAEL MÉNDEZ

**Realizada por:**  
**D. JOAQUÍN GARCÍA FERREIRA**

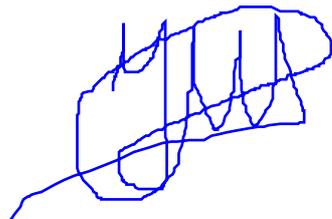
**Dirigida por:**  
**Dra. MARÍA TRINIDAD HERRERO EZQUERRO**  
**Dra. ANA MARÍA GONZÁLEZ CUELLO**



MEMORIA PRESENTADA PARA LA  
OBTENCIÓN DEL GRADO DE DOCTOR  
POR LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

JOAQUÍN GARCÍA FERRERIA

2015

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'JGF', written over a faint grid or background.





Doña María Trinidad Herrero Ezquerro, Catedrática de Universidad del Área de Anatomía y Embriología Humana en el Departamento de Anatomía Humana y Psicobiología,

**AUTORIZA:**

La presentación de la Tesis Doctoral titulada **“Eficiencia de las técnicas de anestesia loco-regional guiadas por ecografía en la cirugía del miembro superior en el quirófano de Cirugía Ortopédica y Traumatológica del Hospital General Rafael Méndez.”** realizada por D.Joaquín García Ferreira, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a veinte de junio de dos mil quince,





Doña Ana-María González Cuello, Profesor Contratado Doctor del Área de Enfermería en el Departamento de Enfermería,

**AUTORIZA:**

La presentación de la Tesis Doctoral titulada **“Eficiencia de las técnicas de anestesia loco-regional guiadas por ecografía en la cirugía del miembro superior en el quirófano de Cirugía Ortopédica y Traumatológica del Hospital General Rafael Méndez”**, realizada por D. Joaquín García Ferreira, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a veinte de junio de dos mil quince,



## AGRADECIMIENTOS

Parece que hoy no quisieran salir las palabras; que las musas conjuraran para retenerme un poco más en la realización de esta tesis doctoral, pero ya está, increíble. He puesto toda mi ilusión en este proyecto; tiempo y dedicación, he dudado y he vuelto a levantar el proyecto, y al final, aquí estoy, dando las gracias a todo y a todos.

En primer lugar quiero agradecer su labor y su apoyo a mis directoras, Trini y Ana, por brindarme la oportunidad de realizar la tesis doctoral. Os agradezco el haber confiado en mi proyecto, tan distinto. Gracias por el apoyo y la tutela, por toda la comprensión que habéis tenido conmigo; por los buenos consejos, por encontrar siempre todo lo positivo y por ampliar el horizonte de este proyecto hasta hacerlo cada día un poquito mejor. Me he sentido el doctorando más afortunado de todos, y tengo que confesaros que sois el equipo de directoras ideal, os complementáis muy bien y esa situación brinda a vuestros doctorandos un ambiente de desarrollo intelectual inmejorable. Sois unas excelentes personas y a cada una de vosotras os deseo lo mejor en la vida.

En segundo lugar quisiera agradecer a todas las personas que me han ayudado en la labor de recopilación de datos; realizada en pleno proceso de informatización de la actividad del hospital, al servicio de Documentación Clínica del Hospital Rafael Méndez, gracias Tere por la ayuda y la buena acogida a ese “extraño” que pasaba las tardes revisando historias. También a María, encargada del programa informático Selene, por enseñarme a encontrar donde nadie ve. Y por último, y no menos importante, agradecer al personal de enfermería de quirófanos su profesional y rigurosa labor de documentación de la actividad que ha permitido la evaluación de esta.

Es momento ahora para agradecer a todos los compañeros de especialidad que me han apoyado y animado a realizar la tesis; sobre todo a Luis Falcón, sin su motivación, no se siquiera si hubiera empezado una tesis, y no solo este agradecimiento te debo en la vida, bien lo sabes.

A Francisco Acosta, a Tomás Sansano, a Joaquín Hernández-Palazón (lo he podido acabar maestro), a Salvador Cayuela y a “Don Fernando”, a Miralles, a Isabel Castaño y a Benjamín Alonso, a María Dolores Cárceles e Isabel Sánchez del Rincón, a Cándido, a Vicente Roqués (gracias por tu contribución a desarrollar esta parte de la especialidad que es la anestesia regional ecoguiada) a “Nico” y a Tortosa; gracias a todos vosotros por contribuir en mi formación y hacer de la Anestesiología una de mis pasiones.

A Michael Bartz y a Walter, « un pour tous, tous pour un ! ». Como te echamos de menos Walter.

Como no agradecer a los Traumatólogos del hospital Rafael Méndez su apoyo en la realización de esta tesis doctoral, en especial a Antonio Navarro y Marcos Hernández.

Todo este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo incondicional de mi familia, de mi mujer y de mis hijos, gracias por toda vuestra comprensión, sois lo mejor que tengo.

**A mis hijos; mis luces , mi lucha, mi esperanza y mi alegría**

**A Elvira, que todo construye abriendo sus brazos**



## **RESUMEN**

### **Eficiencia de las técnicas de anestesia loco-regional guiadas por ecografía en la cirugía del miembro superior en el quirófano de Cirugía Ortopédica y Traumatológica del Hospital General Rafael Méndez.**

**Autor:** Joaquín García Ferreira.

#### **Objetivos**

El objetivo principal en esta tesis doctoral es evaluar en el contexto del Hospital Rafael Méndez si la anestesia locoregional guiada por ecografía (ALRE) es más eficiente que las dos técnicas de anestesia general (AG) más utilizadas cuando se realiza cirugía del miembro superior, AG con intubación y relajantes musculares (AGRM), y anestesia general con mascarilla laríngea sin relajantes musculares (AGML). Los objetivos secundarios evalúan durante el proceso perioperatorio el papel que pueden representar: i) el envejecimiento poblacional; y ii) el sexo.

#### **Metodología**

Estudio retrospectivo hospitalario con seguimiento hasta 12 meses del alta hospitalaria de los pacientes intervenidos de cirugía del miembro superior en el Hospital Rafael Méndez durante un periodo de 23 meses. La recogida de datos se recopiló del programa informático SELENE®, de la historia clínica y del registro quirúrgico en soporte físico.

En el análisis de costes se han seguido las directrices para la publicación de las evaluaciones económicas en salud de CHEERS. El estudio de costes de las distintas técnicas anestésicas se ha realizado mediante un estudio de coste-beneficio.

Para evaluar la eficiencia en la gestión del tiempo controlado por el anestesiólogo (ACT) y la eficiencia en la gestión del tiempo de estancia en URPA se realizó un estudio de coste-efectividad.

Las variables clínicas analizadas han sido: i) parámetros socio-demográficos y clínicos; ii) índice de riesgo anestésico (clasificación ASA); iii) índice de comorbilidad (I.Charlson-Deyo); iv) complicaciones; v) estancia hospitalaria; y vi) mortalidad en el período de seguimiento.

## Resultados

Se incluyeron 293 pacientes: el 73,4% (N=215) fueron intervenciones traumatológicas y el 26.6% (N=78) ortopédicas. No hubo diferencias ni en la edad media ni en la distribución por sexos.

De las 293 intervenciones: 128 casos se realizaron bajo AGRM, 55 casos bajo ALRE y 51 casos bajo AGML. El coste medio de una ALRE fue de 97,67 €, siendo de 203,30 € y de 136,58 € para los grupos AGRM y AGML, respectivamente. El coste medio total del grupo ALRE fue significativamente menor al grupo AGRM y AGML ( $p < 0,001$ ); también hubo diferencias entre los dos grupos de AG, siendo menor el coste farmacológico con AGML ( $p < 0,001$ ). El ACT fue significativamente menor ( $p < 0,0001$ ) en el grupo ALRE que en ambos grupos de AG. No hubo diferencias en el consumo de tiempo anestésico entre los grupos AGRM y AGML ( $p = 0,1864$ ).

Se constató una mayor permanencia en la URPA del grupo AGRM, seguido de AGML ( $p < 0,0001$ ), y menor consumo de tiempo en los grupos de anestesia regional y local ( $p < 0,0001$ ).

Hubo un porcentaje significativamente mayor de patología traumatológica en varones menores de 50 años y en mujeres de edad  $\geq 50$  años ( $p < 0,001$ ). Hubo un porcentaje significativo de tratamiento con psicofármacos ( $p = 0,0005$ ) en el sexo femenino. Solamente el 12.5 % de los pacientes de edad igual o mayor a 50 años y el 17.2% de los mayores de 65 años con fracturas del miembro superior estaban previamente diagnosticados de osteoporosis. El porcentaje de complicaciones anestésicas y postoperatorias fue del 2,5% y 8.5%, respectivamente.

La estancia hospitalaria fue significativamente mayor en mujeres de edad igual o superior a 50 años con patología traumatológica y con alguno de los siguientes factores: i) clasificación ASA  $\geq$  II; ii) Índice de Charlson  $\geq$  2; o iii) otras complicaciones.

La mortalidad en el grupo estudiado fue baja (5 casos) y en ningún caso durante el período perioperatorio.

## Conclusiones

La conclusión principal es que la ALRE es una técnica anestésica adecuada para la implantación en la cartera de servicios de anestesia en cirugía de miembro superior gracias a su eficiencia en términos: i) de ahorro en coste farmacológico; y ii) de consumo de tiempo de una programación quirúrgica. Las pacientes de sexo femenino con edad  $\geq 50$  años y con un índice de comorbilidad o de riesgo anestésico elevado

sometidas a cirugía traumatólogica del miembro superior presentaron aumento significativo de la estancia hospitalaria.



## **ABSTRACT**

### **Efficiency of ultrasound guided regional anaesthesia techniques in upper limb surgery at the Rafael Méndez Hospital.**

#### **Objectives**

The principal goal of this doctoral thesis is the evaluation of efficiency of ultrasound-guided regional anaesthesia (US-RA) in upper limb surgery at the hospital "Rafael Méndez", compared with the two most used techniques at this hospital, general anaesthesia with orotracheal intubation and muscle relaxants (GAMR) and general anaesthesia with laryngeal mask and without muscle relaxants (GALM). The secondary goal is the evaluation of the related aspects with aging and genre throughout all the perioperative period.

#### **Material and methods**

Retrospective study of all the patients undergoing upper limb surgery at the "Rafael Méndez hospital" during 23 months and follow-up until 12 months after hospital discharge. Data collection was obtained of patient database of the hospital (SELENE®), clinical dossier and time-register of the activity in the operation room.

The principal outcomes parameters of this study were the economic impact of the ultrasound guided-regional anaesthesia by the realisation of a cost-benefit study and the evaluation of anaesthesiology controlled times (ACT) in the operation room, and the time to discharge of post-anaesthesia care unit (PACU) by a cost-effectiveness study. We have followed the CHEERS guidelines for publication of health economic evaluations.

The clinical outcomes analyzed have been: i) socio-demographic parameters ii) ASA status for anaesthetic risk assessment iii) co-morbidity Charlson-Deyo index iv) hospital length stay and vi) mortality in the follow-up period.

#### **Results**

293 patients were included, 215 (73,4%) were fractures of the upper limb and 78 (26,6%) were scheduled for orthopaedic surgery. There were no statistically significant differences among groups in age and genre. Of the patients recruited 128 received GAMR, 55 US-RA and 51 GALM. The mean were 97,67€ for the US-RA group, 203,30€ for the GAMR and 136,58€ for the GALM group. The cost was significantly smaller in US-RA group than GAMR and GALM groups respectively ( $p < 0,001$ ) and was

also lower in GALM group than GAMR ( $p < 0,001$ ). The ACT was significantly lower ( $p < 0,0001$ ) in the US-RA group. There were no statistically significant differences in ACT between the GAMR and GAML groups. The duration of PACU stay was higher in the GAMR group followed by GALM group ( $p < 0,0001$ ). The time to discharge of PACU was significantly lower in the US-RA group ( $p < 0,0001$ ).

There was a significant percentage of fractures of the upper limb in men under 50 and women over 50 years old ( $p < 0,001$ ). There was a significantly higher percentage of psychotropic drug use in female sex ( $p = 0,0005$ ). The diagnosis of osteoporosis was previously made in only 12.5% of the patients aging  $\geq 50$  and 17.2% of the patients aging  $\geq 65$  with upper limb fracture. The percentages of anesthetic and postoperative complications were 2, 5% and 8, 5% respectively.

Hospital length stay was significantly longer in women with age  $\geq 50$  years, after surgery for upper limb fracture and any of the following factors: i) ASA status  $\geq II$ , ii) Charlson co-morbidity index  $\geq 2$  and iii) perioperative complications. The mortality in the study group was low ( $n=5$ ), none of them were perioperative deaths.

### **Conclusions**

The principal conclusion is that US-RA is a cost-effective and cost-utility technique for implantation in anaesthesia of upper limb surgery. In this study US-RA was an efficient technology in drug cost saving and also in the management of ACT and shorter discharge times for PACU. Patients after upper limb fracture surgery with female sex, age  $\geq 50$ , perioperative complications and/or status ASA or co-morbidity index  $\geq 2$  have presented a larger hospital length stay.

# Índice

Índice.....	1
<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>Historia de la Anestesia Regional .....</b>	<b>9</b>
Introducción.....	11
Historia antes de la introducción de anestésicos locales.....	11
El mundo occidental.....	11
La medicina oriental: acupuntura, dolor y anestesia.....	12
El desarrollo de los anestésicos locales .....	13
La cocaína: descubrimiento, expansión y limitaciones (6).....	13
Introducción de nuevos anestésicos locales en la práctica clínica.....	14
Los pioneros de la moderna anestesia regional: el desarrollo de las distintas técnicas .....	16
La importancia de la tecnología médica en la anestesia regional.....	18
La neuroestimulación .....	18
La revolución de la anestesia regional guiada por ecografía .....	18
El futuro de la anestesia regional .....	19
<b>Anatomía del Plexo Braquial .....</b>	<b>21</b>
Anatomía descriptiva del plexo braquial .....	23
El plexo braquial.....	23
Nervios periféricos y ramos que surgen del plexo braquial.....	25
Ultrasonografía. Generalidades.....	33
Factores que contribuyen a la calidad y la resolución de la imagen en ecografía .....	34
Cómo se visualizan las estructuras de interés .....	36
Sonoanatomía del plexo braquial y niveles de bloqueo.....	37
Bloqueo ecoguiado a nivel interescalénico .....	37
Bloqueo ecoguiado a nivel supraclavicular .....	38
Bloqueo ecoguiado a nivel infraclavicular .....	40
Bloqueo ecoguiado a nivel axilar .....	42
Complicaciones de la anestesia regional.....	45
Relacionadas con la técnica.....	45
Relacionadas con el fármaco .....	45
<b>Farmacología de los anestésicos locales.....</b>	<b>47</b>
Mecanismos de acción y efectos neurofisiológicos .....	49
Mecanismo de acción.....	49

Efectos neurofisiológicos.....	50
Características fisicoquímicas y farmacocinética .....	52
Estructura fisicoquímica .....	52
Propiedades fisicoquímicas.....	53
Farmacocinética.....	54
Efectos farmacodinámicos .....	56
Complicaciones relacionadas con la utilización de anestésicos locales.....	59
Toxicidad local .....	59
Reacciones alérgicas .....	59
Metahemoglobinemia .....	59
Toxicidad sistémica.....	59
Prevención de la toxicidad sistémica .....	61
Tratamiento de la toxicidad por Anestésicos Locales.....	61
<b>Envejecimiento y Anestesia .....</b>	<b>63</b>
Introducción .....	65
Definición de anciano.....	65
Aspectos demográficos y de salud del envejecimiento en España.....	65
Indicadores demográficos .....	65
Longevidad y estado de salud.....	68
Fisiología del envejecimiento .....	69
Teorías del envejecimiento.....	69
Envejecimiento y anestesia.....	72
Cambios fisiológicos del envejecimiento.....	72
Anestesia en el anciano .....	76
Evaluación preoperatoria.....	76
Administración de la anestesia en el anciano .....	78
<b>Gestión por objetivos .....</b>	<b>83</b>
<b>Planificación operativa del bloque quirúrgico.....</b>	<b>83</b>
<b>Evaluación de nuevas tecnologías en anestesia.....</b>	<b>83</b>
Gestión por objetivos .....	85
Fases del proceso de establecimiento de objetivos .....	86
Planificación operativa en Anestesiología.....	90
Planificación.....	90
La planificación y el sistema sanitario. Dimensiones.....	90
Cultura de la planificación .....	91
Niveles de planificación.....	91

Técnicas de planificación .....	92
Planificación operativa del bloque quirúrgico .....	98
Planificación de la actividad quirúrgica. La eficiencia en la planificación Programación de la actividad del bloque quirúrgico .....	98
Evaluación de nuevas tecnologías en anestesia.....	107
Tipos de evaluación .....	107
<b>Hipótesis y Objetivos.....</b>	<b>109</b>
Hipótesis.....	111
Objetivos.....	111
Objetivo principal.....	111
Objetivos secundarios.....	111
<b>Material y Métodos.....</b>	<b>113</b>
Ámbito sociosanitario.....	115
Entorno geográfico.....	115
Análisis interno del Área III de Salud .....	117
Ámbito de estudio .....	123
Población diana .....	123
Criterios de inclusión.....	123
Criterios de exclusión.....	123
Periodo de estudio .....	123
Material y métodos.....	124
Análisis estadístico .....	130
<b>Resultados.....</b>	<b>133</b>
Resultados demográficos y descriptivos de la población incluida en el estudio .....	135
Distribución según GRD.....	135
Resultados de distribución etaria y de sexo.....	137
Características clínicas y de tratamiento.....	138
Tipo de anestesia administrada en cada caso .....	141
Complicaciones.....	142
Resultados relativos a la distribución del tiempo de utilización de quirófano para cada tipo de Anestesia .....	143
Resultados del estudio coste-beneficio para evaluar la diferencia entre distintas técnicas anestésicas .....	145
Resultados del estudio coste-efectividad para evaluar la eficiencia en la gestión del tiempo controlado por el anestesiólogo (ACT) y la eficiencia en la gestión de los recursos de la URPA para cada técnica .....	147
Diferencias en el consumo de tiempo entre ACT y SCT.....	147

Diferencias en el TCA entre los distintos tipos de anestesia.....	147
Efectividad de las distintas técnicas en la gestión de los recursos en la Unidad de Recuperación Postanestésica (URPA).....	147
Resultados relativos a la estancia hospitalaria y la mortalidad en el grupo estudiado.....	148
Resultados relativos a la estancia hospitalaria.....	148
Resultados de mortalidad.....	149
<b>Discusión</b> .....	151
Discusión del método.....	153
Discusión de los resultados.....	156
Discusión de los resultados de los objetivos primarios del estudio .....	156
Discusión de los resultados de los objetivos secundarios .....	158
<b>Conclusiones</b> .....	163
Conclusiones de los objetivos principales del estudio.....	165
Conclusiones de los objetivos secundarios.....	165
<b>Anexos</b> .....	167
ANEXO I.- Grupos relacionados con el diagnóstico-GRD) del Sistema musculoesquelético y tejido conjuntivo .....	169
ANEXO II.- Niveles de cuidados postoperatorios.....	184
Nivel de cuidados en la URPA.....	184
La Reanimación Postquirúrgica.....	189
ANEXO III. Datos relativos a la mortalidad en la población de estudio .....	193
Curvas de Kaplan-Meier.....	193
Análisis de grupos mediante log-rank test.....	196
Análisis mediante el método de riesgos proporcionales de Cox .....	196
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	197

Tabla 1. Características farmacocinéticas de los AL.....	54
Tabla 2. Velocidad de absorción de AL en tejidos .....	55
Tabla 3. Comparación de los principales AL utilizados en la clínica .....	56
Tabla 4. Técnicas cualitativas .....	96
Tabla 5. Score para evaluar eficiencia de los bloques quirúrgicos .....	102
Tabla 6. Media y mediana del TTI para el GRD 224 .....	103
Tabla 7. Recursos humanos del HRM.....	119
Tabla 8. Recursos estructurales.....	119
Tabla 9. Índice de Charlson - Deyo .....	125
Tabla 10. Coste farmacológico ALRE.....	127
Tabla 11. Coste material fungible ALRE.....	127
Tabla 12. Coste farmacológico AGML.....	127
Tabla 13. Coste material fungible AGML .....	127
Tabla 14. Coste farmacológico AGRM .....	128
Tabla 15. Coste material fungible AGRM.....	128
Tabla 16. Distribución por GRD.....	135
Tabla 17. Distribución de GRD en Ortopedia y Traumatología.....	136
Tabla 18. Factores de riesgo cardiovascular .....	138
Tabla 19. Porcentaje de pacientes con toma de antiagregantes y/o anticoagulantes .....	138
Tabla 20. Tratamiento con psicofármacos según sexo .....	138
Tabla 21. Tipo de tratamiento con psicofármacos. Sexo femenino.....	139
Tabla 22. Porcentaje de pacientes con osteoporosis diagnosticada en el subgrupo de pacientes con fractura de miembro superior y edad superior a 65 años .....	139
Tabla 23. Distribución de pacientes según Clasificación ASA.....	140
Tabla 24. Distribución de pacientes según índice de Charlson- Deyo .....	140
Tabla 25. Tipo de anestesia administrada .....	141
Tabla 26. Distribución de los distintos tipos de ALRE .....	141
Tabla 27. Complicaciones anestésicas intraoperatorias.....	142
Tabla 28. Complicaciones postoperatorias .....	143
Tabla 29. Tiempos controlados por el anestesiólogo y tiempo quirúrgico según tipo de anestesia .....	144
Tabla 30. SCT según GRD .....	144
Tabla 31. Coste total según tipo de anestesia .....	145
Tabla 32. Anova coste total según tipo de anestesia .....	145
Tabla 33. Student-Newman-Keuls test for all pairwise comparison .....	145
Tabla 34. Regresión múltiple de los factores que pueden influir en el coste total .....	146
Tabla 35. Tiempos de estancia en URPA según tipo de anestesia .....	147
Tabla 36. Estancia hospitalaria según tipo de patología .....	148
Tabla 37. Análisis de regresión logística de los factores que aumentan la estancia hospitalaria en cirugía traumatológica .....	149
Tabla 38. Análisis de regresión logística de los factores que aumentan la estancia hospitalaria en cirugía traumatológica. Odds ratio .....	149
Tabla 39. Anexo II. Niveles de cuidados postoperatorios. Clasificación de pacientes y necesidades de enfermería .....	185
Tabla 40. Anexo II. Niveles 0 y 1 de cuidados de la ICS.....	190
Tabla 41. Anexo II. Nivel 2 de cuidados de la ICS .....	191
Tabla 42. Nivel 3 de cuidados de la ICS(99,100) .....	192
Tabla 43. Anexo III. Análisis de riesgos proporcionales de Cox .....	196



## Introducción

La anestesia regional ecoguiada (ALRE) se ha convertido en la técnica de referencia para la anestesia regional del miembro superior(1)(2).

A las ventajas ya conocidas de disminución del dolor postoperatorio, náuseas, morbimortalidad e incluso estancia hospitalaria se añaden las específicas de la técnica como son la visualización de la anatomía, de la aguja que realiza la técnica y de la difusión de anestésico local en tiempo real. Todo esto implica la realización de la técnica de forma más efectiva, utilizando una menor cantidad de anestésico local y por tanto evitando complicaciones (1–3).

Por otra parte, la evaluación de la implantación de una nueva tecnología en la práctica clínica debe hacerse desde una perspectiva en la que se valoren no solo la efectividad y los costes sino el posible beneficio que pueda tener la nueva tecnología en todo el proceso asistencial (4) incluyendo la evaluación de los distintos subgrupos de población que puedan verse beneficiados de la nueva tecnología, como puede ser el paciente anciano, que debido al proceso de envejecimiento poblacional del país supone una parte importante de la carga asistencial en los quirófanos de traumatología y cirugía ortopédica.

Actualmente carecemos de estudios que analicen en profundidad en España el impacto en todo el proceso asistencial de la implantación de ALRE en un quirófano de cirugía ortopédica y traumatológica.

El objetivo principal en esta tesis doctoral es evaluar en el contexto del Hospital Rafael Méndez si la anestesia locorregional guiada por ecografía (ALRE) es más eficiente que las dos técnicas de anestesia general (AG) más utilizadas cuando se realiza cirugía del miembro superior en este centro hospitalario, AG con intubación y relajantes musculares (AGRM), y anestesia general con mascarilla laríngea sin relajantes musculares (AGML). Los objetivos secundarios evalúan durante el proceso perioperatorio el papel que pueden representar: i) el envejecimiento poblacional; y ii) el sexo.

Esta evaluación de la eficiencia se hará no solamente desde el punto de vista meramente económico; sino desde una perspectiva global en la que se evalúe el impacto de esta técnica en todo el proceso asistencial, incluyendo los aspectos que puedan beneficiar la gestión de un bloque quirúrgico.



## Historia de la Anestesia Regional



## Introducción

El desarrollo de la anestesia regional ha sido gradual a lo largo de la historia universal y estrechamente ligado al alivio del dolor. En la anestesia regional no existe como en la anestesia general un punto de inflexión en la historia. No existe un equivalente al 16 de Octubre de 1846 en el que Morton cambió, gracias al éter, el curso de la historia.

El éxito de la anestesia regional depende de la confluencia de varios factores: un detallado conocimiento de la anatomía y los mecanismos de la fisiología del dolor; la existencia de un anestésico local, una aguja y una jeringa para aplicar el anestésico y métodos objetivos para localizar los nervios periféricos. Todo esto ha hecho que el crecimiento de esta parte de la especialidad haya sido gradual y con una importante vertiente vocacional por parte de los profesionales que la investigan y practican.

## Historia antes de la introducción de anestésicos locales

### El mundo occidental

#### Antiguo Egipto

Los egipcios dieron importancia al alivio del dolor. La primera referencia a utilizar un producto para producir anestesia local en una zona es *La piedra de Menfis*. Según Plinio esta piedra podía encontrarse en los alrededores de Menfis (actualmente El Cairo) “Reluce como una piedra preciosa. Este mármol se reduce a polvo y es muy bueno aplicado con vinagre como linimento para insensibilizar las partes que se quieren cortar o cauterizar, pues adormece la zona de tal manera que no se siente nada de dolor”. No hay referencias posteriores a la traducción de Andrés Laguna del Dioscórides en el siglo XVI y en esa época ya era un remedio absolutamente desconocido y del que no se creía en su eficacia.(5)

#### El mundo greco-romano

En la *Ilíada* hay referencias al uso de plantas para el alivio del dolor de forma local. Cuando Patroclo encuentra a Euripilo con el muslo atravesado por una flecha se la extrae, le lava la sangre negra con agua templada y pone sobre la llaga una raíz amarga, molida con sus manos, calmante que calma todos los dolores.

#### De la Edad Media al siglo XIX

Durante la Edad Media en *Europa* las operaciones, sobre todo las amputaciones eran horribles. Había pacientes que se suicidaban antes de someterse a ellas. El tratamiento del dolor se basaba en fórmulas más o menos magistrales que contenían vino, mandrágora y otras plantas. En el mundo islámico médicos como Rhazes y Avicena recomendaban el opio.

En cambio, en los bosques de Sudamérica, donde durante miles de años los nativos mascaban hojas de coca se gestaba una parte importante del futuro de la anestesia regional. Inicialmente fue rechazada por los conquistadores españoles, que incluso impusieron un impuesto del 10% para su consumo. No fue hasta 1609 en que el padre Blas Valera escribió sobre sus ventajas “...los doctores la usan en forma de polvo para curar heridas inflamadas, para reducir huesos rotos, para prevenir o alejar el frío y para curar heridas o llagas que están llenas de gusanos. (6)

Otro miembro del clero, Bernabé Cobo quizá tenga la primera referencia escrita de los efectos anestésicos de las hojas de coca, en un manuscrito de 1653 menciona que los dolores mentales pueden ser aliviados mascando hojas de coca.

La cirugía durante los siglos XVI y XVII continuaba avanzando gracias a los trabajos de grandes anatomistas como Vesalio o Valverde de Hamusco y cirujanos como Ambrosio Paré y el español Daza Chacón. Pero aún estaban limitados por el dolor, de hecho en esa época se habilitaban los enfermos quirúrgicos en pabellones aparte para que sus gritos no perturbaran al resto de internados.

En estos siglos se desarrollaron los conocimientos físicos suficientes para el descubrimiento de gases (óxido nitroso, éter sulfúrico) y los esfuerzos de la ciencia se centraron en el desarrollo de la anestesia general.

Las referencias a la anestesia local, entendida como la anulación de la sensación dolorosa de una zona selectiva del cuerpo en la época previa a la introducción clínica de la cocaína son tan escasas como puntual era su práctica.

James Moore en el siglo XVIII utilizaba la compresión de nervios periféricos, concretamente el ciático y el crural anterior para la amputación de miembros inferiores. El frío fue utilizado por Larrey, cirujano de Napoleón, que en la campaña de Rusia se dio cuenta que los miembros congelados se podían cercenar sin dolor. James Arnott en 1852 preconiza la utilización de una mezcla de hielo y sal para la anestesia de la zona a operar, la cual prefiere a la utilización de cloroformo.

### La medicina oriental: acupuntura, dolor y anestesia

La acupuntura está descrita para el tratamiento del dolor desde el año 3000 A.C. Se atribuye al emperador Huang Ti (2600 A.C.) el libro *Huángdì Nèijīng*, un tratado de medicina equiparable al “Corpus hippocraticum” y los textos galénicos, donde la acupuntura es descrita (7).

Cada enfermedad, signo o síntoma, incluyendo el dolor se atribuían a un desequilibrio entre el *yin* y el *yan* que puede ser corregido mediante la inserción de agujas en alguno

de los 365 puntos de los 14 meridianos y en otros puntos fuera de ellos; los puntos curiosos, llamados *Qi Xue*; y, finalmente, los puntos dolorosos o *Ashi Xue*.

En la medicina china tradicional, la acupuntura es un tratamiento en sí; cada enfermedad, signo o síntoma podía ser corregido mediante la acupuntura y no es hasta 1958 en la China de *Máo Zédōng* donde se empezó a utilizar la acupuntura como técnica anestésica. En este año se realizó el primer procedimiento con acupuntura como técnica anestésica única, una amigdalectomía (8).

Posteriormente, merced a una política de presión gubernamental se empezaron a practicar procedimientos quirúrgicos bajo acupuntura, fundamentalmente de cabeza y cuello. Actualmente el término correcto sería “anestesia asistida por acupuntura” ya que la acupuntura se utiliza como técnica analgésica y es suplementada con sedación.

## El desarrollo de los anestésicos locales

### La cocaína: descubrimiento, expansión y limitaciones (6)

La cocaína es un alcaloide que se encuentra de forma natural en las hojas del arbusto *Erythroxylon coca*, pero no fue hasta 1855 cuando se consiguió el aislamiento sintético del alcaloide de la cocaína por el químico Alemán Friedrich Gaedcke, publicándolo en la revista *Archives de Pharmacie*.

Albert Niemann, estudiante de medicina de la Universidad de Göttingen desarrolló y mejoró el proceso de purificación, publicándolo en su tesis doctoral en 1860. Aquí describe de forma muy interesante las propiedades de la cocaína “tiene un sabor amargo, aumenta el flujo de saliva y deja un peculiar adormecimiento en la lengua seguido de una sensación de frío cuando se aplica sobre esta”.

En 1880 Basil Von Anrep experimentó en el mismo aplicándose una pequeña cantidad de cocaína en la piel del antebrazo notando que el área de piel se tornaba insensible al dolor y a la presión.

Las bases para el desarrollo clínico de la cocaína como anestésico local estaban sentadas, y fue un oftalmólogo vienés Karl Koller quién la empezó a utilizar como tal. Este médico vienés fue interno en el Hospital General de Viena donde trabó amistad con Sigmund Freud. Ya ejerciendo en Estados Unidos, en 1884 leyó una revisión sobre la cocaína publicada por Sigmund Freud, que en esa época la utilizaba por sus efectos estimulantes para curar la adicción a la morfina. En ese escrito menciona sin una particular atención los efectos anestésicos de la cocaína en las mucosas. Koller si apreció la importancia de esta observación ya que estaba muy sensibilizado con las limitaciones de la anestesia general en la anestesia oftálmica en esa época. La anestesia general con éter administrado mediante mascarilla no solo interfería con el

acceso quirúrgico, sino que en una época donde las incisiones en el ojo no se cerraban las náuseas y los vómitos producidos por la anestesia general podían causar la extrusión del ojo.

Koller creó una suspensión de cocaína en su laboratorio; tras los primeros experimentos exitosos en ranas en 1884 realizó la primera cirugía oftálmica con anestesia local en un paciente con glaucoma, presentando sus resultados en Octubre del mismo año en la Sociedad Médica Viena. En el año siguiente, más de 60 publicaciones sobre ese tema aparecieron en los Estados Unidos y Canadá.

#### Limitaciones y peligros de la anestesia local con cocaína

Conforme se fue extendiendo, se conocieron no solo sus bondades sino sus peligros. Los efectos secundarios más notables de la cocaína son el riesgo de adicción y la toxicidad.

En los años siguientes a su expansión, las revistas médicas publicaron cientos de casos de adicción a la cocaína. En esa época, para la deshabitación de la morfina se utilizaba cocaína, pasando los pacientes de ser adictos a una droga a serlo a otra. Otro colectivo donde era frecuente la adicción desafortunadamente era en los médicos, ya que era práctica habitual en la época experimentar los efectos farmacológicos en uno mismo o en sus estudiantes. Casos notables fueron el de Sigmund Freud y el de William Halsted.

John Hall, asociado de Halsted y que experimentó varias veces en el mismo los efectos de la cocaína describió los síntomas de toxicidad sistémica; mareo, náuseas, sudor frío y pupilas dilatadas.

La dosis tóxica de la cocaína en una persona no adicta es de 10 mg/kg, en la adicción crónica se desarrolla tolerancia y con dosis mayores no se produce toxicidad.

#### Introducción de nuevos anestésicos locales en la práctica clínica

A principios de siglo XX se inició la búsqueda de nuevos anestésicos locales que suplieran las carencias en cuanto a duración y toxicidad de la cocaína.

En 1903, gracias a la labor de Ernest Fourneau se introdujo otro éster derivado de la cocaína y con una toxicidad tres veces menor; la amylocaina (Stovaína). Esta se hizo popular en la anestesia subaracnoidea hasta que se demostró que era irritante. De esta época es también el Alyphine, similar en estructura a la amylocaina y que se inyectaba junto a heroína para que esta segunda se absorbiera y producir anestesia local y sedación.

Fue en 1904 con el desarrollo de la procaína (Novocaína) por el químico alemán Alfred

Einhorn cuando se produjo el auténtico punto de inflexión en la farmacología de los anestésicos locales.

El profesor Heinrich Braun la introdujo en la práctica clínica en 1905, publicando un estudio comparando los efectos de la Novocaína frente a Stovaina y Alyphine. La Novocaína era más segura y de acción más rápida, convirtiéndose en el anestésico local de uso más común. Sus limitaciones eran su corta duración de acción y el potencial riesgo alérgico por lo que se siguieron sintetizando nuevas moléculas.

Para prolongar la duración de la acción de los anestésicos locales James Leonard Corning utilizaba un torniquete físico con buenos resultados, lo que inspiró a Braun para utilizar la epinefrina (que fue aislada de la médula suprarrenal en 1897). Braun determinó la dosis óptima de la solución de epinefrina con cocaína experimentando en él mismo.

En los siguientes años fueron apareciendo nuevas moléculas, en la búsqueda del anestésico local ideal. En 1925 Karl Meischer sintetizó la dibucaína y en 1928 Otto Eisleb la tetracaína. Ambos cumplían el objetivo buscado en la época de una larga duración de acción, pero sus efectos sistémicos limitaron su utilización a la anestesia subaracnoidea.

Una nueva clase de anestésicos locales sin el potencial alérgico de los ésteres, las amidas aparecieron en los años cuarenta cuando los químicos suecos Nils Löfgren y Beng Lunquist desarrollaron la lidocaína. A esta le siguieron la mepivacaína en 1956, similar a lidocaína pero con propiedades vasoconstrictoras y en 1957 la bupivacaína, de larga duración de acción y con un buen bloqueo diferencial sensitivo-motor pero con un margen menor en cuanto a la toxicidad.

Posteriormente para obtener un anestésico local de características similares a la bupivacaína pero con menos toxicidad se sintetizaron la ropivacaína o propivacaína (1957) y la levobupivacaína (1972); ambas enantiómeros levógiros, que difieren en su estructura tridimensional de la forma dextrógira de la bupivacaína, con la única diferencia que la ropivacaína posee un grupo propilo en vez de un grupo butilo en la posición 1. Se introdujeron en la práctica clínica en 1997 y 1999 respectivamente.

Desde 2012 en Estados Unidos se dispone de una nueva clase de anestésico local, la bupivacaína liposomal que produce una liberación gradual del fármaco que posiblemente abra un nuevo campo en la analgesia postoperatoria (9).

## Los pioneros de la moderna anestesia regional: el desarrollo de las distintas técnicas

Con la expectación generada por la publicación de Koller muchos médicos de esa época empezaron a usar cocaína en los tejidos para volverlos insensibles.

La idea de inyectar cocaína en los troncos nerviosos se atribuye a William Stewart Halsted y su asociado Hall; que en 1884 en el *New York Medical Journal* publicaron un caso en que inyectando cocaína en la muñeca no se producía analgesia de la zona subyacente sino en el territorio distal a esta (10). Hall experimentó en el mismo inyectándose cocaína en el nervio cubital. Halsted bloqueó el nervio supratroclear de Hall para quitarle un quiste en la zona. Desafortunadamente, como otros muchos profesionales de la época acabaron siendo ambos adictos a la cocaína.

En 1891, François Franck fue el primero en aplicar el término bloqueo para denominar la infiltración de un tronco nervioso; previamente se denominaba *anestesia de conducción*. Él fue el primero que descubrió que el bloqueo no se limitaba solo a las fibras sensitivas sino que también se producía bloqueo motor, aunque este más tardío. La gran mayoría de las técnicas de anestesia regional que conocemos hoy en día se desarrollaron a principios del siglo XX.

Aunque Halsted fue el primero en bloquear el plexo braquial no lo hizo de manera percutánea sino bloqueando el plexo expuesto quirúrgicamente.

G. Hirschel fue el que realizó el primer bloqueo percutáneo del plexo braquial a través del abordaje axilar en 1911. D.Kulenkampff introdujo el bloqueo supraclavicular unos meses después inyectándose el mismo 10 ml de procaína en posición medioclavicular lateral a la arteria subclavia obteniendo anestesia completa del brazo. Otros autores empezaron a comunicar sus resultados con este bloqueo, refiriendo una alta incidencia de complicaciones respiratorias (neumotórax, enfisema mediastínico). M. Kappis en 1912 describió el abordaje posterior del plexo braquial; como este tenía un índice elevado de fallos, otros investigadores como G.Pitkin y J.Etienne empezaron a utilizar los abordajes anteriores y A. Mulley el abordaje lateral del plexo braquial a nivel interescalénico; los abordajes infraclaviculares del plexo braquial fueron descritos por L.Bazy y V.Pauchet en 1917.

Con Victor Pauchet y su discípulo Gaston Labat se produjo el punto de inflexión en el que la anestesia regional empezó a realizarse por anesthesiólogos y no por cirujanos (11). A su vez un discípulo de Labat, Emery A Rovenstine fue el que creó un programa de formación de la especialidad de anestesiología como tal, el examen para obtener el diploma en Anestesiología fue implantado en 1935, y en las competencias necesarias se incluía la anestesia regional. En 1914 Pauchet publicó la primera edición de su libro *L'Anesthésie Régionale*, que fue texto de referencia en Europa, con varias reediciones

en alguna de las cuales Labat aparecía como tercer autor. Curiosamente fue el texto de Labat, una copia casi literal del de su maestro que realizó por encargo de los hermanos Mayo durante su estancia como profesional y docente en la clínica del mismo nombre, el que tuvo una mayor difusión y fue texto de referencia en Estados Unidos. La primera edición de su libro fue publicada en 1922 y en los años 20 la mayoría de anestesiólogos aprendieron la anestesia regional mediante este libro. Por motivos de su agitada vida sentimental, Labat se trasladó a Nueva York, donde trabajó en la Universidad y en el hospital Bellevue de esta ciudad hasta su muerte en 1934.

En los década de 1950 los avances en anestesia general se estaban desarrollando de una manera notable, proporcionando a los cirujanos una situación de inmovilidad del paciente y relajación muscular para operar que pudo influir en el retroceso del uso de la anestesia regional y del neuroeje en Estados Unidos en Inglaterra.

El resurgimiento de la anestesia regional desde la segunda década del siglo XX hasta nuestros días ha sido progresivo, gracias al desarrollo de anésticos locales de mayor duración y menor toxicidad, junto con los buenos resultados publicados en cuanto a efectividad y seguridad gracias a la adquisición de nuevos conocimientos anatómicos y la incorporación de la nuevas tecnologías en anestesia regional (neuroestimulación y ecografía).

En 1960, Burnham, un cirujano ortopédico fue el primero en hablar de la existencia de una vaina perivascular en el plexo braquial. En 1964, Winnie publicó que este concepto se podía aplicar en el abordaje supraclavicular con buenos resultados y que existe una continuidad entre las vainas que rodean al plexo braquial a nivel axilar y subclavio. En 1970, también Winnie aplicó este concepto para describir su técnica interescalénica de abordaje del plexo braquial (12). En 1973 Raj describe su técnica para el bloqueo infraclavicular del plexo braquial.

## La importancia de la tecnología médica en la anestesia regional

### La neuroestimulación

La neuroestimulación consiste en la aplicación de una pequeña cantidad de corriente continua mediante una aguja que a la distancia adecuada del nervio lo estimula produciendo una respuesta motora en la musculatura inervada por este (13).

Antes de la introducción de esta se utilizaba la técnica de localización mediante la producción de parestesias, que se producen tras el contacto de la aguja con el nervio, lo que se traduce en una estimulación mecánica que el paciente siente como una corriente eléctrica en el territorio de inervación sensitiva correspondiente al nervio estimulado.

La primera descripción de la técnica de localización por neuroestimulación fue realizada en 1912 por Von Perthes. Progresivamente gracias a los avances técnicos se ha ido mejorando esta técnica. Pearson introdujo el concepto de utilizar una aguja aislada para la localización (14). Montgomery posteriormente demostró que las agujas sin aislamiento también podían utilizarse con una corriente superior. El uso de un neuroestimulador portátil con corriente variable fue introducido por Greenblatt y Denson en 1962, pero era caro, y solamente a partir de los años setenta se produjo la expansión en su utilización.

### La revolución de la anestesia regional guiada por ecografía

La técnica ideal en anestesia regional debería ser aquella que tenga la capacidad para localizar exactamente el nervio o la raíz nerviosa a bloquear sin riesgo de daño a las estructuras nerviosas. (15).

Las técnicas “ciegas” de anestesia regional anteriormente citadas tienen sus limitaciones; consumo de tiempo, efectividad variable y aunque infrecuentes, complicaciones como daño nervioso, neumotórax (sobre todo con el abordaje supraclavicular), punción de estructuras vasculares con formación de hematomas y reacciones de toxicidad sistémica por inyección de anestésicos locales dentro del torrente sanguíneo.

Para evitar estas limitaciones se empezó a utilizar la ultrasonografía en la realización del plexo braquial. En 1978 La Grange y cols. Publicaron el uso del Doppler para localizar la arteria y la vena subclavia de forma previa a la realización del bloqueo supraclavicular.

En 1989, Ting y Sivagnanaratnam utilizaron los ultrasonidos para identificar el emplazamiento de una cánula en la vaina axilar y demostrar la difusión de anestésico local en esta (16).

En 1994 Kapral y cols. estudiaron en un número mayor de pacientes la misma técnica

en los abordajes axilar y supraclavicular del plexo braquial (17).

Inicialmente las sondas de las que se disponía no eran específicas de anestesia regional y tenían una resolución de 10 MHz o menor, las cuales, aunque adecuadas para localizar las referencias vasculares e localizaciones superficiales carecían de resolución suficiente para una clara localización de los nervios.

Actualmente con las ondas de alta resolución de 12-15 MHz se pueden obtener imágenes de alta calidad en localizaciones superficiales permitiendo una precisa localización del plexo braquial y sus ramas a nivel interescalénico, supraclavicular, axilar y medio humeral (16).

Actualmente la anestesia regional guiada por ecografía es una práctica científica extendida y que ha demostrado mejorar la eficacia de la técnica con un menor tiempo de realización y disminuir el riesgo de punción vascular en comparación a las técnicas previas de localización mediante parestesia y/o neuroestimulación.

También se ha demostrado tras la realización de un bloqueo a punción única una analgesia postoperatoria un 25% superior en el tiempo si la técnica se ha realizado con ecografía (18).

Históricamente parece que nos encontramos en el principal punto de inflexión de la realización de anestesia locorregional ya que la introducción de la ultrasonografía ha demostrado ser una herramienta tecnológica que ha hecho la anestesia regional más efectiva y segura.

### **El futuro de la anestesia regional**

En los próximos años la práctica de la anestesia regional continuará desarrollándose ya que existen varios campos de mejora. El futuro de la anestesia regional ecoguiada (ALRE) es notable. La incorporación de nuevas agujas para punción, la aplicación de la inteligencia artificial en el procesamiento de imágenes, la ecografía en tres dimensiones, la ultrasonografía potenciada con radiación (técnica que permite diferenciar los tejidos según sus propiedades mecánicas) y la neurografía por impedancia nos ayudaran a una mejor identificación de los nervios y con ello a realizar una anestesia de mayor calidad.(19)(20)(21)(22).

En el aspecto farmacológico, el desarrollo de nuevas fórmulas de liberación de anestésicos locales puede no solo aumentar la duración en tiempo de un bloqueo a punción única sino que aumentará la seguridad en la realización de las técnicas ya que la absorción sistémica de los tejidos es menor debido a una menor disponibilidad en el compartimento efecto de fármaco activo debido a la liberación gradual de este.

Actualmente está comercializada la bupivacaína encapsulada en liposomas, aunque también están investigándose los biopolímeros y las ciclodextrinas (23) (24)(9).

Existen otros aspectos que se tendrán en cuenta en la aplicación de la anestesia regional en el futuro. Uno de ellos es la influencia o no en el pronóstico de los pacientes sometidos a una intervención quirúrgica o una analgesia postoperatoria con anestesia locorregional.

El otro tiene que ver con el marco económico y social en el que se desarrolla la práctica médica actual. Hoy día la gestión de calidad y la eficiencia en nuestras actividades médicas ocupan uno de los planos principales en la toma de decisiones.

La ALRE posee a priori ventajas sobre otras técnicas regionales y la anestesia general con el inconveniente de añadir un sobrecoste por necesitar una inversión en el aparato de ultrasonografía y en la formación de los profesionales.

Son necesarios estudios que evalúen de una forma científica la eficiencia en una atención de calidad con un coste razonable para que las circunstancias económicas que pueden influir en la gestión no limiten el desarrollo de un campo de la especialidad de anestesiología que ofrece grandes ventajas a los pacientes.

## **Anatomía del Plexo Braquial**



## Anatomía descriptiva del plexo braquial

### El plexo braquial

El plexo braquial es un plexo somático que proporciona inervación sensitiva y motora para todo el miembro superior, excepto una zona adyacente al hombro, cuya sensibilidad depende de los nervios supraclaviculares (plexo cervical), y la parte interna del brazo que depende de los nervios intercostobraquiales (ramos del segundo y tercer nervios intercostales).

El plexo braquial(25)(26) está formado por los ramos anteriores de los nervios espinales de C5 a C8, y por la mayor parte del ramo anterior de T1. Las variaciones anatómicas son comunes y pueden recibir comunicaciones de C4 y T2. Se origina en el cuello, se dirige lateral e inferior sobre la primera costilla, y entra en la axila.

Como se observa en la imagen 1, de medial a lateral las partes del plexo braquial son las raíces, los troncos, las divisiones y los fascículos. Las partes proximales del plexo braquial se sitúan posteriores a la arteria subclavia en el cuello, mientras que las partes más distales del plexo rodean a la arteria axilar.

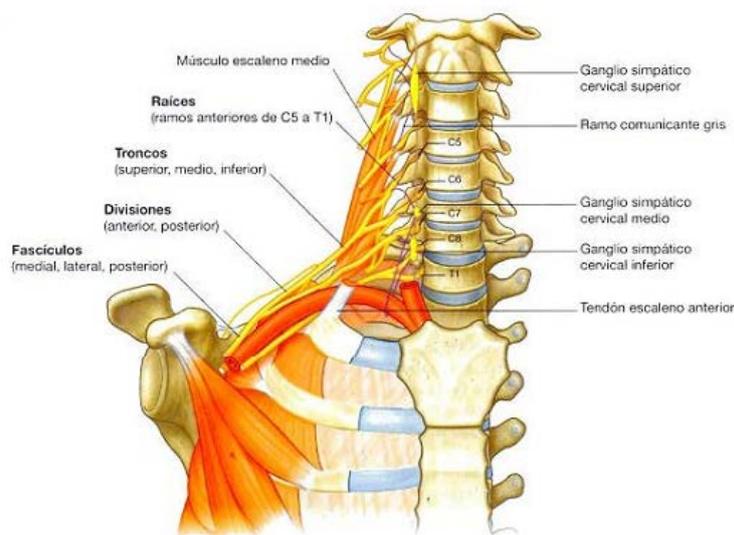


Imagen 1. 2. Plexo braquial. Componentes principales en cuello y axila

Las raíces del plexo emergen del agujero intervertebral. Las raíces del plexo braquial son los ramos anteriores de C5 a C8 y la mayor parte de T1. Cerca de su origen las raíces reciben los ramos comunicantes grises del tronco simpático. Estos llevan las fibras post-ganglionares simpáticas a las raíces, para que se distribuyan por la periferia. Las raíces y los troncos se sitúan en el triángulo posterior del cuello, pasando entre los músculos escaleno anterior y escaleno medio, y en un plano superior y posterior a la arteria subclavia.

Los tres troncos del plexo braquial se originan en las raíces, pasan lateralmente sobre la primera costilla y entran en la axila.

- El tronco superior está formado por la unión de las raíces C5 y C6
- El tronco medio es la continuación de la raíz C7
- El tronco inferior se forma por la unión de las raíces C8 y T1

El tronco inferior se sitúa sobre la primera costilla, posterior a la arteria subclavia; los troncos medio y superior tienen una posición más superior.

Conforme van saliendo las raíces del plexo braquial; se sitúan en un espacio fibrograso entre las dos vainas de tejido fibroso. La parte posterior de la vaina sale de los tubérculos posteriores y cubre la parte anterior del escaleno medio. La parte anterior sale de los tubérculos anteriores de las apófisis transversas y cubre la parte posterior del escaleno anterior. Lateralmente, la vaina se extiende hasta nivel axilar rodeando el plexo braquial.

A partir de los troncos se forman las divisiones, *cada uno de los troncos se ramifica en una división anterior y una posterior.*

*Las tres divisiones anteriores forman la parte del plexo braquial que dará los nervios periféricos encargados de inervar los compartimentos anteriores del brazo y antebrazo. Las tres divisiones posteriores se combinan para formar los nervios relacionados con los compartimentos posteriores. No existe ningún nervio periférico que se origine directamente de las divisiones del plexo braquial.*

Los tres fascículos se originan de las divisiones y se relacionan con la segunda parte de la arteria axilar. El *fascículo lateral* se forma por la unión de las divisiones anteriores de los troncos superior y medio y por tanto deriva de C5 a C7; se sitúa lateral a la segunda parte de la arteria axilar. El *fascículo medial* se ubica medial a la segunda parte de la arteria axilar y es la continuación de la división anterior de tronco inferior, por tanto recibe aportaciones de C8 y T1. El *fascículo posterior* se encuentra posterior

a la segunda parte de la arteria axilar y se forma por la unión de las tres divisiones posteriores; recibe por tanto aportaciones de todas las raíces del plexo braquial.

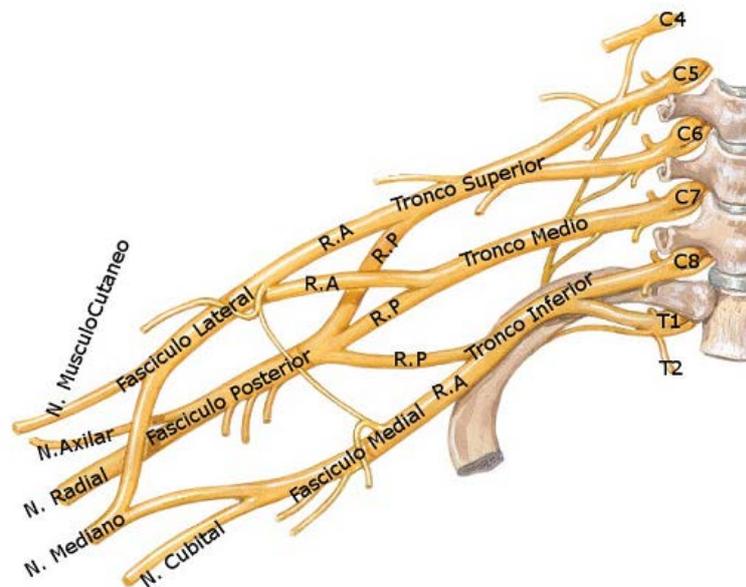


Imagen 2. Esquema que muestra las diferentes partes del plexo

La mayoría de los nervios periféricos de la extremidad superior se originan en los fascículos del plexo braquial. Por lo general, los nervios de los compartimentos anteriores de la extremidad superior surgen de los fascículos medial y lateral, y los nervios relacionados con los compartimentos posteriores se originan en el fascículo posterior.

Nervios periféricos y ramos que surgen del plexo braquial

#### Ramos de las raíces

Además de pequeños ramos segmentarios de C5 a C8 para los músculos del cuello y la aportación que la raíz C5 produce al nervio frénico (fundamentalmente derivado de la raíz C4) las raíces dan lugar al nervio dorsal de la escápula y el nervio torácico largo.

El *nervio dorsal de la escápula* se origina de la raíz C5, se dirige en sentido posterior, en ocasiones perforando el músculo escaleno medio en el cuello e inerva los músculos romboides mayor y menor.

El *nervio torácico largo* se origina de los ramos anteriores de C5 a C7. Desciende verticalmente por el cuello, atraviesa la entrada de la axila, y desciende por la pared medial de la axila para inervar el músculo serrato anterior.

#### Ramos de los troncos

Son solamente dos, el nervio supraescapular y el nervio del músculo subclavio.

El *nervio supraescapular* (C5 y C6) se origina en el tronco superior del plexo braquial. Se dirige lateralmente, a través del triángulo posterior del cuello y por el agujero supraescapular para entrar en la región posterior de la escápula. Inerva los músculos supra e infraespinoso. En la zona lateral del cuello y en la región posterior de la escápula va acompañado por la arteria supraescapular.

El *nervio subclavio* (C5 y C6) es un pequeño nervio que se origina en el tronco superior de plexo braquial, se dirige anteroinferiormente sobre la arteria y la vena subclavias e inerva el músculo subclavio.

#### Ramos del fascículo lateral

El *nervio pectoral lateral* es el ramo más proximal del fascículo lateral. Se dirige anteriormente, junto con la arteria toracoacromial, perforando la fascia clavipectoral, que abarca el espacio entre los músculos subclavio y pectoral menor e inerva el músculo pectoral mayor.

El *nervio musculocutáneo* es un gran ramo terminal del fascículo lateral. Se dirige lateralmente para perforar el músculo coracobraquial y discurre entre el músculo bíceps braquial y el músculo braquial en el brazo. Inerva los tres músculos flexores del compartimento anterior del brazo. Termina como nervio cutáneo lateral del antebrazo.

La *raíz lateral del nervio mediano* es el ramo terminal de mayor tamaño del fascículo lateral. Se dirige en sentido medial para unirse a un ramo similar del fascículo medial y formar el nervio mediano.

#### Ramos del fascículo medial

El fascículo medial tiene cinco ramos, de los cuales los más importantes son la raíz medial del nervio mediano y el nervio cubital.

El *nervio pectoral medial* es el ramo más proximal. Recibe un ramo comunicante del nervio pectoral lateral y después se dirige anteriormente entre la arteria y la vena axilares. Hay ramos de este nervio que perforan e inervan el músculo pectoral menor. Algunos de estos ramos atraviesan el músculo para alcanzar e inervar el músculo pectoral mayor y otras veces rodean el pectoral menor para alcanzar este último.

El *nervio cutáneo medial del brazo* (o nervio accesorio del braquial cutáneo interno) atraviesa a axila y el brazo, donde perfora la fascia profunda e inerva la piel de la superficie medial del tercio distal del brazo. En la axila, este nervio se comunica con el nervio intercostobraquial de T2. Las fibras del nervio cutáneo medial del brazo inervan la parte superior de la cara medial del brazo y suelo de la axila.

El *nervio cutáneo medial del antebrazo* (nervio cutáneo antebraquial medial) se origina inmediatamente distal al origen del nervio cutáneo medial del brazo. Sale de la axila y llega al brazo, donde da un ramo para la piel situada sobre el músculo bíceps braquial. Después continúa descendiendo por el brazo para perforar la fascia profunda junto con la vena basilíca y dirigirse inferiormente para inervar la piel situada sobre la superficie anterior del antebrazo. Inerva la piel de la superficie medial del antebrazo hasta la muñeca.

La *raíz medial del nervio mediano* se dirige en sentido lateral para unirse con la raíz correspondiente del fascículo lateral para formar el nervio mediano, anterior a la tercera parte de la arteria axilar.

El *nervio cubital* es un gran ramo terminal del fascículo medial. Cerca de su origen, sin embargo, suele recibir un ramo comunicante de la raíz lateral del nervio mediano, que se origina en el fascículo lateral y que porta fibras de C7.

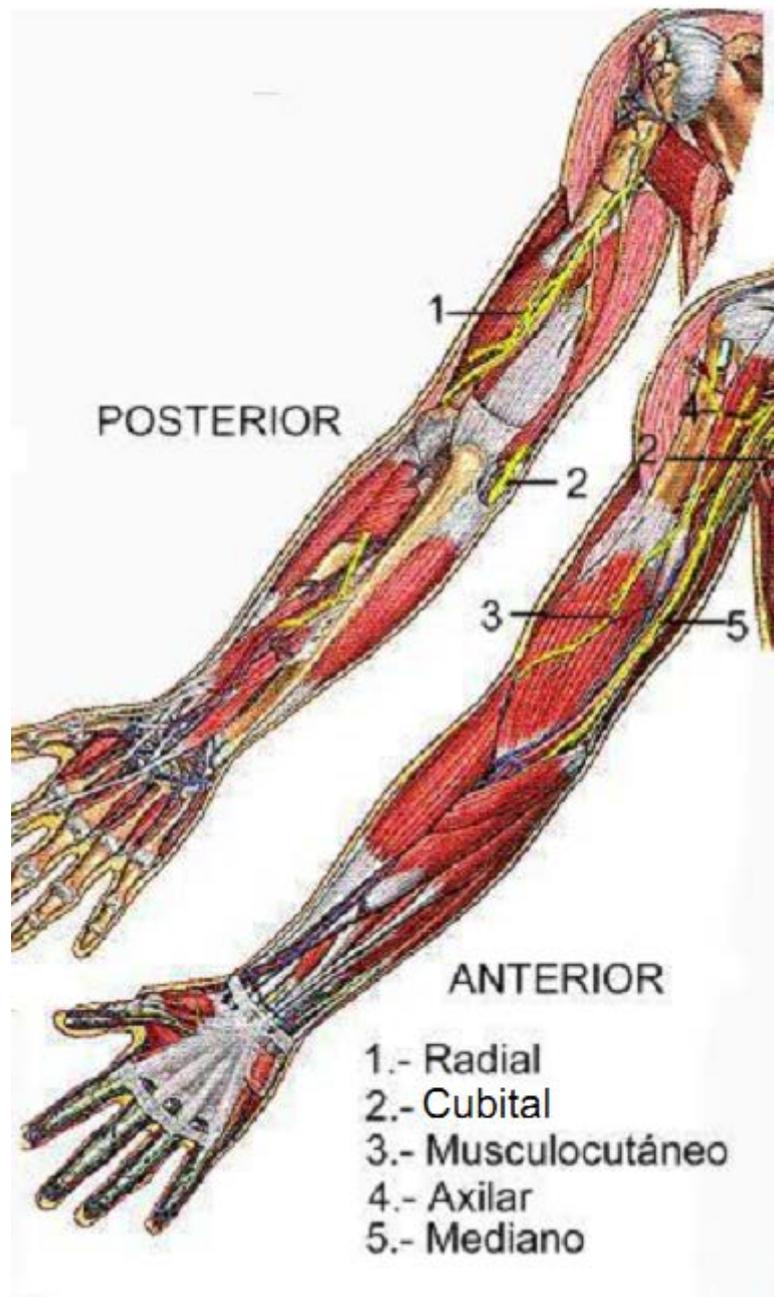


Imagen 3. Ramas terminales del plexo braquial

### El nervio mediano

Originado por las raíces medial y lateral anteriormente descritas. Trayecto(25): atraviesa la parte inferior de la fosa axilar, desciende sobre la cara medial de brazo y el surco bicipital medial de la fosa del codo y alcanza el eje vertical medio del antebrazo. Desciende luego verticalmente a lo largo de la línea media del antebrazo, pasa profundo al retináculo de los músculos flexores y llega a la palma de la mano, donde se divide en sus ramos terminales. Ramos colaterales: en el brazo, el nervio mediano origina un ramo vascular para la arteria braquial y un ramo articular para la articulación del codo. Todos los demás ramos colaterales del nervio nacen en la fosa del codo o en el antebrazo y están destinados a los músculos anteriores del antebrazo, con excepción del músculo flexor cubital del carpo y de los dos fascículos mediales del músculo flexor profundo de los dedos. El nervio mediano proporciona también en la parte inferior del antebrazo, un ramo cutáneo destinado a la palma de la mano, denominado ramo palmar del nervio mediano. Ramos terminales: el nervio mediano se divide, inmediatamente inferior o posterior a la parte inferior del retináculo de los músculos flexores, en cinco ramos terminales, estos pueden nacer por medio de dos troncos distintos: el lateral que proporciona los tres primeros y el medial los dos últimos.

El nervio mediano inerva: los tres músculos de la eminencia tenar, asociados con el pulgar. Los dos músculos lumbricales laterales que se relacionan con los movimientos de los dedos índice y medio. La piel de la superficie palmar de los tres dedos laterales y la mitad lateral del segundo, así como la cara lateral de la palma de la mano y la mitad de la muñeca.

### El nervio cubital

El nervio cubital (25)nace del fascículo medial, que termina constituyendo este nervio y la raíz medial del mediano. Sus fibras parten del octavo nervio cervical y del primer nervio torácico. Trayecto: el nervio cubital desciende en el brazo un poco oblicuamente en sentido inferior y posterior, pasa posterior al epicóndilo medial, se dirige inferior y anteriormente, y discurre en el lado anteromedial del antebrazo hasta el borde lateral del hueso pisiforme. Inferiormente a este hueso, se divide en sus ramos terminales. Ramos colaterales: en el brazo, el nervio cubital no da origen a ningún ramo colateral. En el codo y el antebrazo proporciona: ramos articulares, ramos musculares, el ramo de la arteria cubital y el ramo dorsal del nervio cubital. Ramos terminales: el nervio cubital se divide, inferior y lateralmente al hueso piriforme en dos ramos terminales, uno superficial y otro profundo. El ramo superficial que desciende anteriormente a la eminencia hipotenar proporciona un pequeño ramo que atraviesa la fascia hipotenar e

inerva el músculo palmar corto, a continuación este ramo superficial se divide en un ramo medial y otro lateral. El medial se convierte en el nervio digital palmar medial del dedo meñique y el lateral es el nervio digital palmar común del cuarto espacio interóseo, que se comunica con el nervio digital palmar (ramo del mediano) y si subdivide a la altura de la articulación metacarpofalángica en dos ramos: el nervio digital palmar lateral del dedo meñique, de localización medial y el nervio digital palmar medial del dedo anular. El ramo profundo del nervio cubital acompaña a la rama palmar profunda de la arteria cubital y pasa con ella el arco de los músculos de la eminencia hipotenar, se dirige luego transversalmente en sentido lateral hasta el músculo aductor del pulgar cruzando el arco palmar profundo. En el curso de su trayecto este ramo profundo inerva los músculos aductor de meñique, flexor corto del meñique y oponente del meñique. Al pasar anteriormente a los músculos interóseos, proporciona a la altura de cada espacio interóseo un ramo nervioso. El ramo profundo termina proporcionando tres ramos destinados al músculo aductor del pulgar, a los primeros músculos interóseos palmares y dorsales y a la cabeza profunda del músculo flexor corto del pulgar.

#### Ramos del fascículo posterior

El *nervio subescapular superior* (C5-C6) desciende verticalmente posterior y lateral al fascículo posterior y, después de un breve trayecto, penetra en el músculo subescapular cerca de su borde superior al que inerva.

El *nervio subescapular inferior* (C5-C6) nace del fascículo posterior, desciende anterior al músculo subescapular y penetra en la parte media de dicho músculo, del cual inerva las porciones media e inferior.

El *nervio toracodorsal* (C6-C8) desciende anterior al músculo subescapular y a los vasos subescapulares y penetra en el músculo dorsal ancho al que inerva.

El *nervio axilar o circunflejo* (C5-C6) inerva la piel de la zona superolateral del brazo y los músculos deltoides y redondo menor. El nervio axilar está situado en su origen lateral al nervio radial, posterior a la arteria axilar. Se reúne con la arteria circunfleja humeral posterior en el borde inferior del músculo subescapular, acompañando a esta arteria, el nervio axilar atraviesa el espacio cuadrangular en sentido inmediatamente inferior a la cápsula articular del hombro, bordea el cuello quirúrgico del húmero y alcanza así la cara profunda del músculo deltoides.

El *nervio radial* (C6-T1) se origina de la continuación del fascículo posterior del plexo braquial, después del origen del nervio axilar. Sus ramos inervan todos los músculos

del compartimento posterior del brazo y del antebrazo y la piel de la cara posterior del brazo y del antebrazo, la cara inferolateral del brazo y la zona dorsolateral de la mano.

El nervio radial

El nervio radial(25) atraviesa verticalmente la parte inferior de la fosa axilar. Una vez alcanza el brazo, se dirige inferior, posterior y lateralmente, y bordea en el surco del nervio radial del húmero la cara posterior de hueso. Discurre luego en el fondo del surco bicipital lateral de la fosa del codo hasta las proximidades de la interlínea articular, donde se divide en sus ramos terminales. *Ramas colaterales:* nacen del nervio radial en el orden siguiente: nervio cutáneo posterior del brazo, nervio de la cabeza larga de músculo tríceps braquial, nervio superior de la cabeza medial del músculo tríceps braquial, nervio de la cabeza medial del músculo tríceps braquial y del músculo ancóneo, nervio de la cabeza lateral del músculo tríceps braquial, nervio cutáneo posterior del antebrazo, ramo del músculo braquial, nervio del músculo braquiorradial y nervio de músculo extensor radial largo del carpo. *Ramos terminales:* son dos, el ramo superficial y el profundo.

El *ramo superficial* es cubierto por el músculo braquiorradial, se sitúa en los dos tercios superiores del antebrazo, lateral a la arteria radial. Este a su vez se divide en tres ramos, lateral, medio y medial. El ramo lateral desciende en el borde lateral de la mano y se convierte en el nervio digital dorsal latera del dedo pulgar. El ramo medio se subdivide en dos ramos secundarios. Uno es el nervio digita dorsal medial del dedo pulgar, el otro se ramifica en la parte lateral de la cara dorsal de la falange proximal del dedo índice. El ramo medial se comunica con el ramo lateral del ramo dorsal del nervio cubital y se divide también, posteriormente al segundo espacio interóseo, en dos ramos terminales que inervan la parte medial de la cara dorsal de la falange proximal del dedo índice y la parte lateral de la cara dorsal de la falange proximal del dedo medio.

El ramo profundo proporciona el nervio del músculo extensor radial corto del carpo, penetra en el músculo supinador dos centímetros inferior a la interlínea del codo y alcanza la región posterior del antebrazo atravesando este músculo. El nervio discurre entre dos fascículos de este músculo, un poco posterior a la estrecha superficie ósea que separa la inserción radial del fascículo superficial de la del fascículo profundo. El ramo profundo emerge del músculo supinador cerca del borde inferior del músculo, por el instersticio que separa las dos capas que lo constituyen. Se sitúa luego entre los dos planos musculares de la región antebraquial posterior donde origina los ramos posteriores para los músculos extensores del plano superficial y los ramos anteriores

para los cuatro músculos del plano profundo (abductor largo del pulgar y extensores del pulgar e índice). El ramo profundo penetra en la corredera osteofibrosa del músculo extensor de los dedos y se ramifica en la cara dorsal de las articulaciones radiocarpiana y del carpo denominándose nervio interóseo posterior

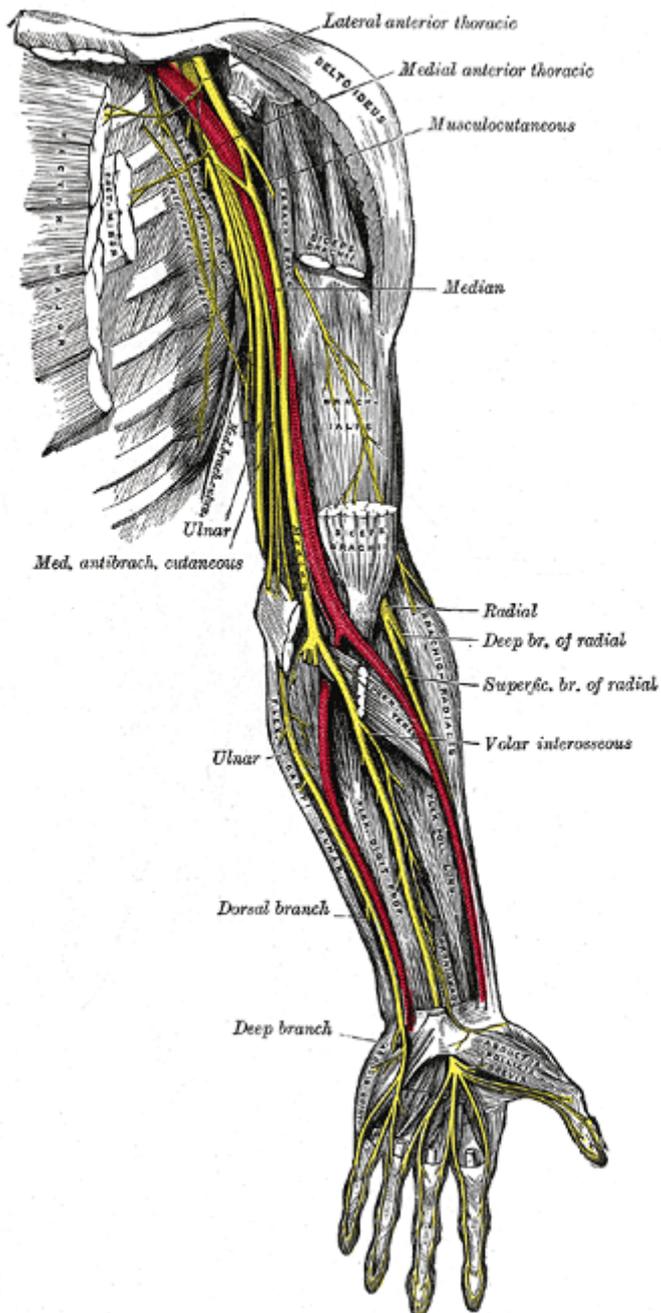


Imagen 4. Trayecto del nervio radial

## Ultrasonografía. Generalidades

Los ultrasonidos como cualquier sonido son una forma de energía mecánica capaz de propagarse a través de la materia en forma de ondas en el caso que nos ocupa a través de los tejidos y tiene la propiedad que cuando atraviesa las superficies de contacto entre distintos materiales las ondas se reflejan originando ecos.

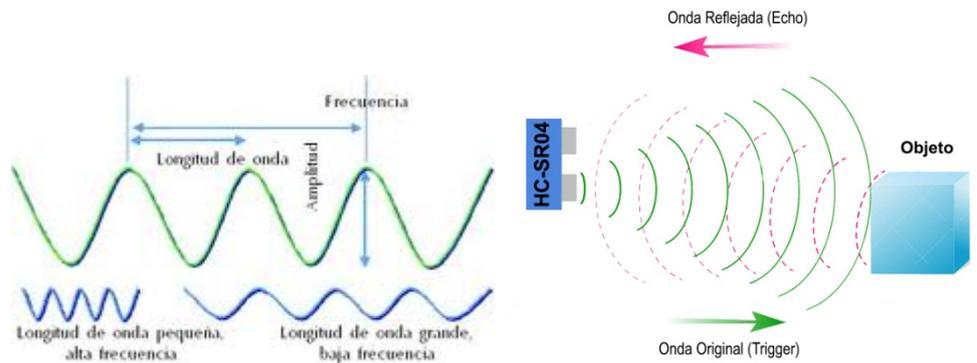


Imagen 5. Generalidades sobre ultrasonidos

A la hora de estudiar una onda sonora hay que tener en cuenta distintas definiciones(27)

**Ciclo.** Es el fragmento de onda sonora comprendido entre dos puntos iguales de su trazado.

**Amplitud.** Es la altura máxima que alcanza una onda (imagen 1). Hace referencia a la intensidad del sonido y se mide en decibelios (dB)

**Longitud de Onda.** Es la distancia que existe entre el inicio y el fin de un ciclo. La unidad de medida es el milímetro (mm)

**Frecuencia.** Es el número de ciclos que se producen en la unidad de tiempo que es el segundo. Sin embargo, cuando hablamos de la frecuencia del sonido no nos referimos a ciclo/sg sino que hablamos de hercios (Hz) donde 1 Hz es igual a 1 ciclo por segundo.

La longitud de onda y la frecuencia se relacionan con la velocidad del sonido por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Longitud de onda} = \text{Velocidad} / \text{Frecuencia}$$

A partir de esta fórmula deducimos que la frecuencia del sonido tiene una relación inversa con la longitud de onda, de tal forma que a mayor frecuencia menor longitud

de onda. La velocidad media de los ultrasonidos en los tejidos humanos es de 1540 metros/segundo.

Los ultrasonidos son aquellos sonidos que no pueden ser detectados por el oído humano, al tener una frecuencia superior a 20.000 Hz. Los sonidos que utilizamos en ecografía tienen una frecuencia entre 2 y 15 MHz (1 MHz es igual a un millón de Hz). Esto limita el uso de ultrasonidos a estructuras de al menos 1mm de diámetro.

### Factores que contribuyen a la calidad y la resolución de la imagen en ecografía

Una *sonda* es un dispositivo que transforma un tipo de energía en otro, en este caso energía eléctrica en energía mecánica y viceversa. Esta transformación tiene lugar en los cristales piezoeléctricos que se encuentran en el interior del transductor. En la ecografía músculo-esquelética vamos a utilizar fundamentalmente dos tipos de sonda, una sonda lineal de alta frecuencia y una sonda cóncava de baja frecuencia.

*Sonda lineal.* Proporciona un formato de imagen longitudinal. Son de alta frecuencia (10-12 MHz) permitiendo ver estructuras próximas a la superficie (hasta 4 cm.) con una buena resolución de imagen. No permiten ver estructuras que se localizan en profundidad.



Imagen 6. Sonda lineal

*Sonda convex.* Proporciona un formato de imagen romboidal o trapecoidal. De baja frecuencia (2.5-6 MHz) permiten ver estructuras que se encuentran en planos profundos (hasta 20-25 cm). La resolución de la imagen es peor que con la sonda lineal.



Imagen 7. Sonda convex

Resumiendo, las sondas de alta frecuencia generan imágenes de alta resolución pero son rápidamente atenuadas en los tejidos, luego las sondas de alta frecuencia ( $\geq 10$  MHz) son adecuadas para profundidades de menos de 4 cm. Para estructuras más profundas, rangos de frecuencia menor son necesarios. Actualmente las sondas funcionan en modo pulsado, los cristales piezoeléctricos actúan como transmisores y receptores, el cristal piezoeléctrico emite una onda y espera a recibir el eco antes de emitir otra onda, esto permite que el tamaño de las sondas sea más pequeño.

Los *pacientes obesos* presentan dificultades en la visualización. Esto es debido a un fenómeno de dispersión de la imagen. Los ultrasonidos pueden ser reflejados cuando pasan a través de un tejido. Las acumulaciones de grasa debajo de la piel, en el músculo y alrededor de los nervios son aproximadamente de 1mm de diámetro. Estas acumulaciones de grasa pueden producir fenómenos de dispersión (*scattering*) y de difracción produciendo una imagen moteada. Además como los ultrasonidos son refractados a través de los tejidos un nervio puede aparecer en una localización anatómica diferente a su localización.

La imagen formada es muy sensible al ángulo de incidencia de la onda, alguna veces, solamente cambiando el ángulo de incidencia de la onda se puede obtener la imagen del nervio.

Para obtener una imagen óptima, la imagen debe ser centrada en la pantalla, para estructuras profundas, comprimir el tejido con la sonda puede mejorar la imagen, una vez realizadas estas maniobras el balanceo de la sonda (*toggling*).

Los equipos actuales permiten al usuario ajustar la *ganancia* (el brillo) de la imagen, el aumento de la ganancia emblanquece la imagen, en general la ganancia debe ser ajustada al nivel en el que destaquen las estructuras de interés.

El *contraste o rango de compresión dinámica* es un parámetro que al aumentarlo permite visualizar las imágenes hiperecoicas más hiperecoicas y las hipoecoicas más hipoecoicas.

La *profundidad* debe ser ajustada a la mínima en el cual las estructuras de interés estén localizadas. La gran mayoría de los aparatos permite ajustar la profundidad de la zona focal (*focal zone*) que es la zona de mayor interés de la exploración o elegir múltiples zonas focales. La zona de exploración alrededor de la zona focal es la zona de mayor resolución y se denomina *zona Fresnel*. La zona profunda y de menor resolución se llama *zona Fraunhofer*.

## Cómo se visualizan las estructuras de interés

### Nervios

En una *sección longitudinal*, la estructura de un nervio periférico está compuesta por múltiples líneas paralelas hipoeoicas separadas por bandas hiperecoicas. Los elementos hipoeoicos corresponden a los fascículos nerviosos y las bandas hiperecoicas se corresponden con el epineuro interfascicular.

En una *sección transversal*, la estructura nerviosa se compone de pequeños puntos hipoeoicos redondeados u ovalados (fascículos nerviosos) dentro de una densa red de elementos hiperecoicos (epineuro) (imagen en panal de abeja), que globalmente dan una imagen hiperecoica.

En el plexo braquial, las raíces, a nivel supraclavicular e interescalénico, presentan una imagen hipoeoica.

Las razón de esta dicotomía de imagen se cree que es debido a la cantidad de grasa y de estroma que los nervios tienen y también a la grasa que los rodea. El epineuro de un nervio aumenta a medida que este es más distal, esta es una de las razones por las que es más probable lesionar una raíz en una punción que un nervio periférico.

### Estructuras vasculares

Las arterias habitualmente se distinguen por ser estructuras redondeadas de naturaleza pulsátil. Las venas no son pulsátiles y se comprimen con la sonda. El *doppler color* puede ser utilizado para distinguirlas. Por convención, el flujo de sangre hacia la sonda es de color rojo y el flujo que se aleja de la sonda es de color azul. Las arterias presentan una velocidad de flujo mayor, las bajas velocidades de flujo habitualmente corresponden a venas. El flujo de sangre perpendicular a la sonda es negro, es decir, no se puede valorar con el doppler porque este depende de una fórmula donde se multiplica por el coseno, y el coseno de 90 es cero.

### Aguja

La mejor manera de visualizar una aguja es insertarla de manera perpendicular a la onda de ultrasonidos. En algunos casos, es necesario insertar la aguja casi paralela a la onda de ultrasonidos para alcanzar el objetivo diana, en este caso la mayoría de los ecos son perdidos y la imagen de la aguja es mucho más borrosa y tenue.

### Anestésico local inyectado

La mayoría de los nervios tienen una fascia que los rodea. Hay un espacio virtual entre la fascia y el epineuro. Habitualmente, el anestésico local se deposita entre la fascia y el nervio. Esto crea un anillo hipoeoico alrededor del nervio. En algunos casos, la

fascia esta adherida al epineuro o simplemente no existe. En este caso, puede producirse una punción del nervio y el nervio se agrandará a medida que se inyecta el anestésico local.

## Sonoanatomía del plexo braquial y niveles de bloqueo

### Bloqueo ecoguiado a nivel interescalénico

#### Indicaciones

Cirugía del hombro, clavícula o húmero proximal porque produce anestesia a los elementos superiores del plexo braquial incluyendo el nervio supraescapular y el nervio supraclavicular C4. Normalmente preserva la función motora y sensorial de la mano.

#### Posición

Decúbito supino, decúbito lateral, sentado, con la cabeza girada al lado contra lateral

#### Aguja

22G, 50-mm, ecográfica de punta roma

#### Volumen de anestésico local

10-20 ml

#### Técnica

##### Técnica de barrido caudo-craneal

En el bloqueo ecoguiado interescalénico (28) transductor se coloca primero en la fosa supraclavicular, en posición sagital oblicua. A este nivel los nervios aparecen como un racimo de uvas en posición dorsal y lateral a la arteria. Posteriormente el transductor se mueve haciendo un cabeceo en dirección cefálica. Esta posición muestra las raíces alineadas verticalmente entre los músculos escalenos. El esternocleidomastoideo en esta posición se puede observar como una fina lámina superficial al plexo y los músculos escalenos. El espacio interescalénico está rodeado por una vaina que procede de la fascia prevertebral, esta vaina no se observa ecográficamente. Lo que se observa son las raíces o troncos como nódulos hipoecoicos.

##### Técnica de barrido medio-lateral

Se localiza en primer lugar la tráquea y los lóbulos tiroideos. Posteriormente se desliza la sonda en sentido medio-lateral. El músculo que cubre la zona es el ECM. Por debajo encontramos el paquete neurovascular con la vena yugular interna casi siempre encima de la arteria carótida. Los músculos escalenos se sitúan en posición más lateral con el plexo braquial entre ellos identificado como una serie de imágenes redondas hipoecoicas.

La variación anatómica más frecuente según Kessler y cols (29) fue a nivel de la raíz C5, atravesando o por fuera del músculo escaleno anterior.

#### Punción

La punción se realiza utilizando una aproximación en plano, por la parte posterior o anterior del transductor.



Imagen 8. Plexo braquial a nivel interescalénico

*a: arteria carótica, v: vena yugular interna n: raíces a nivel interescalénico, uno de los raros casos donde se puede visualizar desde C5 a C8.*

### Bloqueo ecoguiado a nivel supraclavicular

#### Indicaciones

Cirugía de la extremidad superior distal al hombro. Húmero, codo, antebrazo muñeca. A veces el bloqueo del tronco inferior es inconstante.

#### Posición

Supino o sentado con la cabeza girada al lado contralateral

#### Aguja

22G, 50-mm, ecográfica de punta roma

#### Volumen de anestésico local

10-20 ml

#### Técnica

En el bloqueo supraclavicular (28) se coloca el transductor en una posición oblicua, para conseguir un corte transversal del plexo. La referencia sonoanatómica más clara es la arteria subclavia. El plexo tiende a colocarse lateralmente, aunque puede

Joaquín García Ferreira

extenderse tanto por encima como por debajo de la arteria. Dos imágenes bajo la arteria hay que remarcar; la primera se corresponde con la primera costilla, se sitúa debajo de la arteria y tiene el silencio acústico por debajo que caracteriza el tejido óseo. La segunda, más posterior o lateral es la pleura que se caracteriza por la imagen en cola de cometa.

#### Punción

Debido a la proximidad de la pleura se recomienda el abordaje en plano de la aguja y el transductor. Existe controversia en la zona de infiltración, entre la parte inferior (30) y la parte superior del plexo.

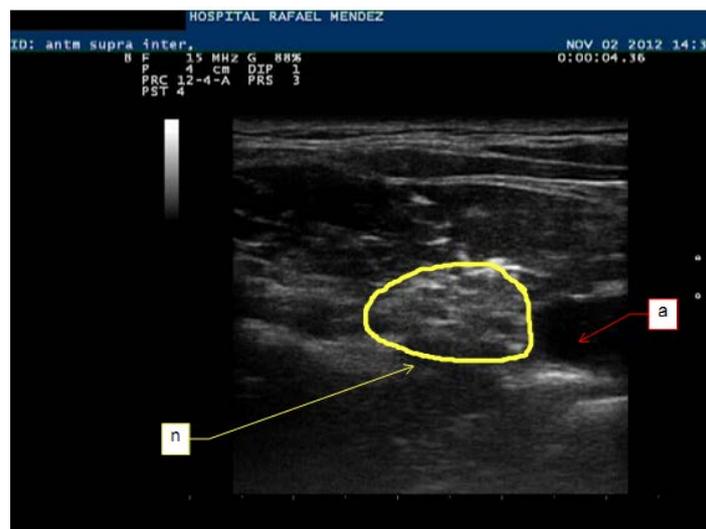


Imagen 9. Plexo braquial a nivel supraclavicular

*a: arteria subclavia a nivel supraclavicular. n: plexo braquial que a este nivel presenta distribución típica en racimo*

## Bloqueo ecoguiado a nivel infraclavicular

### Sonoanatomía

Los fascículos del plexo braquial tienen una relación estrecha con la arteria axilar en la región infraclavicular, de hecho, sus nombres derivan de la posición de estos respecto a la arteria: posterior, lateral y medial(28). El plexo braquial a nivel infraclavicular se encuentra a una mayor profundidad, 4.2 cm de media en hombres y 4 cm en mujeres, lo que hace que a veces se tengan que utilizar frecuencias menores para la exploración. Durante la exploración, las estructuras que aparecen superficiales al nervio incluyen la piel y tejido subcutáneo, los músculos pectorales mayor y menor, la fascia clavipectoral. En un plano más profundo se encuentra la segunda parte de la arteria axilar, y en posición más caudal, la vena. Posteriormente en cada bloqueo se describe la relación anatómica entre los fascículos y la arteria axilar. Posteromedial y caudal se encuentran la pleura (imagen hiperecoica y que varía con la respiración) y el pulmón.

### ABORDAJE CORACOIDEO

#### Indicaciones

Analgesia y anestesia de procedimientos distal del brazo, codo, antebrazo, muñeca y mano.

#### Posición

Supino con el brazo abducido y codo flexionado. Supino con el brazo pegado al cuerpo

#### Aguja

22G, 50-mm, ecográfica de punta roma

#### Volumen de anestésico local

0.5 ml/kg hasta un máximo de 40 ml

#### Técnica

El abordaje coracoideo(31) es el más común. La sonda se coloca en posición vertical. Los fascículos se colocan alrededor de la arteria con el brazo aducido. El lateral (el más fácil de identificar) se localiza en posición anterior y craneal, el posterior (el más difícil de localizar) por debajo de la arteria y el medial en posición caudal entre arteria y vena. Se suele infiltrar el cordón lateral primero, después el cordón posterior, teniendo en cuenta no confundirlo con el artefacto ecográfico (refuerzo posterior) que se observa detrás de la arteria axilar. Finalmente se infiltra el fascículo medial.

Punción  
Punción dentro de plano.

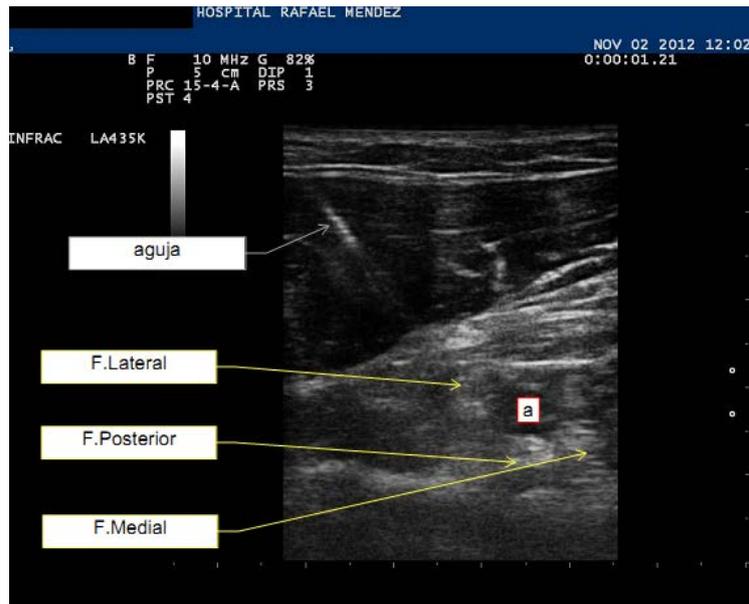


Imagen 10. Bloqueo infraclavicular coracoideo

. a: arteria axilar

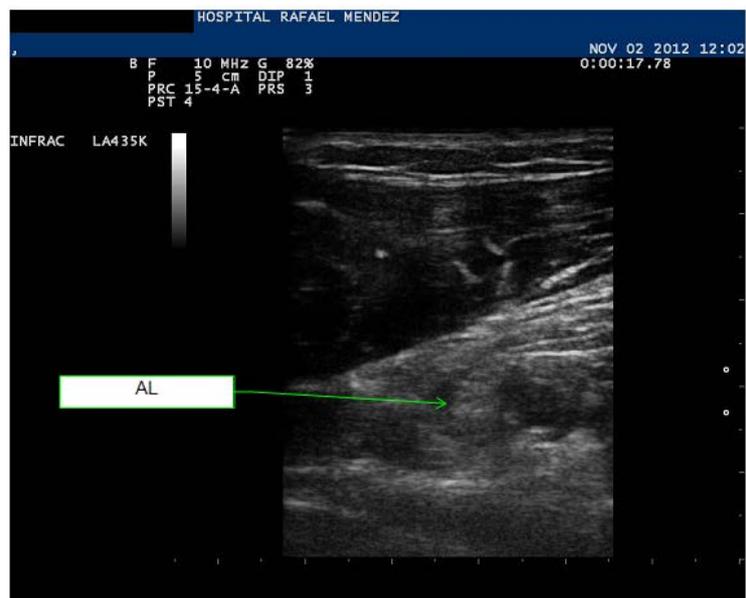


Imagen 11. Distribución AL

Obsérvese como el anestésico local (AL) se distribuye alrededor del fascículo formando un halo.

## ABORDAJE MEDIOCLAVICULAR

### Indicaciones

Analgesia y analgesia de procedimientos distal del brazo, codo, antebrazo, muñeca y mano.

### Posición

Supino con el brazo abducido y codo flexionado

### Aguja

22G, 50-mm, ecográfica de punta roma

### Volumen de anestésico local

0.5 ml/kg hasta un máximo de 40 ml

### Técnica

En este abordaje los fascículos se agrupan juntos en posición cefálica a la arteria. Esto permite el acceso a los tres fascículos más fácilmente. Según Bigeleisen (32), con esta técnica el tiempo de latencia es más rápido y el nervio intercostal braquial se bloquea con más frecuencia. Por otra parte, los fascículos se encuentran más cerca de la primera y segunda costillas por lo que la punción pleural puede producirse de forma más frecuente en manos no entrenadas. La sonda se coloca paralelamente e inferior a la clavícula, a nivel del surco deltopectoral o 1 o 2 cm medial a este, y angulando ligeramente el transductor en sentido craneal. Se identifica la arteria axilar y el plexo puede verse en posición céfalo-anterior a la arteria. Puede aparecer el plexo como un fascículo único antes de la inyección pero posteriormente los fascículos se separan.

### Punción

Punción en plano con la sonda, con la aguja entrando por el lado lateral de la sonda.

## Bloqueo ecoguiado a nivel axilar

### Indicaciones

Cirugía del codo, antebrazo y mano. Un bloqueo selectivo del nervio intercostobraquial es necesario cuando la incisión se produce a lo largo de la cara medial de la extremidad.

### Posición

Supino, con el brazo en abducción, rotación externa y flexión del codo.

### Aguja

22G, 50-mm, ecográfica de punta roma.

### Volumen de anestésico local

2.5, 5 ml para cada nervio

Joaquín García Ferreira

### Técnica

Para el bloqueo axilar (28) la sonda se coloca en una posición transversa en relación a la axila, localizada en la intersección del bíceps y el músculo pectoral. La arteria axilar es la referencia anatómica principal, en la región posterocefálica entre el bíceps y el coracobraquial se encuentra el nervio músculo cutáneo. El nervio mediano se encuentra, si es evidente, en la región anterior o superior a la arteria. Posteriormente se redirige la aguja al nervio cubital, localizado normalmente entre la arteria y la vena cubital. Finalmente la aguja se redirige hacia el nervio radial, localizado posterior en relación a la arteria. El nervio intercostobraquial, si es necesario bloquearlo, se encuentra en relación caudal con el tríceps y al lado de la arteria comunicante posterior, en un plano más profundo y cercano al húmero. El principal riesgo de este bloqueo es la inyección intravascular. La vena axilar puede variar en tamaño y haber más de una, la aspiración negativa no implica que no se pueda producir una inyección intravascular, ya que la presión que ejerce la sonda puede obliterar la luz. Un 5% de los pacientes tienen una arteria axilar accesoria localizada profundamente o posterior a la arteria axilar. Es difícil bloquear todos los nervios en una sola punción. A veces es necesario realizar una punción superior para el musculocutáneo y el mediano y otra punción inferior para el nervio cubital y el radial.

### Punción

Con la aguja en plano con la sonda para visualizar la punta ya que el riesgo de punción intravascular no es despreciable.

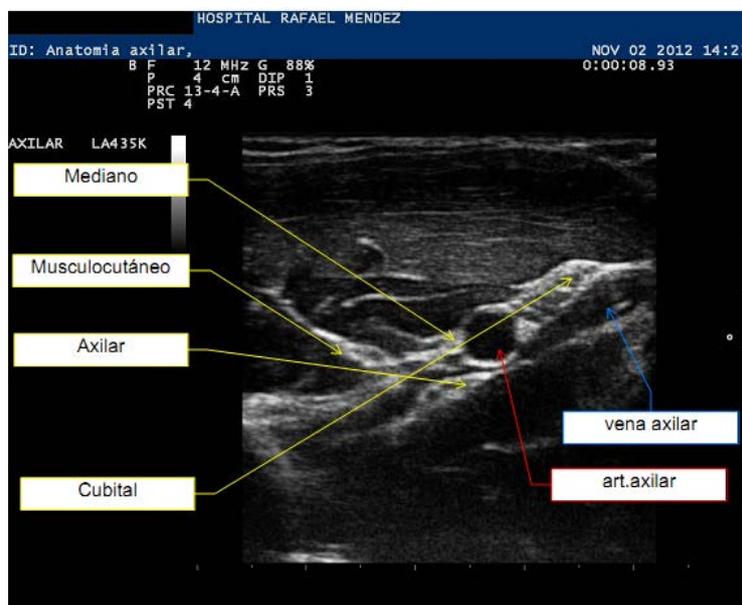


Imagen 12. Sonoanatomía Plexo braquial a nivel axilar

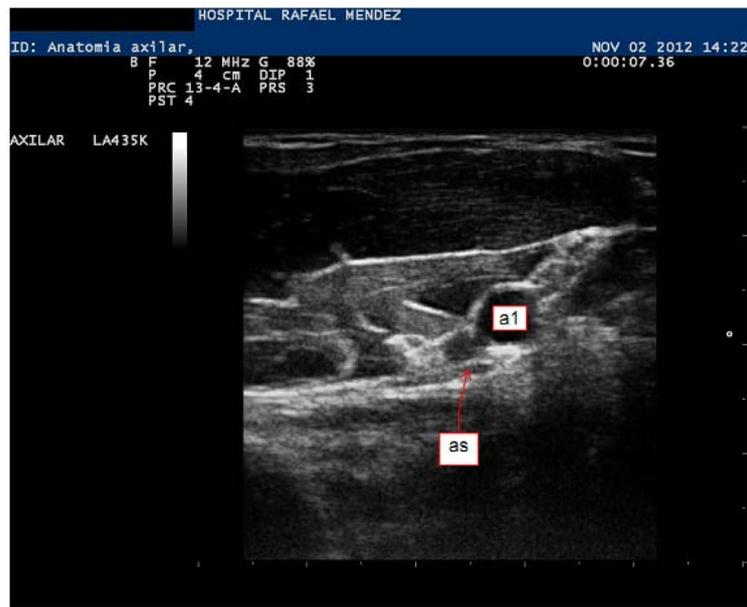


Imagen 13. Variación anatómica de la arteria axilar

*.a:1 arteria axilar as:arteria axilar satélite*

## Complicaciones de la anestesia regional

En primer lugar debemos diferenciar entre efecto secundario y complicación.

*Efecto secundario:* Es un efecto adverso no grave y reversible de un bloqueo, por ejemplo, la aparición de una parálisis frénica y diafragmática (transitoria) tras un bloqueo interescalénico.

*Complicación:* Es un efecto adverso potencialmente grave o irreversible, por ejemplo, un neumotórax tras un bloqueo perivascular subclavio o una inyección intravenosa de AL o una lesión nerviosa permanente. Podemos distinguir las siguientes complicaciones:

### Relacionadas con la técnica

- Traumatismo directo nervioso.
- Hemorragia y hematoma.
- Inyección intravascular.
- Neumotórax.
- Inyección epidural e intratecal involuntaria.

### Relacionadas con el fármaco

Se describen en el capítulo específico de farmacología de los anestésicos locales

- Toxicidad: inmediata por inyección intravascular y diferida por absorción en el lecho vascular, sobredosis relativa.
- Sobredosis.
- Reacción anafilactoide.
- Metahemoglobinemia (prilocaína).



## Farmacología de los anestésicos locales



Los anestésicos locales (AL) son sustancias que, colocadas en concentración apropiada en contacto con una estructura nerviosa o muscular, bloquean de forma temporal y reversible la propagación de los potenciales de acción de membrana. Numerosos agentes pueden generar un efecto anestésico local pero en la clínica los AL utilizados son las monoamidas sobre todo y en menor parte los aminoésteres.

## Mecanismos de acción y efectos neurofisiológicos

### Mecanismo de acción

Los AL disminuyen la permeabilidad del canal sódico al ión sodio y por lo tanto no afectan al potencial de reposo. Esto conlleva una reducción de la corriente de despolarización que no puede alcanzar el valor umbral, lo que causa bloqueo de la propagación del impulso. Este bloqueo obedece a un mecanismo doble, tónico y fásico. La *inhibición tónica* aparece con frecuencias de estimulación bajas, mientras que la *inhibición fásica* domina de forma progresiva, paralelamente al aumento de frecuencia.

El AL se une con un receptor específico situado en la parte interna del canal de sodio, cerca del axoplasma. La unión del AL se opone a cualquier cambio de conformación del canal iónico. La teoría más aceptada para explicar esta interacción es la teoría del receptor modulado, que se basa en que la afinidad del receptor por su ligando varía con el estado del canal iónico, que pasa sucesivamente, en cada potencial de acción del estado “cerrado-de reposo” al estado “abierto-activado” y después al estado “cerrado-inactivado”. La afinidad por los AL varía con la naturaleza de estos, por ejemplo, la bupivacaína tiene una afinidad grande en el estado inactivado y menor para los canales abiertos, y se disocia lentamente en el estado de reposo. En este caso, si otro potencial de acción llega antes de que toda la sustancia se haya disociado del receptor, se produce un refuerzo del bloqueo. Este fenómeno define el carácter *frecuencia-dependiente*, que es responsable del aumento del grado de bloqueo paralelamente al incremento de la frecuencia de estimulación. Este fenómeno permite explicar la cardiotoxicidad más marcada de la bupivacaína.

Este fenómeno del bloqueo frecuencia dependiente explica un aspecto fundamental denominado *conducción decreciente*. Existe una correlación positiva entre la calidad y la intensidad del bloqueo y la longitud de la fibra nerviosa expuesta al AL. Este fenómeno contradice “la ley de todo o nada” ya que en cada nódulo las concentraciones de AL son infrabloqueantes que solo interrumpen parcialmente la

despolarización. Debido a esto, si la longitud de las fibras expuestas al AL es suficiente y la frecuencia de estimulación elevada, la suma de los efectos individuales, por transmisión de la despolarización de un nódulo a otro, va a permitir la disminución progresiva de la amplitud del potencial de acción y la aparición del bloqueo. (33)

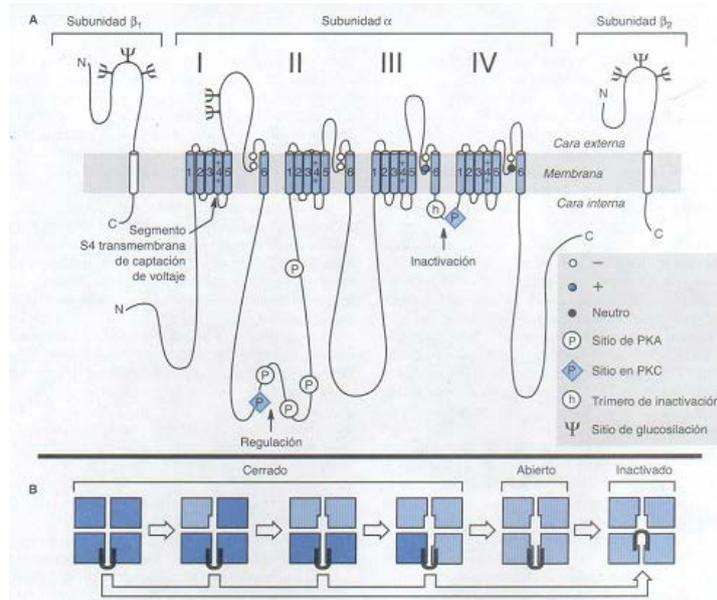


Imagen 14. Estructura y función de los canales de sodio regulados por voltaje

Extraído de Godman&Gildman. Bases farmacológicas de la terapéutica.

## Efectos neurofisiológicos

Concentración mínima inhibitoria (CMI)

Corresponde a la concentración necesaria de un AL dado para bloquear in vitro la conducción en un nervio determinado. Permite comparar la potencia de los AL. La CMI es un valor mínimo que generalmente es necesario sobrepasar en condiciones clínicas, definiéndose así la concentración mínima eficaz (CME).

Calibre de las fibras nerviosas

Varía con la existencia o no de mielina. Para las fibras amielínicas o fibras C, la conducción obedece a la ley del todo o nada. A la inversa, para las fibras mielínicas (fibras A y B), el potencial de acción salta de un nódulo de Ranvier a otro, únicas zonas donde la membrana axonal no está recubierta por mielina. El efecto de este tipo de conducción por saltos es una aceleración de la transmisión del impulso. Ritchie y Rogart (34) han demostrado que los canales sódicos, se concentran en los nódulos de Ranvier.

La velocidad de conducción aumenta con el intervalo entre los nódulos, que a su vez se incrementa con el calibre y el grado de mielinización de la fibra. La velocidad es máxima en las fibras motoras  $\alpha$  y muy lenta en las fibras amielínicas C.

El valor de la CMI se correlaciona con el diámetro de la fibra. Ya que el bloqueo sólo se puede instalar si se bloquean tres nódulos de Ranvier consecutivos, e volumen y la concentración local de AL son parámetros importantes. Cuanto mayor es el calibre mayor es la concentración necesaria para producir un bloqueo.

#### Bloqueo diferencial

El bloqueo diferencial se define por la existencia de un bloqueo de conducción en ciertas fibras, mientras que la conducción no está alterada en otras. Así, se puede observar una analgesia mientras que el sentido del tacto y la motricidad están conservados en un territorio dado. Este fenómeno se puede observar en la clínica cuando se utilizan concentraciones bajas de AL. El bloqueo diferencial está en parte relacionado con la situación de las fibras en el nervio, ya que el AL alcanza antes las fibras situadas en la periferia que las situadas en la posición central. También influye el calibre del nervio y la longitud de este y la mayor o menor selectividad de los AL.

En resumen, existirían dos maneras de bloquear la conducción en una fibra miélica, bloqueando completamente dos nódulos de Ranvier consecutivos o, gracias a concentraciones bajas de AL, bloqueando parcialmente al menos tres nódulos consecutivos.

#### Cronología del efecto anestésico local

La cronología clínica del bloqueo sucesivo es: vasomotricidad, sensibilidad térmica, pinzamiento y tacto y en último lugar, bloqueo motor.

Cuando un AL se deposita en las proximidades de una estructura nerviosa, la difusión de la molécula está regida por los porcentajes de captación tisular, de resorción sanguínea y, para los aminoésteres, de la hidrólisis local. La dosis de AL no afectado por estos tres fenómenos penetra en las células nerviosas, equilibrándose a ambos lados de la membrana. Estos procesos dependen del PKa y de la lipofilia.

La velocidad de difusión AL a través de la membrana explica las latencias de aparición del efecto anestésico local. La duración del efecto anestésico depende de la velocidad de disociación AL-receptor.

## Características fisicoquímicas y farmacocinética

### Estructura fisicoquímica

Courtney y Strichartz(31) proponen la división sistemática en cuatro subunidades: un anillo aromático, una unión éster o amida, una cadena intermedia y un grupo amina, respectivamente.

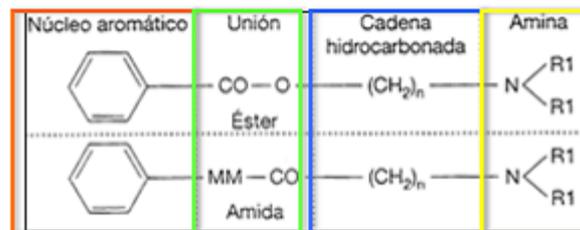


Imagen 15. Estructura de los AL

### Anillo aromático

Constituido por un núcleo bencénico sustituido, explica la liposolubilidad de la molécula. La conformación espacial de este anillo es responsable de su capacidad de unión al receptor diana.

### Unión intermedia

Es responsable de la estabilidad de la molécula y de su modo de degradación. Los AL tipo éster son hidrolizados muy rápidamente por las pseudocolinesterasas plasmáticas y solamente la cocaína en este grupo tiene un metabolismo hepático importante. Las aminoamidads son metabolizadas en los microsomas hepáticos mediante intervención del citocromo P- 450.

### Cadena intermedia

La longitud de esta cadena está relacionada con la liposolubilidad y por tanto, con la potencia de la molécula.

### Grupo amina

La naturaleza de las sustituciones en el átomo de nitrógeno de este grupo amina terciaria es responsable de las variaciones de hidrofilia de la molécula

### Isomería óptica

La presencia de un carbono asimétrico explica la existencia de isómeros ópticos de ciertas moléculas. La toxicidad de los enantiómeros levógiros es inferior a la de los enantiómeros dextrógiros y a la de las mezclas racémicas.

## Propiedades fisicoquímicas

### Liposolubilidad

Se evalúa con un coeficiente alto (>1) de partición octanol/tampón fosfato. Cuanto más liposoluble es un AL, más potente, más duración de acción y más toxicidad sistémica.

### PKa

El PKa o PH de semidisociación de una sustancia se define como el PH al que el 50% de la molécula se encuentra en forma no ionizada y el 50% en ionizada. Este parámetro influye sobre todo en la latencia de acción de los AL, ya que sólo la forma no ionizada atraviesa las membranas celulares. Los AL son bases débiles cuyo PKa está comprendido entre 7.6 y 8.9. Si el PKa está cerca del PH fisiológico la latencia es menor.

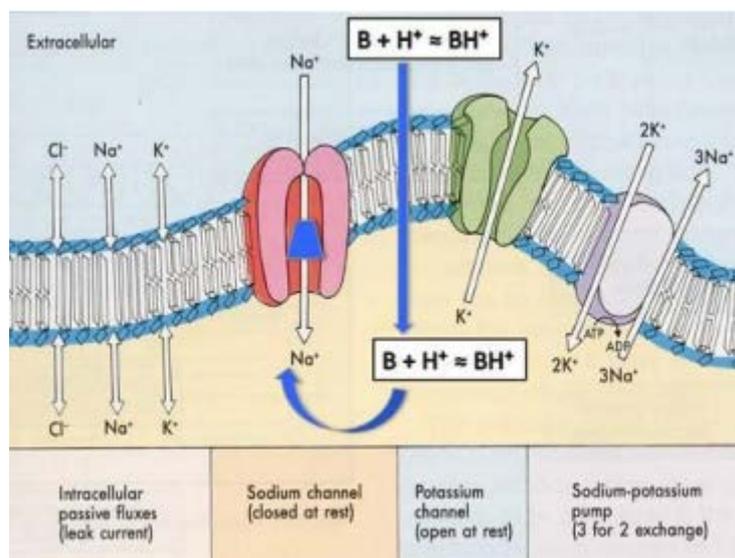


Imagen 16. Difusión AL en las membranas celulares y unión al receptor

### Unión a proteínas

Las amidas se unen sobre todo a la albúmina y a la  $\alpha$ -1-glicoproteína ácida. La albúmina tiene una afinidad débil por los AL, pero abunda. La  $\alpha$ -1-glicoproteína ácida tiene una afinidad mayor pero hay menos cantidad. La duración de acción de un AL se correlaciona con el porcentaje de unión a proteínas. Cuanto más elevado, más larga es la duración de acción. Existe una relación entre la proporción de unión a proteínas plasmáticas y la unión a las proteínas de la membrana axonal. Cuanto mayor es esta proporción, más tiempo permanece fijado el AL a su receptor.

	Liposolubilidad	Potencia relativa	pK <sub>a</sub>	Comienzo de acción	Unión a proteínas (%)	Duración de la acción (min)
<i>Potencia baja y duración corta</i>						
Procaína	1	1	8,9	Lento	6	60-90
Cloroprocaína	1	1	9,1	Rápido	?	30-60
<i>Potencia y duración intermedias</i>						
Mepivacaína	2	2	7,6	Rápido	75	120-240
Prilocaína	2	2	7,7	Rápido	55	120-240
Lidocaína	3,6	2	7,7	Rápido	65	90-200
<i>Potencia alta y duración larga</i>						
Ametocaína (tetracaína)	80	8	8,6	Lento	80	180-600
Bupivacaína	30	8	8,1	Intermedio	95	180-600
Etidocaína	140	6	7,7	Rápido	95	180-600
Ropivacaína	3	8	8,0	Intermedio	94	180-600

Tabla 1. Características farmacocinéticas de los AL

Flórez J., Hurlé M.A. *Anestésicos locales. "Farmacología Humana" 2ª edición, Dir: J. Flórez.pag298*

## Farmacocinética

### Distribución local

No se conoce exactamente la distribución local en el tejido de los AL. Depende de numerosos factores, la solución utilizada, el tipo de tejido, el tipo de bloqueo, etc. Una fracción variable puede unirse a tejido adiposo, especialmente si se trata de AL lipofílicos, del mismo modo, una parte del AL puede unirse a proteínas hísticas, lo que puede aumentar la latencia. A la inversa, gracias a la liberación progresiva a partir de estos lugares de almacenamiento, la duración de la exposición de las estructuras nerviosas al AL puede aumentar. De este modo los parámetros *in vivo* pueden ser diferentes.

### Absorción

Puede ser monofásica como tras la inyección subaracnoidea o bifásica (cuando la inyección se produce en lugares ricos en grasa como el plexo braquial o el espacio epidural), con una fase inicial rápida seguida de una fase más lenta. Tras la inyección de un AL, una parte de la dosis alcanza su objetivo, mientras que otra fracción pasa a la circulación sistémica. La difusión a través del endotelio vascular está facilitada, debido a la liposolubilidad de los AL. La riqueza en tejido graso y el flujo sanguíneo local son las principales variables de regulación de la velocidad de absorción sanguínea. En la tabla siguiente se muestra la velocidad de absorción de los anestésicos locales en los tejidos ordenada de forma creciente.

Absorción de AL en tejidos	
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">-</div> <div style="font-size: 2em; margin-bottom: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">+</div> </div>	Anestesia subaracnoidea
	Bloqueo del plexo braquial
	Epidural
	Caudal
	Intercostal
	Intrapleural
	Aplicación tópica en las vías aéreas

Tabla 2. Velocidad de absorción de AL en tejidos

Por este motivo anteriormente descrito, una dosis de un anestésico local puede ser tóxica por una vía y no por otras. La adición de un agente vasoconstrictor aminora la resorción de ciertos AL. La lidocaína, la bupivacaína, y la etidocaína inducen vasodilatación. La prilocaína, la mepivacaína, la ropivacaína y la levobupivacaína inducen vasoconstricción.

#### Distribución sistémica

Tras la absorción sanguínea, los AL son captados transitoriamente por el pulmón Este sistema amortiguador se satura muy rápidamente y los AL son liberados de nuevo al torrnre circulatorio. En caso de inyección intraarterial el riesgo se acrecenta ya que este tampón se obvia.El aclaramiento plasmático de las amidas depende ampliamente de su metabolismo, ya que menos de un 5% se elimina sin metabolizar por orina.

#### Eliminación

##### *Metabolismo*

Los aminoésteres son degradados por las pseudocolinesterasas plasmáticas y globulares.

Las aminoamidás son metabolizadas por los enzimas microsomales hepáticos. Las reacciones de fase I conducen a los metabolitos hidrosolubles. Luego les siguen las reacciones de fase II, que consisten en una hidroxilación y conjugación, fundamentalmente con glucorónico y a veces glicina y cisteína. Los metabolitos conjugados tienen excreción urinaria y biliar.

##### *Aclaramiento*

El aclaramiento se define como el coeficiente de depuración plasmática bruta de un compuesto químico dado. El aclaramiento total representa la suma del aclaramiento renal y el extrarrenal. Para los aminoésteres depende del metabolismo plasmático. Para las aminoamidás el aclaramiento total es igual al aclaramiento hepático. Este depende del flujo sanguíneo y del coeficiente de extracción hepática, si el coeficiente

de extracción es elevado, entonces la depuración depende del flujo sanguíneo, como es el caso de la lidocaína.

#### *Vida media de eliminación*

La vida media de eliminación de una sustancia define el tiempo necesario para eliminar el 50% de la dosis administrada.

$$K_{el} = Cl/V_d$$

$$MBRT = V_d/Cl$$

La inversa de esta relación o *mean body residence time (MBRT)* es el tiempo de permanencia medio de una sustancia en el organismo. Es molécula dependiente pero hay ciertas condiciones fisiológicas que pueden hacer variarlo. Por ejemplo, en el anciano aumenta el MBRT de lidocaína al aumentar el  $V_d$  de lidocaína con la edad.

(33)

## Efectos farmacodinámicos

Actividad anestésica local

Potencia, latencia y duración de acción

En la tabla siguiente (33) se muestran las características diferenciales de los AL más utilizados en clínica

AL	Potencia	Latencia	Duración	Toxicidad potencial	Dosis máxima (mg/kg)
Lidocaína	Intermedia	Corta	Intermedia	Intermedia	5-7*
Mepivacaína	Intermedia	Corta	Intermedia	Intermedia	6
Bupivacaína	Fuerte	Larga	Larga	Fuerte	2.5
Ropivacaína	Fuerte	Intermedia	Larga	Fuerte	2.5
Levobupivacaína	Fuerte	Larga	Larga	Fuerte	2.5

Tabla 3. Comparación de los principales AL utilizados en la clínica

\*Dependiendo de la adición de adrenalina

## Factores que modifican la actividad anestésica

### Dosis

El aumento de la dosis acorta la latencia y prolonga la duración. El volumen de la solución es un factor determinante de la extensión del bloqueo.

### Lugar de administración

Las vías subaracnoidea y subcutánea se caracterizan por una latencia y una duración de acción más cortas, mientras que, por ejemplo, en los bloqueos del plexo braquial se observan una latencia y una duración más largas.

### Vasoconstrictores

Permiten prolongar la duración de acción y disminuir las concentraciones plasmáticas máximas de AL.

### Modificaciones del PH

El efecto de los AL en la conducción nerviosa *in vitro* está reforzado por la alcalinización. El efecto se manifiesta esencialmente por una disminución de la latencia y una disminución de la CMI del AL. El interés clínico, está controvertido en el caso de los bloqueos del plexo braquial. (35)(36)(37).

### Embarazo

En el embarazo, por factores mecánicos que aumentan la extensión del bloqueo en la analgesia epidural y la anestesia subaracnoidea se recomienda disminuir un 30% las dosis de anestésicos locales

### Mezcla de AL

La utilización de una mezcla de un anestésico local de latencia corta con uno de larga duración para beneficiarse de las propiedades farmacocinéticas de ambos es controvertida. La inyección secuencial del anestésico local de corta latencia primero y el de larga duración después no ha mostrado diferencias en latencia de acción respecto a la administración en mezcla. (38) En la práctica clínica se utilizan, aunque la evidencia científica se basa en estudios prospectivos comparativos simples. Las mezclas de anestésicos locales han demostrado una latencia menor en el bloqueo epidural y el bloqueo femoral y ciático (39)(40). En el caso del plexo braquial, dos estudios prospectivos, uno de Bromage y Gertel(41), en la época preecografía que demuestran una latencia menor en el bloqueo supraclavicular y otro de Gadsden y cols. (42). que no obtiene beneficio en términos de latencia de acción con la mezcla de AL en el bloqueo interescalénico guiado por ecografía.

Otros efectos de los AL

Efectos sobre el sistema nervioso central

La lidocaína tiene efectos anticonvulsionantes a concentraciones plasmáticas bajas, pero a concentraciones más elevadas produce neurotoxicidad como todos los anestésicos locales. La lidocaína vía intravenosa tiene un efecto analgésico central de mecanismo desconocido.

Efectos ventilatorios

La lidocaína administrada en vía intravenosa o aerosol tiene un efecto broncodilatador, y suprime el reflejo de la tos.

Efectos cardiovasculares

La lidocaína es un antiarrítmico de la clase Ib, a las dosis terapéuticas, no modifica la conducción intraventricular.

Efectos sobre el músculo uterino

Carecen de efectos sobre el músculo liso uterino y su vascularización a las dosis utilizadas en clínica.

## Complicaciones relacionadas con la utilización de anestésicos locales

### Toxicidad local

El metabisulfito, empleado como conservante de la cloroprocaina puede producir reacciones locales.

Las amidas a altas concentraciones pueden producir un efecto miotóxico y neurotóxico. Los efectos neurotóxicos se produjeron con lidocaína al 5% y tetracaína al 0.5% hiperbara utilizadas en anestesia subaracnoidea y tuvieron como manifestación aracnoiditis adhesiva.

### Reacciones alérgicas

Las reacciones alérgicas a los AL tipo amida son excepcionales, y pueden prevenirse mediante la utilización de soluciones sin conservantes.

Los aminoésteres si pueden producir una verdadera reacción alérgica. Tienen alergia cruzada con los derivados del ácido para amino-benzoico, especialmente el metilparabeneno, utilizado como conservante.

### Metahemoglobinemia

Es una complicación rara, resultante de una sobredosificación de prilocaína, utilizada en algunos países para el bloqueo de plexos o la ARIV. Se produce un metabolito llamado ortotoulidina que oxida la hemoglobina produciendo metahemoglobinemia. El riesgo puede ser mayor en el lactante de menos de tres meses, cuyos eritrocitos tienen una concentración de metahemoglobín-reductasa menor.

Tratamiento específico: azul de metileno en solución al 1% (10 mg / ml) que se administra de 1 a 2 mg / kg por vía intravenosa. El azul de metileno restaura el hierro de la hemoglobina a su estado transportador de oxígeno normal (reducido).

### Toxicidad sistémica

Los órganos diana son fundamentalmente el sistema nervioso central y el cardiovascular, siendo las dosis tóxicas inferiores para el primero y generalmente más tardías las alteraciones cardíacas y hemodinámicas.

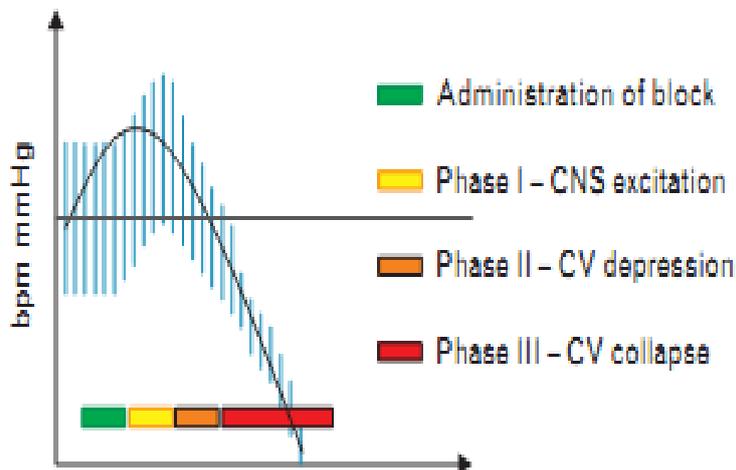


Imagen 17. Secuencia de eventos durante la toxicidad por AL

#### Neurotoxicidad

Las manifestaciones de la toxicidad neurológica se presentan en orden cronológico: mareo, acúfenos, entumecimiento perioral, sabor metálico, confusión, fasciculaciones musculares, alucinaciones visuales y auditivas, convulsión tónico-clónica, pérdida de conciencia y parada respiratoria.

Estas manifestaciones dependen de la toxicidad plasmática. Todos los AL inducen esa secuencia cuando se administran en perfusión lenta, la administración más rápida origina una yuxtaposición o supresión de los primeros estados, pasando directamente a las convulsiones o pérdida de consciencia.

#### Cardiotoxicidad

Las manifestaciones de la toxicidad cardíaca se presentan como hipertensión y taquicardia, posteriormente disminución del gasto cardíaco e hipotensión, bradicardia sinusal, arritmias ventriculares y parada cardiocirculatoria.

La cardiotoxicidad es doble, mecánica y eléctrica, y es dosis-dependiente.

Los AL inhiben la corriente sódica rápida de entrada  $I_{Na}$  en las células auriculares y ventriculares. La toxicidad cardíaca es mayor con bupivacaína y menor con lidocaína y en los isómeros levógiros.

Los AL también son inotrópicos negativos.

Algunos medicamentos pueden agravar la toxicidad por AL caso de producirse, es el caso de los BB, los antagonistas del calcio, los antiarrítmicos de clase I y los ATC.

En el embarazo han aparecido manifestaciones cardiotóxicas con concentraciones plasmáticas menores que en mujeres no grávidas(43).

#### Prevención de la toxicidad sistémica

Se pueden prevenir los accidentes tóxicos mediante una técnica adecuada, una elección juiciosa del AL y una monitorización adecuada.

Las REGLAS DE ORO DE LA ANESTESIA REGIONAL, se deben seguir en la realización de la técnica, son las siguientes:

1. Informar siempre detalladamente del procedimiento al paciente, explicándole efectos beneficiosos y riesgos, además de las posibles complicaciones y efectos secundarios.
2. Realizar siempre la técnica en entorno adecuado, con disponibilidad de equipo, monitorización convencional y fármacos de reanimación.
3. Disponer siempre de un adecuado acceso intravenoso.
4. Fraccionar siempre las dosis, en el adulto, en fracciones de 5 ml
5. Documentar siempre el procedimiento realizado, registrando dosis de fármacos administrados, las complicaciones si existieran en gráfica anestésica y de evolución.

#### Tratamiento de la toxicidad por Anestésicos Locales

La toxicidad sistémica por anestésicos locales (LAST: Por sus siglas en inglés), es una complicación rara pero fatal en la mayoría de los casos en las técnicas de anestesia regional.

En caso de producirse toxicidad general se debe **detener la inyección de anestésico local y** seguir las indicaciones generales de sostén vital y/o de la **reanimación** cardiopulmonar (44).

En caso de *toxicidad en el SNC*:

- Administración de O<sub>2</sub>.
- Sedación: midazolam, propofol.
- En caso de ventilación insuficiente o apnea, ventilación manual e incluso IOT.
- Reposición de líquidos.
- Fármacos vasopresores.

En caso de toxicidad cardiovascular:

- O2 complementario.
- Líquidos intravenosos.
- Bradicardia: Atropina.
- Hipotensión: Efedrina, adrenalina.
- IOT y ventilación con FiO2 100%. No está contraindicado el uso de succinilcolina para intubar.
- RCP si necesaria
- Desfibrilador en caso de arritmias ventriculares
- Parada cardiaca: Intralipid (45)

El *protocolo de administración* es el siguiente En caso de parada cardiaca precipitada por anestésico local que no responde al tratamiento standard, a parte de la reanimacion cardiopulmonar, *Intralipid 20% debe ser administrado de acuerdo con el siguiente regimen:*

- Intralipid 20% 1.5 mL/kg inyección rápida durante 1 minuto
- Seguido inmediatamente por una infusión a 0.25 mL/kg/min,
- Continuar el masaje cardiaco (el lípido tiene que circular)
- Repetir una inyección rápida cada 3-5 minutos llegando a los 3 mL/kg

dosis total en inyección rápida hasta que la circulación recomience

- Continuar la infusión hasta que se establezca la estabilidad hemodinámica. Aumentar la velocidad a 0.5 mL/kg/min si la presión arterial baja
- La dosis total maxima recomendada es 8 mL/kg

En la parada cardíaca por anestésicos locales puede estar indicada la entrada en bypass cardiopulmonar (46).

## Envejecimiento y Anestesia



## Introducción

La anestesia y reanimación del paciente anciano es una parte importante del trabajo de un anesthesiólogo, pues el 65 % de los pacientes que se someten a una anestesia (general o regional) tienen más de 65 años.

Esta situación es creciente. Hace 60-70 años se sufrían los deterioros propios de la edad: cataratas, artrosis, caída de dientes, prostatismo, hernias... Hoy se operan. En la actualidad la cirugía ofrece intervenciones ortopédicas que substituyen los defectos físicos y existe una gran demanda para ser intervenido de prostatismo, hallus valgus, artrosis de cadera y rodilla (los ancianos son cada vez más obesos al aumentar la capacidad adquisitiva), implantes dentales, cataratas, incontinencia urinaria, cálculos urinarios y biliares, etc.

Está comenzando una nueva cirugía de implantes de células en el SNC en las enfermedades de Alzheimer y Parkinson, típicas de los ancianos.

Por otra parte, a la hora de comprender la fisiología “los ancianos no son adultos con más años”. Son seres más vulnerables con pocas reservas orgánicas, más inestables, y con menor respaldo social, económico y familiar.

## Definición de anciano

¿Qué es un anciano? La edad en la que a una persona se le considera anciano ha cambiado a lo largo del tiempo. En el siglo XIX se consideraban ancianos a los que tenían más de 50 años y así lo comprobamos en la abundante literatura de los clásicos. A mediados del siglo XX se decidió que era anciano el que tenía más de 65 años. La edad la marcaba la jubilación del trabajo en los países desarrollados en ese momento.

A principios del siglo XXI llamamos *persona mayor* a los que tienen más de 65 y menos de 75 años; *anciano* al que cumple esta edad, aunque la Organización Mundial de la Salud ha declarado recientemente que el término “*persona mayor*” equivale a “*anciano joven*”. Entre 75 y 90 años dice que son *ancianos* y con más de 90 años son “*grandes ancianos*”. Se está discutiendo en alargar la edad de jubilación en algunos países.

## Aspectos demográficos y de salud del envejecimiento en España

### Indicadores demográficos

España en concreto está en un proceso de envejecimiento de la población. A 1 de noviembre 2011 había 8.116.347 personas mayores (65 y más años), el 17,3% sobre

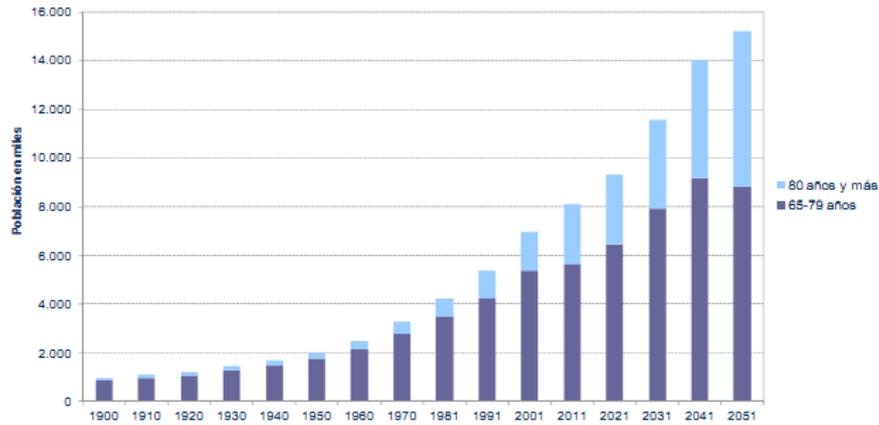
el total de la población (46.815.916). Sigue creciendo en mayor medida la proporción de octogenarios; ahora representan el 5,2% de toda la población. El sexo predominante en la vejez es el femenino. Hay un 34% más de mujeres que de varones.

El número de personas de 85 y más años por cada 100 de 45 a 65 años (ratio de apoyo familiar) ha ido aumentando progresivamente en los últimos años y se estima que seguirá haciéndolo, de manera que cada vez serán menores los recursos familiares disponibles para apoyar a una cifra tan alta de mayores.

La generación del “baby-boom”, nacida entre 1958-1977, que cuenta con edades entre 35 y 54 años, se encuentra ahora en plena edad laboral. La generación del “baby-boom” iniciará su llegada a la jubilación en torno al año 2020. La presión sobre los sistemas de protección social aumentará.

Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y España son los países de la Unión Europea con una cifra más alta de personas mayores. Entre los mayores extranjeros afincados en nuestro país destacan fundamentalmente los procedentes de la Unión Europea; Reino Unido y Alemania son los dos principales países emisores. Esto contrasta con las nacionalidades pre-dominantes entre los más jóvenes, entre las que destacan Rumanía y Marruecos y algunos países latinoamericanos.

Todas estas causas hacen que para el año 2050 se estime que la población mayor de 65 años se duplique y alcance el 35% y la población mayor de 80 años se triplique y alcance el 15%(47).



\* De 1900 a 2011 los datos son reales; de 2021 a 2051 se trata de proyecciones

Fuente: INE: INEBASE:

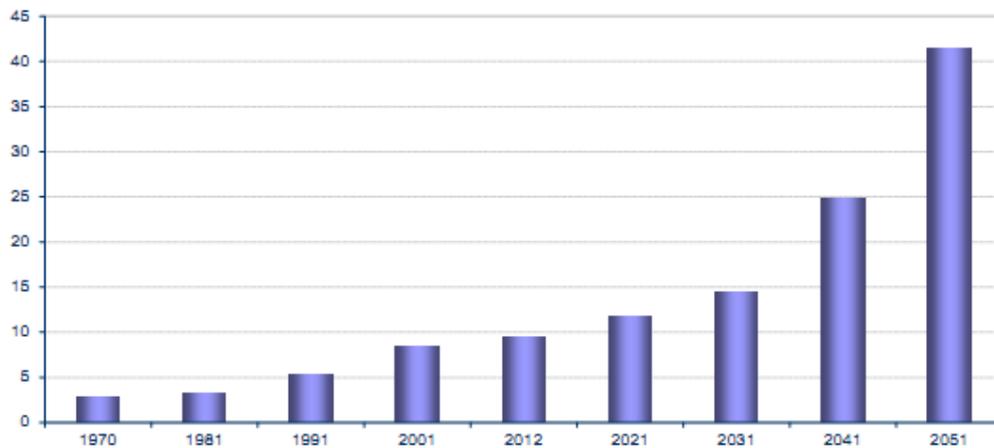
1900-2001: Cifras de población. Resúmenes provinciales de población según sexo y edad desde 1900 hasta 2001

2011: Cifras de población. Resultados nacionales, Censos de Población y Viviendas 2011

2012: Avance del Padrón municipal a 1 de enero de 2012. Datos provisionales. (el dato a 1 de enero de 2013 se publicará el 3 de abril de 2013)

2021-2052: Proyecciones de la población a largo plazo. Consulta en abril 2013

Imagen 18. Evolución de la población mayor, 1900-2051



Fuente: 1981 y 1991: INEBASE: Series históricas de población. Censos de 1981 y 1991

2001: INE: INEBASE. Padrón municipal a 1 de enero de 2001

2012: INE: INEBASE. Padrón Continuo a 1 de enero de 2012. Consulta en abril de 2013

2021-2052: Proyecciones de la población a largo plazo. Consulta en abril 2013

Imagen 19. Evolución del ratio de apoyo familiar \*

\*Ratio de apoyo familiar (nº de personas de 85 y más años por cada 100 de 45 a 65 años)

### Longevidad y estado de salud

La longevidad se ha incrementado de forma espectacular durante todo el siglo XX. En 1900 la esperanza de vida era de 34,8 años, y ahora es de 82,1. El factor que más ha incidido en el aumento de la esperanza de vida es el descenso de la mortalidad, en especial la infantil.

Las mujeres españolas tienen una esperanza de vida al nacer de 85 años, y los varones de 79,2 años. Se encuentran entre las más altas de la Unión Europea.

Ha habido una reducción de morbilidad hospitalaria (altas) en población infantil y joven hasta 34 años, y un aumento entre las personas de edad, en los últimos lustros. Los mayores suponen el 40,7% de todas las altas hospitalarias y presentan estancias más largas que el resto de la población. Más de la mitad de todas las estancias causadas en hospitales se debe a población de 65 y más años.

El patrón de mortalidad de la población española en su conjunto está determinado por las causas de muerte de los mayores: las enfermedades degenerativas sustituyen a otras históricamente más importantes. Existe una mayor homogeneización del proceso de muerte, que se produce más tarde y se concentra en edades elevadas y por causas similares. El patrón de mortalidad es disimétrico según sexo: los varones empiezan a morir antes que las mujeres.

La principal causa de muerte entre los mayores está relacionada con enfermedades del aparato circulatorio: provocó 107.995 fallecimientos. El cáncer es la segunda causa de muerte (81.650 fallecidos). En tercer lugar, a distancia, se encuentran las muertes por enfermedades respiratorias. Destaca el aumento de mortalidad por enfermedades mentales y nerviosas (demencias, Alzheimer) en los últimos lustros.

La tasa de discapacidad crece con la edad; a los 80 años, más de la mitad de los españoles tiene problemas para actividades de la vida cotidiana. También es más alta en los analfabetos, en los viudos y en los que viven en hogares o residencias distintos a los hogares compuestos por familias nucleares (familia multigeneracional, vida en pareja) u hogares compuestos por una sola persona independiente.

## Fisiología del envejecimiento

### Teorías del envejecimiento

Las teorías del envejecimiento (48)(49) versan sobre aspectos moleculares, celulares o sistémicos.

#### Teorías moleculares

Teniendo en cuenta que los individuos de una misma especie tienen una duración de vida similar que es diferente para cada especie, es lógico pensar que existe un programa genético que regula cada duración. El hecho de que las hembras viven más también apoya esta teoría.

Las teorías moleculares más aceptadas son:

- La restricción del codón, basada en las alteraciones en el ARNm con la edad.
- La mutación somática de las moléculas de ADN por irradiación
- La teoría del error catastrófico provocado por la alteración de la polimerasa del ARNm y el ARNt-sintetasa, que aumentan con la edad y producen y producen proteínas anormales
- La teoría de la regulación genética, por cambios en la expresión de los genes después de alcanzar su madurez reproductiva

#### Telómeros y envejecimiento

Los telómeros (50) son regiones de ADN no codificante, altamente repetitivas, cuya función principal es la estabilidad estructural de los cromosomas, para lo que son esenciales. Son unos complejos ADN-proteínas que se encuentran en los extremos de los cromosomas y los protegen de la degradación. Nuevos telómeros pueden ser añadidos por las telomerasas, una transcriptasa inversa que alarga los telómeros en las células que se expresan.

Telómeros extremadamente cortos pueden marcar ese ADN como dañado y desencadenar una respuesta que lleve al envejecimiento celular o a la apoptosis, comprometiendo eventualmente la capacidad de regeneración y función de los tejidos. Se piensa que el acortamiento de los telómeros es una causa suficiente para explicar las patologías degenerativas asociadas con la edad.

El acortamiento de los telómeros asociados con la edad puede ser influenciado por factores de riesgo bien conocidos como el estrés, el tabaco el deterioro cognitivo y la obesidad. Se está postulando que papel tienen el incremento en el porcentaje de

telómeros cortos en el acortamiento de la esperanza de vida, aunque hasta ahora sólo se ha visto en ratones.

#### Teorías celulares

Entre estas las más importantes son la del deterioro, la de los radicales libres, la de los pigmentos y la del entrecruzamiento molecular.

#### Teoría del deterioro

El paso del tiempo provoca alteraciones en las estructuras celulares. Los procesos oxidativos y la temperatura ambiental favorecen su evolución. Se ha demostrado que el aumento de la temperatura corporal acorta la vida en los animales poiquilotermos, debido al aumento del metabolismo.

#### Teoría de los radicales libres

Los radicales libres son moléculas poco frecuentes en la naturaleza. Contienen uno o más electrones desapareados.

Entre ellos están el radical hidroxilo, muy reactivo, que se produce cuando la radiación ionizante pasa a través del agua. Otro es el radical tiol, menos reactivo, que se produce cuando el hidroxilo reacciona con grupos sulfhidrilos en las cadenas laterales de la cisteína.

El óxido nítrico es otro radical poco reactivo, que existe en el aire polucionado.

Estos radicales pueden atacar a cualquier molécula produciendo reacciones en cadena con gran consumo de oxígeno y provocar fragmentación y entrecruzamiento molecular, afectando a moléculas tan importantes para el organismo como el ADN y los enzimas.

El oxígeno es una molécula habitualmente estable, pero ante la presencia de radicales libres puede provocar reacciones en cadena, como la peroxidación lipídica, que es el principal mecanismo de lesión oxidativa de las células. Se forman radicales como oxidrilo, superóxido, oxígeno singlete y peróxido de hidrógeno.

El humo de los cigarrillos contiene radicales libres capaces de provocar estas reacciones en cadena.

Frente al ataque oxidativo los sistemas biológicos han elaborado múltiples defensas, como el enzima superóxido-dismutasa. Más de 400 enzimas están reparando constantemente el ADN dañado, recambiando lípidos y proteínas. También la catalasa y la glutatión-peroxidasa descomponen el peróxido de hidrógeno y otros radicales libres.

Joaquín García Ferreira

La vitamina E es un potente antioxidante fenólico. También la vitamina C es un antioxidante acuoso. El caroteno- $\beta$  es un potente captador de oxígeno que transforma el oxígeno singlete en triplete de oxígeno, menos tóxico.

#### Pigmentos de la edad

El acúmulo de lipofucsina afecta a los grupos celulares, sobre todo a las células que no se dividen como son las neuronas (estos pigmentos se acumulan sobre todo en hipocampo y córtex) y miocitos cardíacos. También afectan, aunque con menor intensidad a algunas que se dividen, como son los hepatocitos y las células de la corteza suprarrenal.

La lipofucsina provoca en las células disminución de las mitocondrias, alteraciones en el retículo endoplásmico rugoso y vacuolización del citoplasma. Todo ello provoca un grave deterioro celular, pero el protagonismo lo tienen la desorganización y reducción de las mitocondrias.

#### Teoría del entrecruzamiento molecular (cross-linking)

Con el paso del tiempo muchas macromoléculas sufren entrecruzamientos de sus cadenas con moléculas idénticas o diferentes que alteran las propiedades físicas y químicas de las moléculas primitivas. Las que más lo sufren son las el colágeno. En las primeras fases de la vida estas moléculas entrecruzadas se recambian por otras, pero este proceso va disminuyendo con los años.

Las moléculas entrecruzadas de colágeno sufren cruzamientos a su vez con otras más nobles, como el ADN y los enzimas, inactivándolos y produciendo la rigidez en los tejidos típica de la vejez.

#### Teoría de los sistemas

Estas teorías estudian el organismo en su conjunto. Son la teoría del control endocrino y la teoría inmunológica

#### Teoría del control endocrino

El sistema endocrino regula la interacción entre distintos órganos y aparatos. El eje hipotálamo-hipófisis, en conexión con todo el sistema nervioso y las glándulas endocrinas son los reguladores de esta función. Dicho eje marca el reloj biológico del nacimiento, infancia, adolescencia, madurez y también está programado para la vejez y la muerte. La eficacia de los ajustes homeostáticos disminuye con los años y con ella la capacidad de adaptación al medio ambiente.

### Teoría inmunológica

Los componentes y actividades del sistema inmune tienen como principal misión el reconocimiento de lo que es propio de un organismo o lo que es extraño. En este caso intenta destruirlo. Dicha actividad está afectada selectivamente por el envejecimiento, por lo que son frecuentes en la vejez enfermedades relacionadas con la respuesta inmune, como son los tumores, las enfermedades infecciosas y las autoinmunes.

La función inmunológica depende de muchos factores, entre los que destacan los genes de la histocompatibilidad mayor y las situaciones hormonal, nutricional y psicológica.

Las células relacionadas con la inmunidad provienen de la médula ósea: linfocitos B, linfocitos T, monocitos, granulocitos.

Las sustancias relacionadas con la inmunidad son los factores tímicos y las linfocinas que segregan los leucocitos activados.

El timo es un órgano linfoide que envejece precozmente. A los 40 años sólo está activo el 20% de su masa. Se produce una reducción en la secreción de timosin y esto afecta a los linfocitos T, con la consiguiente disminución de la inmunidad.

## Envejecimiento y anestesia

### Cambios fisiológicos del envejecimiento

Todos nuestros órganos y funciones comienzan a deteriorarse desde los 25 años y el ritmo mínimo de disminución es del 1 %, de forma que a los 75 años ya hemos perdido el 50 % de nuestras funciones y el 90 % de las reservas circulatorias, respiratorias, renales, hepáticas, endocrinas, cerebrales, etc.

Este deterioro se puede acelerar por otros motivos bien conocidos como estrés, obesidad, alcoholismo, tabaquismo.

De todas formas no todas las funciones decrecen igual, los alvéolos pulmonares no reducen su número, sin embargo sí lo hacen las neuronas, células marcapaso, células de la sustancia negra.

Se pierde la memoria de fijación pero no la de evocación. Se deteriora el equilibrio y los órganos de los sentidos, sobre todo la vista y oído.

Todos buscamos “la fuente de la eterna juventud” pero no la ha encontrado nadie. La actividad física y psíquica mantiene mejor las funciones pero no alargan la vida.

Joaquín García Ferreira

Se reducen progresivamente las capacidades de reserva funcional, acercándose la máxima a la basal (margen de seguridad) y tolerando mal los sobreesfuerzos, el stress, las intervenciones quirúrgicas, las infecciones, etc.

A continuación se enumeran los cambios fisiológicos más destacados en el organismo debido al envejecimiento

#### Sistema nervioso

En el proceso del envejecimiento (51), el cerebro presenta una disminución en los factores que preservan el normal funcionamiento. La neuroprotección disminuye con la edad. Además el cerebro es más susceptible a factores como el estrés oxidativo y la inflamación. Hay también una disminución en los reflejos motores espinales. Es muy frecuente la presencia de trastornos del sueño, sobre todo en las fases 3 y 4.

Hay una serie de cambios morfológicos y neuroquímicos asociados al envejecimiento normal

#### Cambios anatómicos macroscópicos

Hay una pérdida de peso cerebral y de su flujo (30 %). La mayoría de los estudios muestran una pérdida de volumen y grosor en el cortex prefrontal, que juega un papel importante en la atención y la función ejecutiva. Parece ser que este adelgazamiento es mayor en las áreas de "alta expansión postnatal"

#### Cambios neuroanatómicos y neuroquímicos

Con la edad se produce una pérdida de 50.000 neuronas/día, sobre todo del locus ceruleus, núcleos de la base (Alzheimer) y sustancia negra (Parkinson). Contrariamente a lo que se creía, el envejecimiento normal del cerebro no entraña una mayor pérdida en número de neuronas, más bien cambios en la morfología neuronal, que se producen sobre todo en el cortex prefrontal y en el hipocampo, donde hay cambios sinápticos y el árbol dendrítico de las neuronas piramidales disminuye considerablemente en tamaño y número.

Hay una pérdida en la sustancia blanca y un incremento en el tamaño de los ventrículos cerebrales.

Se postula si los cambios en la función cognitiva pueden estar más ligados a los cambios sinápticos. Con el envejecimiento normal, hay una disminución en la síntesis de los principales neurotransmisores (acetilcolina, dopamina, serotonina y glutamato) y también un descenso en el número de receptores de estos neurotransmisores. El mecanismo por el que la disminución de estos niveles contribuye a cambios en la función del cerebro no es completamente conocido.

A estos cambios relacionados al envejecimiento normal, pueden añadirse aquellos asociados con enfermedades específicas como los depósitos de amiloide o los anillos neurofibrilares asociados con la enfermedad de Alzheimer, los cambios microvasculares asociados con el infarto lacunar, leucoaraiosis, Alzheimer y demencia vascular.

#### Aparato cardiovascular

Los cambios del envejecimiento ocurren tanto en el corazón como en el aparato cardiovascular(52), acarreando una disminución de la reserva fisiológica. Es importante destacar que muchos ancianos no presentan signos de deterioro hemodinámico en reposo, pero si los presentan durante el proceso quirúrgico.

#### Afectación arterial

La elasticidad arterial está disminuida. La hipertensión arterial es progresiva con la edad y provoca deterioro del ventrículo izquierdo, lo que lleva a una postcarga aumentada.

La rigidez vascular hace al paciente muy sensible a los cambios posturales, circunstancia agravada por la disminución de la respuesta adrenérgica disminuida.

#### Afectación cardíaca

La edad se asocia a numerosos cambios iónicos, moleculares y bioquímicos en el corazón. Los cambios en la morfología cardíaca relacionados con la edad son el resultado de alteraciones intracelulares y cambios bioquímicos. Por otro lado, muchos de los cambios en la función cardíaca relacionados con el envejecimiento se producen como consecuencia de alteraciones subyacentes en la morfología.

Estos cambios producen disminución de la contractilidad, rigidez de las células miocárdicas, tejido conectivo y válvulas (a veces calcificación de estas), disminución del número de miocitos, aumento de la apoptosis y mitigación de la respuesta a inotropos. La Insuficiencia cardíaca congestiva frecuente.

#### Cambios en la microcirculación

El envejecimiento se asocia con cambios estructurales y funcionales en la circulación coronaria, que pueden afectar a la perfusión miocárdica. La reserva vasodilatadora está reducida, consecuencia de la vasodilatación dependiente del endotelio de los vasos epicárdicos y de un aumento de las concentraciones de endotelina vasoconstrictora en el anciano.

Los infartos de miocardio (IAM) y los ictus aumentan con la edad y la arterioesclerosis (muy ligada a la hipertensión).

El IAM es frecuente en el postoperatorio del anciano, que en el 35 % no provoca dolor.

Las arritmias aumentan en incidencia con la edad:

- En un 30 % de los ancianos existen bloqueos: A-V y RD
- En un 15 % extrasístoles
- En un 20 % fibrilación auricular

Aparato respiratorio

Los cambios en el aparato respiratorio en el anciano explican la mayor incidencia de complicaciones postoperatorias. Los cambios son los siguientes (53)

Disminuye la oxigenación por fibrosis de alvéolos y capilares calcificados

Rigidez de la pared torácica

Disminución de la "compliance"

Alteración relación ventilación/perfusión

Disminuye la musculatura torácica, disminución del volumen corriente y de reserva inspiratoria

Aumenta el volumen de cierre (atrapamiento aéreo)

Aumenta el volumen residual

Aumenta el volumen del espacio muerto (reserva)

Disminuyen los flujos, sobre todo el espiratorio.

Sistema excretor renal y endocrino

Aparato urinario

Con el envejecimiento se produce una disminución de la masa renal, sobre todo cortical. Los glomérulos se esclerosan (12 % a los 70 años) y disminuye la perfusión renal un 1 % / año. También disminuyen las capacidades de dilución y concentración.

La hipertrofia prostática provoca dificultad excreción.

Se regulan peor los niveles de sodio y potasio, la homeostasis del equilibrio ácido-base y se reduce la excreción de fármacos.

#### Sistema endocrino

En lo que se refiere al envejecimiento del sistema endocrino, la diabetes mellitus tipo 2 es muy prevalente, debido a que se retrasa la regulación de glucemia por ingestión de hidratos de carbono y además se produce resistencia a la insulina.

Se debe valorar el estado nutricional, los ancianos suelen estar desnutridos y deshidratados.

## Anestesia en el anciano

### Evaluación preoperatoria

La evaluación médica preoperatoria se *define* como el conjunto de investigaciones clínicas y pruebas complementarias que preceden a un acto anestésico, analgésico y de sedación, tanto para un acto quirúrgico como no quirúrgico, y es responsabilidad únicamente del anestesiólogo.

Los objetivos son:

- *Evaluar* el estado de salud de los pacientes antes del acto anestésico, para determinar si alguna enfermedad coexistente, conocida o no, puede *modificar, retrasar* o *contraindicar* la cirugía.
- Poner al paciente en la *mejor condición* preoperatoria posible.
- *Planificar* la anestesia y el tratamiento del dolor postoperatorio.
- Obtener el *consentimiento informado*

Es uno de los aspectos más importantes en el paciente anciano, ya que una evaluación cuidadosa y una planificación del proceso anestésico pueden influir positivamente en el resultado.

Una pregunta que se plantea frecuentemente es si debe desestimarse una intervención por el simple hecho de tratarse de un paciente anciano. Es frecuente que el paciente o los familiares nos pregunten si “vale la pena” la intervención. Hay que valorar su estado previo, intervención a realizar, medios para hacerla, posibles complicaciones, etc. Por otra parte hay que situar los beneficios que le aporta la intervención al paciente.

La edad por sí sola es un factor de menor importancia. Los riesgos provienen de la situación clínica del paciente, y del tipo de cirugía. A pesar de ello la morbi-mortalidad crece exponencialmente con la edad.

La parte más importante de la evaluación preoperatoria es la entrevista clínica. Difiere poco de una evaluación preoperatoria general, salvo ciertos aspectos. Nos encontramos que son pacientes que a veces tienen dificultades en la comunicación o en la comprensión y suelen estar polimedicados (entre dos y seis fármacos a los 70 años). Por el contrario, suelen ser pacientes muy colaboradores con la anestesia regional, (más que los jóvenes).

En cuanto a la selección de pruebas complementarias, que en la evaluación general deben ser realizadas según la clínica; en lo que concierne a los pacientes ancianos, la SEDAR recomienda realizar el EKG en todos los adultos, y realizar a los mayores de 65 años una radiografía de tórax, hemograma y bioquímica. La necesidad de un estudio de coagulación debe ser guiado por la clínica que presente el paciente y por el tipo de cirugía.

En cuanto a la estratificación del riesgo operatorio, aparte de utilizar los indicadores generales de población, principalmente el status ASA, se debe incluir la valoración de la fragilidad en el anciano.

La edad cronológica no siempre refleja el status biológico(52), que puede variar con la fragilidad.

Desde una perspectiva clínica la fragilidad del anciano se asocia a una pérdida de masa musculoesquelética, pérdida de peso, capacidad de deambulación y de actividad reducida. La respuesta catabólica al estrés es peor, ya que tiene una masa muscular limitada que le impide obtener proteínas. Por otra parte la disminución de hormonas anabólicas juega también un papel en la disminución de la adaptación al estrés.

#### Anestesia ambulatoria en el anciano

El número de pacientes ancianos que se intervienen de forma ambulatoria es creciente, debido a factores epidemiológicos, económicos y también de mejora en el conocimiento anestésico y en las técnicas. Los aspectos de mejora en anestesia ambulatoria se centran en el desarrollo específico de criterios de selección adecuados, técnicas poco invasivas y en el manejo anestésico y de control tras intervención adecuado a estos pacientes (54).

## Administración de la anestesia en el anciano

### Premedicación

Es discutible el uso de antimuscarínicos sistemáticos. Los anticolinérgicos aumentan la incidencia de delirio postoperatorio.

Se deben evitar las benzodiazepinas de vida media, larga. En caso de usar benzodiazepinas orales utilizar el oxazepam o el lorazepam ya que no tienen primer paso hepático.

### Inducción

Son muy sensibles a los hipnóticos. Dosis muy bajas de Propofol (50-80 mg i.v.) son suficientes para inducir si sabemos esperar el tiempo necesario.

La depresión de la contractilidad del V.I. es muy acusada aún con dosis bajas de Propofol y Tiopental.

Los ancianos presentan una menor fasciculaciones con succinilcolina que el adulto joven. El metabolismo de los relajantes musculares esteroideos (rocuronio, vecuronio) puede verse alargado.

### Mantenimiento

#### Fármacos anestésicos

Precisan CAM menores de halogenados que los pacientes jóvenes, la depresión miocárdica de los halogenados en el anciano es menor que con el propofol.

El propofol puede utilizarse, los sistemas TCI pueden ayudar a un ajuste adecuado de dosis en el anciano. En concreto, y hasta que haya más evidencia se recomienda el modelo Schnider en el anciano (55).

Precisan menos cantidad de relajante muscular (menos musculatura, metabolismo disminuido).

Hay cambios en la farmacocinética de los opiáceos, puede ser necesario un ajuste de dosis en todos los opiáceos excepto el remifentanilo cuyo metabolismo no se afecta por la edad.

Chan y cols.(56) en un RCT, CODA trial (Cognitive Dysfunction after Anesthesia), encontraron que utilizando el Índice Biespectral (BIS) para ajustar la medicación anestésica se reducía el delirio postoperatorio inmediato y la posibilidad de deterioro cognitivo postoperatorio 3 meses después de la cirugía.

#### Parámetros ventilatorios

Mantener el nivel de carbónico, medido por capnometría estable, regulando el volumen minuto según las circunstancias de la intervención.

Frecuencia respiratoria baja, 8-10/minuto. Necesitan más tiempo para inspirar y espirar.

Límite de presión inspiratoria inferior a 25 cm H<sub>2</sub>O para evitar barotrauma.

#### Temperatura

El anciano es vulnerable a la hipotermia, que se debe prevenir. Numerosos son los factores que influyen: el fundamental es la temperatura ambiente del quirófano, pero también la desinfección de la piel con líquidos muy evaporables, la relajación muscular, la exposición de vísceras, la alteración de la termorregulación farmacológica, la infusión de líquidos a temperatura no adecuada y el lavado del campo quirúrgico.

La medida más importante para limitar la hipotermia es el control de la temperatura del quirófano, también se utilizan las mantas térmicas y la infusión de líquidos a temperatura adecuada.

#### Atención en el Postoperatorio

##### Inmediato

Son más vulnerables a la depresión respiratoria. Ya que tienen un umbral del dolor igual a los pacientes jóvenes y son más sensibles a los fármacos depresores respiratorios.

Las náuseas y vómitos son menos frecuentes en el anciano.

##### Tardío

Los cambios del envejecimiento (57) contribuyen a una peor cicatrización de las heridas en el anciano. Es controvertido que la elección de uno u otro tipo de anestesia general (inhalatoria o intravenosa) pueda influir en una mejor microcirculación y cicatrización de herida. Tampoco se puede postular que la infiltración de la herida mejore o no, la cicatrización, ya que la literatura es controvertida.

Las complicaciones postoperatorias(58) son debidas a una conjunción de factores durante el proceso postoperatorio (como las enfermedades previas, el tipo de cirugía y factores relacionados con la gestión y la organización del sistema) más que al tipo de anestesia escogido (AG o ALR). Ambos tipos de anestesia AG y ALR son útiles para los pacientes ancianos.

Solamente ciertos procedimientos, como en la fractura de cadera la anestesia regional parece ser la técnica de elección.

La anestesia regional se asocia también a un menor número de accidentes cerebrovasculares, menor delirio postoperatorio, y menor tasa de embolismo pulmonar. Así mismo, la anestesia regional reduce el dolor postoperatorio y disminuye el consumo de opiáceos.

Disfunción cognitiva postoperatoria (DCPO) y delirio postoperatorio en el anciano

#### *Disfunción cognitiva postoperatoria*

El deterioro cognitivo se define como un deterioro sutil y persistente cognitivo, típicamente valorado mediante test cognitivos(59). Su frecuencia oscila entre el 10-13% de los pacientes ancianos 3 meses después de una cirugía no cardíaca.

Su origen es multifactorial e influyen los siguientes factores:

- Estado cognitivo preoperatorio
- Estado físico preoperatorio, historia previa de ictus
- Factores quirúrgicos, es mayor en cirugía mayor (25.8%) que en cirugía menor (6.8%)
- Edad mayor a 60 años
- Bajo nivel educacional
- Presencia de deterioro cognitivo al alta hospitalaria

La incidencia de DCPO a la semana es menor en la cirugía ambulatoria.

#### *Delirio postoperatorio en el anciano*

Se define como una alteración en el nivel de conciencia global y en la orientación aguda y temporal.

La incidencia es variable y depende del tipo de cirugía, pudiendo presentarse en aproximadamente el 5-15% en los ancianos intervenidos de cirugía no cardíaca. En cirugía cardíaca puede llegar a las tres cuartas partes de los pacientes(60). El delirio postoperatorio se asocia a un mayor ingreso hospitalario y a una mayor mortalidad a los 6 meses tras cirugía u hospitalización.

El delirio postoperatorio(59) es un problema importante en el anciano, el factor fundamental es la historia de deterioro cognitivo previo, aunque existen otros factores:

- Edad superior a 70 años
- Enolismo
- Pobre clase funcional
- Alteraciones iónicas (sodio, potasio, glucosa)
- Deterioro cognitivo previo
- Cirugía cardíaca, torácica, cirugía de aneurisma abdominal
- Depresión

Existe controversia sobre si el tipo de anestesia influye en el deterioro cognitivo. La elección del tipo de anestesia (AG o ALR) no parece ser un factor significativo de aparición de trastornos cognitivos, aunque la anestesia regional puede presentar una menor incidencia que la anestesia general de DCPO en los test realizados una semana después. Esta diferencia en los test cognitivos desaparece a los tres meses.

**En resumen,** el objetivo en la anestesia en el anciano debe ser la restauración o mejora del estado clínico preoperatorio. Eso puede conseguirse mediante una adecuada evaluación y estabilización del paciente, una técnica anestésica adaptada, una rehabilitación postoperatoria adecuada y activa, y, en la medida de lo posible la evitación o el control de las posibles complicaciones postoperatorias.



**Gestión por objetivos**

**Planificación operativa del bloque quirúrgico**

**Evaluación de nuevas tecnologías en anestesia**



De forma progresiva, y en parte a causa de las necesidades económicas del sistema sanitario, los clínicos van incorporándose cada vez más a los procesos de gestión. Una práctica clínica de calidad no tiene porque estar reñida ni con la eficiencia ni con una utilización racional de los recursos. En este apartado se describen, a nuestro juicio, los aspectos de gestión que más interaccionan con la labor asistencial del anestesiólogo.

### Gestión por objetivos

La gestión sanitaria actual tiene un triple eje estratégico(61):

- La calidad como valor fundamentalmente
- La gestión de procesos asistenciales integrados
- El reconocimiento y estímulo del papel de los profesionales como elemento clave para conseguir los dos anteriores

El paradigma actual de la gestión sanitaria en el ámbito especializado lo configura una gestión de procesos asistenciales enfocada a la satisfacción de las expectativas de los usuarios; en la que directivos y profesionales trabajen en una prestación de servicios de alta calidad, flexible, con rapidez de adaptación a las necesidades del ciudadano y las circunstancias del entorno sanitario y que participe del avance del conocimiento y la tecnología.

Hay que diferenciar la gestión de la mera administración. Cuando se gestiona se toman decisiones en riesgo y se asumen las consecuencias de las mismas. En la gestión hay que prestar especial atención a la gestión de aquellas tareas que tienen una repercusión directa en el paciente (como las listas de espera o los circuitos del paciente). Por otra parte cuando se administra tan solo se realiza una labor de mantenimiento sin aportar ideas innovadoras que cambien el paso de la organización.

La gestión por objetivos es a la vez una forma de dirección participativa, un sistema de planificación y control y un instrumento de motivación de profesionales. Define áreas de responsabilidad en términos de resultados esperados, tratando de implicar a los directivos y trabajadores en la definición de unos objetivos donde se armonicen las necesidades sanitarias, la gestión de los recursos materiales y humanos y la capacidad de respuesta de cada área de responsabilidad.

Para que en un centro sanitario se pueda trabajar por objetivos existen una serie de condiciones previas:

- Existencia de objetivos
- Definición clara de centros de responsabilidad
- Existencia de un sistema de información

### Fases del proceso de establecimiento de objetivos

Establecimiento de los objetivos generales

Los objetivos que se establezcan deben tener unas características que permitan controlar la validez. Estas características se resumen en el acrónimo inglés “SMART”

**S:** Specific : específico, pocos objetivos y claros

**M:** Measurables: medibles

**A:** Achieable: Factible

**R:** Realistic: realistas

**Time-related:** con un plazo de ejecución

Definición y pacto de los objetivos generales y su traslación a cada centro de responsabilidad en objetivos específicos. Establecimiento de un pacto de actividad para la consecución de los objetivos específicos.

Definición y pacto de los recursos necesarios

Sistema de incentivos

- Monetarios: por ejemplo la productividad o consecución de más recursos para el servicio
- No monetarios: promoción, formación, autonomía de gestión

Mejora del proceso Análisis de datos y seguimiento periódico de su cumplimiento mediante el cuadro de mandos, ya que es más útil hacerlo así que al final del período.

Instrumentos de medición en la gestión por objetivos

La modernización en la gestión de los centros sanitarios conlleva una mayor implicación de los profesionales asistenciales en la gestión de recursos. Este modelo de gestión introduce una nueva cultura de la asistencia sanitaria fundamentada en criterios de calidad y la accesibilidad a la información que permite una mejor toma de decisiones.

Una de las características fundamentales de los objetivos de gestión es que sean medibles (“A menos que sepa cómo se está haciendo a lo largo del camino, nunca se sabrá cuando haya terminado si tuvo éxito”. Crosby (62).

Para realizar este tipo de gestión las instituciones sanitarias están incorporando sistemas integrados de gestión de información clínica. Estos sistemas hacen referencia a la intersección de perspectivas clínicas, económicas y de opinión de los usuarios (indicadores de calidad).

Estos sistemas de información han servido para generar indicadores de seguimiento periódicos para la toma de decisiones, es decir, configurar la herramienta de control de gestión conocida como “cuadro de mando”.

El cuadro de mando es un soporte de información periódica que permite la toma de decisiones al conocer el nivel de cumplimiento de los objetivos definidos previamente a través de indicadores de control(63).

La estructura de un cuadro de mando se desdobra en el destinado a la dirección (con un horizonte a más largo plazo) y en el destinado a los mandos intermedios.

El cuadro de mando para los mandos intermedios asistenciales cuenta con información sobre el nivel de cumplimiento de objetivos de actividad y económicos marcados en los acuerdos de gestión pactados con la dirección del centro.

Temporalmente hace referencia a un plazo más corto. La información que facilita está relacionada con las variables de seguimiento del hospital para sus factores clave asistenciales y no asistenciales.

El contenido habitual de un cuadro de mando en el entorno sanitario han sido los indicadores de actividad.

En el entorno sanitario público el cambio de cultura de gestión ha caminado hacia la toma de decisiones basada en la eficiencia considerando la mejor praxis a un coste asumible por el estado.

Así en los años 90 surge el cuadro de mando integral o cuadro de mando estratégico. Este modelo propone la recopilación de indicadores de seguimiento y control no sólo económicos sino de la satisfacción del paciente, de los propios recursos humanos, de la calidad de los procesos internos y de la formación continuada.

Esta modificación del cuadro de mandos está en consonancia con el modelo europeo de gestión de calidad (EFQM). Los indicadores se agrupan en 3 bloques: recursos y actividad, calidad y en tercer lugar el consumo de recursos y la facturación.

En conclusión, el cuadro de mando, como conjunto de indicadores de seguimiento para la gestión debe ser un “traje a medida” para cada servicio asistencial, además tiene que tener la característica de ser una herramienta dinámica en función de la evolución de la actividad, pudiendo aparecer indicadores nuevos que se ajusten a la realidad asistencial.

Los indicadores de seguimiento en la gestión por objetivos deben ser consensuados entre gestores clínicos y directivos manteniendo una línea de comunicación y evaluación continua que facilite una dirección más eficiente de los servicios públicos de salud.

#### Ventajas y dificultades de la gestión por objetivos

En las instituciones sanitarias convergen numerosos tipos de actividad (asistencial, administrativa, ingeniería, mantenimiento, hostelería, etc.) de muy diversa índole por lo que existe la probabilidad de desaprovechar recursos humanos y materiales. La gestión por objetivos permite optimizar de forma significativa la utilización de recursos.

Los inconvenientes de la gestión por objetivos se van a encontrar fundamentalmente en la implantación inicial. Las actividades sanitarias son complejas y los centros sanitarios están organizados en los distintos servicios que tradicionalmente han sido compartimentos más o menos estancos. La gestión por objetivos supone un cambio importante en la organización y su implantación puede ser compleja al crear una dinámica de trabajo diferente.

#### Características de la gestión por objetivos

- Organización orientada a los procesos
- Principio de autonomía y autocontrol
- Orientación hacia el usuario
- Principios de eficiencia, flexibilidad y descentralización de las decisiones
- Búsqueda de competitividad y eficiencia.

#### El contrato de gestión

Actualmente la gestión por objetivos se expresa en el contrato de gestión, donde se estructura una relación contractual entre los equipos directivos que gestionan la atención sanitaria y sus servicios asistenciales.

Esta relación se articula mediante el establecimiento de unos objetivos de actividad-calidad y utilización de recursos que fijaran lo que el poder público (financiador) espera del proveedor (atención sanitaria).

Estos contratos de gestión se enmarcan dentro de unas prioridades de salud recogidas en los planes de salud que las autoridades públicas habrán de fijar, conforme a los derechos y expectativas de los ciudadanos y adecuarlos a las especiales características del entorno de cada Gerencia, de acuerdo con las líneas operativas de su plan estratégico. Fijados estos objetivos de salud se establecerá la planificación estratégica para su asunción.

Para la monitorización de la actividad se utilizarán indicadores representativos de la efectividad y eficiencia para analizarlos y establecer sistemas de mejora e incentivación.

En lo que concierne a la **relación entre esta tesis doctoral y la gestión por objetivos**, parte de su metodología se basa en la gestión por objetivos. Hay un objetivo general, evaluar, (tratando de mejorar claro) la eficiencia en la implantación de técnicas de anestesia regional, una serie de objetivos específicos, optimización del tiempo controlado por el anesthesiólogo, mejora del gasto farmacéutico, una serie de profesionales o actores que realizan el proceso y unos indicadores de proceso (tiempo utilizado por el anesthesiólogo) o de resultado (coste por acto anestésico)(64).

## Planificación operativa en Anestesiología

### Planificación

#### Definición

La planificación es el proceso continuo de previsión de los recursos y actividades necesarios para conseguir unos objetivos determinados según un orden de prioridad establecido y tras considerar el contexto de dificultades existentes o previsibles(65).

La planificación es un proceso aplicable a cualquier actividad en que los individuos se enfrentan con la necesidad de tomar decisiones sobre cuestiones que pueden resolverse de diversas formas (elección de actividades) o de escoger entre objetivos diferentes entre sí (selección de prioridades).

#### Características del proceso de planificación

- Orientación a la preparación de un futuro deseable determinado por las expectativas de cambio y mejora y los recursos disponibles
- Carácter continuo, dinámico y adaptativo a las distintas situaciones
- Influido también por el contexto social y económico
- Adecuación de los recursos humanos, materiales y financieros con las metas y objetivos que se pretenden conseguir
- Incorporación de las necesidades de salud

Las necesidades en salud están constituidas por la diferencia entre lo que existe y lo que sería deseable.

Se clasifican en 3 tipos de necesidades:

- Normativas: identificadas por expertos
- Demanda de servicios por la población
- Necesidades percibidas por la población

#### La planificación y el sistema sanitario. Dimensiones

Las actividades relacionadas con la planificación son comunes en todos los niveles del sistema sanitario.

La planificación sanitaria es una actividad en que pueden considerarse diferentes dimensiones

Estas dimensiones son:

- La cultura de la planificación
- El contexto socioeconómico

- Los niveles organizativos
- Las técnicas de planificación

### Cultura de la planificación

La cultura, se entiende como el conjunto de valores, actitudes y comportamientos predominantes que caracterizan el funcionamiento de una organización. Existen dos grandes categorías en la planificación sanitaria

- *La planificación de la salud*, en la que se trabaja para modificar los determinantes de salud ( modo de vida, medio ambiente )
- *La planificación en la atención a la salud* que se subdivide en dos
  1. Planificación institucional: se ocupa del manejo de los recursos y su coordinación eficiente. Se expresa en mapas sanitarios y planes globales de salud
  2. Planificación funcional: realizada en el marco de una estructura sanitaria definida y orientada a un fin concreto. Por ejemplo, guías clínicas para prevención, diagnóstico y tratamiento de problemas de salud.

### Niveles de planificación

Existen tres niveles de planificación(65)

#### Planificación normativa

Traza las grandes orientaciones hacia donde deben orientarse los objetivos políticos a largo y medio plazo.

Al considerar la política en relación con la salud pueden considerarse dos conceptos relevantes y complementarios; la política sanitaria, centrada en la toma de decisiones sobre los servicios sanitarios y que se desarrolla mediante la legislación y reglamentación y en segundo lugar la política de salud, referida a aquellos factores que influyen de algún modo sobre la salud tales como la educación o el medio ambiente.

Este nivel se realiza desde los estratos más altos de la política sanitaria, debiendo estar las metas relacionadas con el objetivo primordial del sector sanitario: lograr el mejor nivel de salud de la población. Este nivel establece las normas a las que deben ajustarse el resto de niveles de la planificación.

Entre los factores que pueden influir en la planificación normativa destacan el contexto socioeconómico, la opinión pública y la existencia de grupos de presión popular y

cómo no la situación en la que se encuentra el conocimiento científico y tecnológico actual.

#### Planificación estratégica

La planificación estratégica implica la toma de decisiones de mayor trascendencia y la selección de prioridades de acción, en función de la política sanitaria.

Elementos clave en la planificación estratégica son: visión y valores compartidos por todo el personal involucrado; una vinculación precisa con la política sanitaria; un análisis realista del contexto social y económico que permita determinar adecuadamente objetivos y prioridades, y un proceso continuo de reflexión y aprendizaje que permita su adecuación a los cambios.

#### Planificación operativa

Es el tercer nivel de la programación. Esta incluye la programación de actividades dirigidas a lograr objetivos específicos e implica la toma de decisiones a corto plazo relativas a las actividades a desarrollar en un tiempo determinado.

#### Técnicas de planificación

Las técnicas de planificación son múltiples y las que se utilizarán dependerán del problema a resolver y de la fase del ciclo de planificación.(65)

#### EL CICLO DE PLANIFICACIÓN

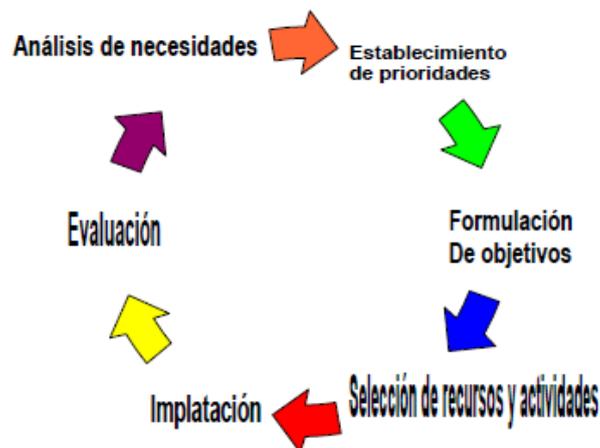


Imagen 20. El ciclo de la planificación

Los objetivos de la planificación pueden ser de dos tipos:

- Generales: declaraciones de intenciones, no necesitan cuantificación
- Específicos: necesitan concreción, en su formulación se debe iniciar la dimensión del cambio, el indicador utilizado, el período de tiempo y la población estudiada

La evaluación consiste en lograr un juicio objetivo sobre la necesidad del programa, la adecuación de actividades y recursos y los resultados obtenidos. Aspectos a considerar en la evaluación son la efectividad y la eficiencia.

El carácter limitado de las necesidades obliga a utilizar sistemas para detectar prioridades. Hay dos tipos de métodos, cuantitativos y cualitativos.

#### Técnicas cuantitativas

En la planificación de la salud existe una clara hegemonía de la investigación cuantitativa.

Esta se fundamenta en el uso de indicadores con el fin de valorar la magnitud de los problemas.

Las técnicas cuantitativas describen el proceso de forma multidisciplinar estableciendo criterios, indicadores y estándares de calidad de todo el proceso asistencial, para proceder a una posterior monitorización.

El fenómeno de estandarización permite disminuir parte de la variabilidad e incertidumbre que se deriva de la propia práctica médica haciendo un uso eficiente de los recursos empleados.

La monitorización es el seguimiento sistemático y periódico del estado de los indicadores de calidad. Si no medimos periódicamente y bajo una misma sistemática un indicador no estaremos monitorizando sino realizando una medición puntual. La monitorización es un instrumento para garantizar la idoneidad de los cuidados, por el nivel de vigilancia que supone. Su objetivo último es identificar la existencia de situaciones problemáticas que hay que evaluar.

Dos son los componentes básicos de la monitorización: la identificación y elaboración de indicadores y la planificación de la monitorización (cómo y cuándo se va a realizar).

Los elementos de la monitorización: criterio, indicador, estándar

#### *Criterio*

Es aquella condición que debe cumplir la práctica clínica para ser considerada de calidad. Un buen criterio debe ser explícito, comprensible y fácilmente cuantificable, aceptado por la comunidad científica, y debería elaborarse de forma participativa con los profesionales implicados, pudiendo existir excepciones al criterio.

#### *Indicador*

Es una medida cuantitativa que puede usarse como guía para controlar y valorar la calidad de las actividades, es decir, la forma particular (habitualmente numérica) en la que se mide o evalúa un criterio. Es necesario elaborar un indicador cuando exista una circunstancia que convenga medir, pero es preciso además que su definición sea tan clara que no permita interpretaciones distintas, de tal modo que sus valores tengan necesariamente que ajustarse al contexto en el que se dan. Los valores de los indicadores están para ser interpretados, no están libres de sesgos ni de factores de confusión.

#### *Estándar*

Un estándar hace referencia al grado de cumplimiento exigible a un criterio y se define como el rango en el que resulta aceptable el nivel de calidad. Determina el nivel mínimo que comprometería la calidad. La verdadera utilidad del estándar es, por tanto, la posibilidad de comparación con un valor mínimo aceptable. En ocasiones podremos encontrar valores estándar en la literatura. Otras veces, su ausencia nos obligará a aceptar valores por consenso y por último también podemos acordarlo en función de los resultados observados en nuestro medio.

#### Construcción de indicadores

La elección de un indicador debe adaptarse al contexto y al problema potencial a resolver. La "Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations" (JACHO) ha descrito esta metodología junto con la información básica para elaborar un buen indicador:

- Enunciado: describe la actividad o suceso a monitorizar
- Definición clara de los términos usados en el indicador, para asegurar una alta fiabilidad.
- Identificación del tipo de indicador según gravedad, tipo y resultado del proceso monitorizado (véase tabla adjunta)
- Fundamento que explica la relevancia del indicador para el problema a monitorizar (validez lógica), incluyendo fuentes bibliográficas utilizadas.

- Descripción de la población diana
- Fuente de datos
- Factores responsables: identificando los factores que pueden explicar las posibles variaciones del indicador, divididos en aquellos que dependen del paciente y los que dependen del sistema. Podremos actuar sobre los que dependen de los profesionales o del sistema organizativo.
- Datos existentes, haciendo constar si hay datos conocidos sobre el indicador, externos y del propio centro (estándares).

<b>ATENDIENDO A LA GRAVEDAD DEL SUCESO MONITORIZADO</b>	<b>INDICADOR CENTINELA:</b> mide un suceso lo bastante grave e indeseable como para realizar una revisión individual de cada caso que se produzca (ej. Éxitos de la madre durante el parto)
	<b>INDICADOR BASADO EN UN ÍNDICE O PROPORCIÓN:</b> mide un suceso que requiere revisión detallada cuando la proporción de casos no alcanza un umbral previamente establecido como aceptable (ej. Nº de apendicectomías en blanco/total de apendicectomías)
<b>SEGÚN EL TIPO DE SUCESO MONITORIZADO</b>	<b>INDICADOR DE ESTRUCTURA:</b> representa los medios humanos, los equipamientos y los recursos financieros, y se puede expresar de manera absoluta o de manera relativa (ej. Nº de médicos en un hospital vs nº de médicos por 1.000 habitantes)
	<b>INDICADOR DE PROCESO:</b> mide la actividad desarrollada de forma directa o indirecta, debe incluir criterios de adecuación consensuados o basados en la evidencia científica disponible (ej. Porcentaje de pacientes con adecuada preparación intestinal en cirugía colorrectal)
	<b>INDICADOR DE RESULTADOS:</b> mide si hemos conseguido o no lo que pretendíamos con las actividades realizadas durante el proceso. Podemos hablar de resultados intermedios (ej. Tasa de infección del lugar quirúrgico) y de resultados finales (ej. Índice de mortalidad)
<b>EN FUNCIÓN DEL RESULTADO DEL SUCESO MONITORIZADO</b>	<b>INDICADOR POSITIVO:</b> se basa en un suceso considerado deseable, teniendo en cuenta los conocimientos científicos actuales (ej. Porcentaje de mejoría de pirosis en la cirugía antirreflujo)
	<b>INDICADOR NEGATIVO:</b> basado en sucesos considerados no deseables (ej. Tasa de infección nosocomial)

Imagen 21. Tipos de indicadores

#### *Atributos de un indicador*

Son los que determinan en conjunto su utilidad como medida y son tres:

- Validez. Un indicador será válido si identifica aquellas situaciones en las que la calidad puede mejorarse. La sensibilidad del mismo dependerá de su capacidad para detectar todos los casos en que haya un problema de calidad.
- Fiabilidad: el resultado del indicador será reproducible para los mismos casos y situaciones cuando es medido por observadores diferentes
- Utilidad: debe ser útil para la gestión de calidad del centro.

No obstante, no hay que perder de vista la existencia de una variabilidad natural de ahí que sea necesaria la clarificación de un rango aceptable del indicador y el estándar.

### Técnicas cualitativas

Para conseguir una adecuada planificación sanitaria es necesario entender los fenómenos sociales que afectan a los destinatarios del sistema. La investigación cualitativa se centra en conocer creencias, opiniones, deseos y experiencias de distintos grupos sociales.

Una de las principales aportaciones de esta investigación a la planificación sanitaria es que permite un enfoque participativo que permite recoger ideas para mejorar la calidad asistencial.

Estas técnicas cualitativas se pueden dividir en dos grupos:

- Técnicas descriptivas o interpretativas, cuyo objetivo es conocer y comprender una realidad a través de distintas opiniones, vivencias y expectativas de la población frente a determinados temas. Estas técnicas permiten adecuar el diseño y la evaluación del programa a las necesidades y preferencias de los pacientes.
- Técnicas de consenso pensadas para alcanzar acuerdos en temas de interés. Sirven por ejemplo para elaborar protocolos y guías o para elaborar programas docentes.

<b>TÉCNICAS DESCRIPTIVAS</b>	<b>GRUPO POLAR</b>
	<b>TÉCNICA DELPHI</b>
<b>TÉCNICAS DE CONSENSO</b>	<b>GRUPO NOMINAL O PANEL DE EXPERTOS</b>
	<b>BRAIN WRITING</b>
	<b>BRAIN STORMING</b>
	<b>CONFERENCIA DE CONSENSO</b>

Tabla 4. Técnicas cualitativas

La complementariedad entre investigación cuantitativa y cualitativa

Las técnicas cuantitativas y cualitativas no son excluyentes, sino que pueden ser complementarias.

A veces es frecuente usar la investigación cualitativa como paso previo a un proceso cuantitativo. Otras veces la investigación cualitativa se usa para validar resultados cuantitativos, lo que se conoce como triangulación.

Por último la investigación cualitativa permite profundizar en cuestiones planteadas con métodos cuantitativos.

## Planificación operativa del bloque quirúrgico

El bloque quirúrgico (BQ) es un elemento capital en la actividad de los hospitales modernos debido a la cantidad de recursos humanos y tecnológicos que moviliza, al papel importante que juega en la eficiencia asistencial y en otros aspectos como puede ser la imagen de la institución.

Por tanto, podemos decir que el bloque quirúrgico es algo más que el espacio donde se agrupan los quirófanos. Es una unidad organizativa compuesta por profesionales sanitarios que ofrece asistencia multidisciplinar y en el que los anestesiólogos juegan un papel central.

El servicio de anestesia dentro del bloque quirúrgico funciona como un servicio central que presta sus servicios a las unidades quirúrgicas que son sus clientes principales.

### Planificación de la actividad quirúrgica. La eficiencia en la planificación Programación de la actividad del bloque quirúrgico

En general, los quirófanos son salas polivalentes aunque para la funcionalidad se reserve algún quirófano para ciertas intervenciones. La justificación de los quirófanos especializados viene dada por la premisa de poseer un equipamiento específico que no puede ser transportado o es frágil y de alto costo como para desplazarlo continuamente y también para prevenir la contaminación cruzada.

La programación de quirófanos es uno de los componentes más importantes de la gestión de un BQ ya que tiene una gran repercusión sobre el hospital, los profesionales y los pacientes.

Entre las prioridades que se deben marcar los profesionales está la atención adecuada y la satisfacción de los pacientes y la utilización eficiente de los recursos.

El servicio de anestesia participa de forma activa en toda la actividad del BQ por lo que debe tener una implicación en la planificación operativa y alta responsabilidad en la gestión diaria de esta actividad.

En la programación pueden distinguirse varias fases:

- Indicación de la cirugía en un paciente y la prioridad
- Programación-reparto del tiempo entre los distintos servicios
- Fijación de un orden

Distinguiremos *tres actividades*:

1. Cirugía programada
2. Atención a cirugía urgente y emergencias quirúrgicas
3. Cirugía urgente diferida

Cirugía programada

En el servicio murciano de salud la **programación en bloque** es el tipo predominante en cirugía programada. Consiste en asignar a un servicio quirúrgico un período de tiempo de un quirófano lo que le permite ir añadiendo los casos. El servicio quirúrgico puede ir asignar el tiempo entre sus cirujanos de modo abierto o por bloques. Este modo es eficiente mientras existan las listas de espera.

Estrategias para aumentar la eficiencia en la programación en bloque

La eficiencia en el sistema público consiste en dar una atención de alta calidad con unos recursos limitados. Se debe incorporar la evidencia científica en medicina y estrategias de gestión para medir y optimizar el rendimiento quirúrgico(66).

Cuando se distribuye el tiempo de trabajo quirúrgico hay que describir un número de intervenciones en un tiempo determinado.

En el proceso quirúrgico interviene un equipo multidisciplinar donde se combinan diversas áreas de trabajo. En la distribución del tiempo se debe tener en cuenta la delimitación de cada actividad.

Distribución de los tiempos quirúrgicos

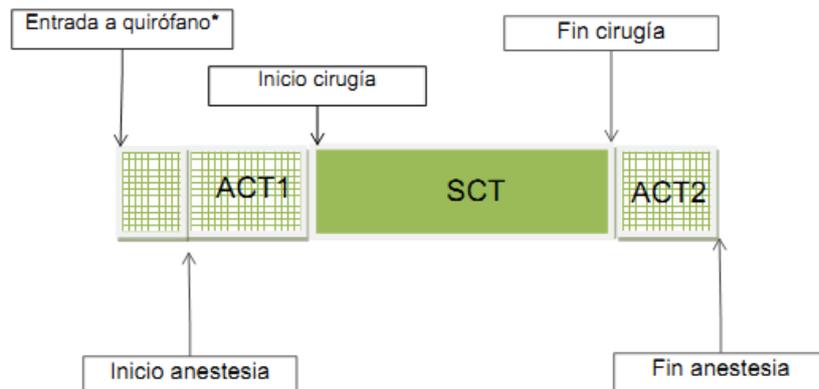
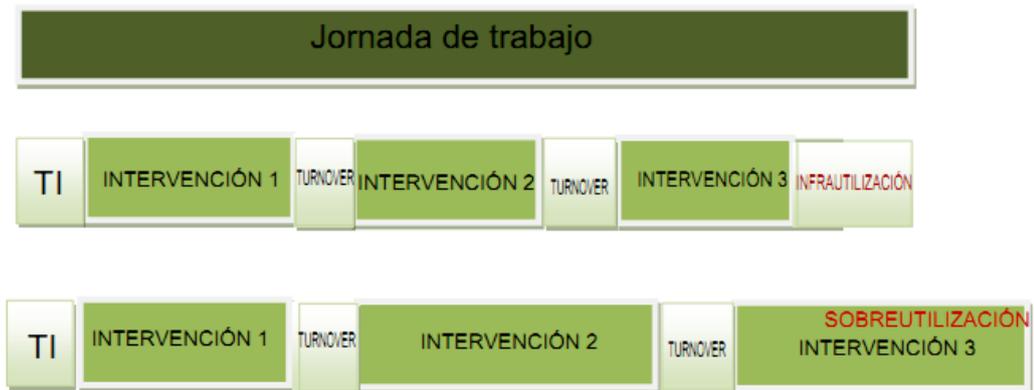
El proceso quirúrgico incluye la siguiente distribución de tiempos

- Tiempo controlado por el anestesiólogo (*ACT inicial* o ACT1: incluye el tiempo empleado en la comprobación de la Historia Clínica y el Material anestésico, el tiempo de premedicación y la inducción anestésica
- Tiempo quirúrgico: el mayor determinante de consumo de tiempo en quirófano
- *ACT de educación* o ACT2 y transporte a URPA-REA: incluye el tiempo de la educación anestésica, del transporte del enfermo (con la adecuada monitorización y vigilancia) y el traslado de información entre el anestesiólogo de quirófano y el anestesiólogo de reanimación.

Nota: La suma de ACT 1 y ACT 2 es el tiempo total de uso del quirófano controlado por el anestesiólogo ACT

- *Turnover* es el tiempo entre los procesos quirúrgicos; en este tiempo tiene lugar la limpieza y/o desinfección del quirófano. Este tiempo tiene una baja incidencia

en la eficiencia del BQ. Curiosamente la reducción de este tiempo es una de las reivindicaciones de los servicios quirúrgicos. Esfuerzos en este aspecto suelen generar estrés en el personal sanitario y no generan beneficio(67).



Tiempo total de intervención TTI = ACT+SCT

ACT = Tiempo controlado por anesestesiólogo = ACT1+ACT2

ACT1: tiempo de inducción o de realización de la técnica de ALRE

ACT2: tiempo de educación anestésica, computa desde que termina SCT hasta que el paciente reúne las condiciones clínicas para continuar el proceso en la URPA

\*El tiempo desde que se entra a quirófano hasta el inicio de anestesia se suma al ACT1

SCT= Tiempo controlado por el cirujano o tiempo de intervención quirúrgica

Imagen 22. Distribución de los tiempos del registro quirúrgico

Conociendo esta metodología de programación en bloque Strum(68) (69) definió la *eficiencia* en la gestión de un quirófano como la ausencia de ineficiencia; definiendo ineficiencia como la suma del tiempo infra y sobreutilizado ajustado según el coste.

$$\text{Ineficiencia} = \text{coste en horas del tiempo quirurgico no utilizado} \times \text{horas no utilizadas} \\ + \\ \text{coste de las horas extra} \times \text{precio de las horas extraordinarias}$$

### Factor de corrección

Coste de una hora ordinaria = 1

Coste de una hora extraordinaria = 1.5

Desde el punto de vista puramente clínico el mayor determinante del consumo de tiempo es el tiempo quirúrgico, que está marcado por el tipo de proceso y por el cirujano. Este tiempo no es modificable por la actividad del anestesiólogo.

En el ACT debe primar sobre el resto de valores la seguridad del paciente. El consumo de ACT es solo una pequeña parte de todo el proceso y además aproximadamente un 3% del consumo de recursos económicos.

La actividad frenética o presencia de prácticas inseguras para disminuir este tiempo son fútiles y peligrosas.

En algunos centros existen zonas habilitadas para la inducción anestésica con objeto de emplear el "turnover" en realizar la fase del ACTi.

Los estándares sobre el BQ publicados en España recomiendan que estas zonas solo se realicen técnicas locorregionales, bloqueos peri o retrobulbares para cirugía oftálmica o bloqueos de nervios periféricos.

Entonces, con este nivel previo de eficiencia operacional se plantean dos cuestiones;

¿Cómo podemos ser más eficientes? ¿Cómo evaluamos la eficiencia para mejorar?

Para evaluar la eficiencia es necesario procesar parte de la información de la actividad quirúrgica.

Alex Macario(67) propone un score con objetivos realistas que puede ser aplicado en cualquier área quirúrgica del sistema privado o público (suprimiendo si procede el primer ítem)

MEDIDA	0	1	2
Exceso costes de personal(horas de trabajo)	>10%	5-10%	<5%
Retraso en el comienzo jornada laboral	>60 min	45-60min	<45 min
Tasa de suspensiones	>10%	5-10%	<5%
Retraso admisión URPA (%días al año con al menos un retraso)	>20%	10-20%	<10%
Turnover times	40 min	25-40min	<25 min
%Turnover prolongado >60 min	>25%	10-25%	<10%
Sesgo predicción tiempo quirúrgico	>15min	5-15min	<5min

Tabla 5. Score para evaluar eficiencia de los bloques quirúrgicos

Scores > 11 se asocian a BQ de alta eficiencia

Scores < 3 se asocian a BQ pobremente manejados

En base a esto podemos trabajar en tres puntos:

1. Comenzar la actividad quirúrgica a una hora adecuada y realista
2. Optimizar la medicina perioperatoria para disminuir la tasa de suspensiones
3. Y el más importante de todos, **realizar una planificación quirúrgica adecuada** ya que esto supondrá una carga de trabajo adecuada y permitirá el día de la intervención atender a cada paciente de forma adecuada. El servicio de anestesiología debe implicarse en la programación quirúrgica ya que afecta a una parte muy importante de su actividad.

Como optimizar la programación quirúrgica

Para optimizar la programación se deben manejar los sistemas de información y analizar la actividad de cada centro de un tiempo determinado no muy remoto para que el análisis de datos sea lo más realista posible. Los tiempos de utilización del quirófano son la base principal para las predicciones.

Sería deseable que no hubiera variabilidad en las predicciones pero esta existe.

Analizar solo los tiempos medios por proceso y cirujano no es suficiente ya que los tiempos quirúrgicos no siguen una distribución en campana de Gauss sino que tiene un sesgo a la derecha en la que los casos más prolongados aumentan la media.

En algunos lugares utilizan programas informáticos donde se realizan análisis Bayesianos (la inferencia Bayesiana es un tipo de inferencia estadística en la que las evidencias u observaciones se emplean para actualizar o inferir la probabilidad de que

una hipótesis pueda ser cierta) para medir la duración de los casos. Estos han sido implantados con un cierto éxito. Si no se dispone de esos programas informáticos un análisis cualitativo del histograma de los tiempos quirúrgicos por proceso puede ayudar en la programación diaria(70).

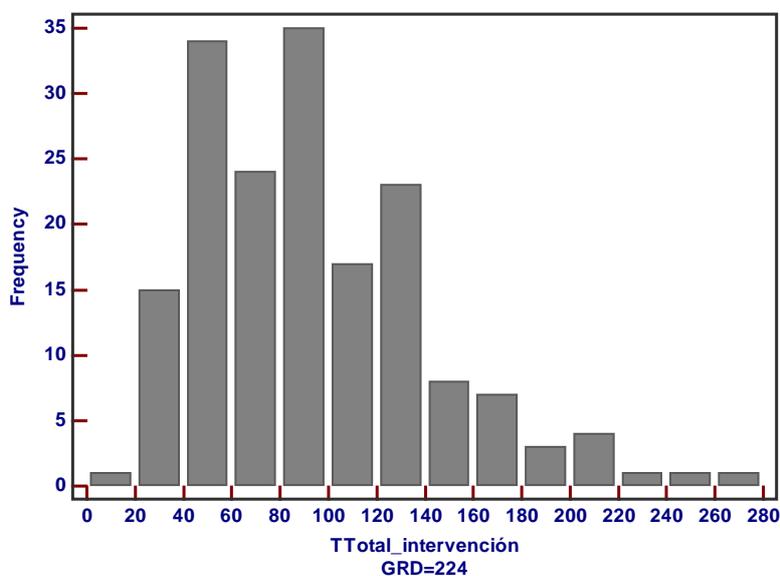


Imagen 23. Ejemplo de Histograma de un TTI

*Histograma del Tiempo Total de utilización del quirófano para el GRD 224\* en el quirófano de Traumatología y Cirugía Ortopédica del HRM entre el periodo Mayo 2010 Marzo 2012*

GRD 224	TTotal_intervención
Sample size	174
Arithmetic mean	91,3908
95% CI for the mean	84,3148 to 98,4668
Median	88,5
95% CI for the median	78,7723 to 90,0000

Tabla 6. Media y mediana del TTI para el GRD 224

Como se observa en la imagen 23 y tabla 6 a la hora de programar no sólo hay que mirar los tiempos medios de utilización del quirófano, ya que en este ejemplo en el que la media aritmética es de 91,11 minutos si analizamos el histograma vemos que es una media artificialmente elevada por unos pocos casos de mayor duración (generalmente casos imprevisibles), en cambio el 50% de los casos tienen una duración inferior a 85 minutos (Mediana).

## Fallos en la predicción

Fallos en la predicción se pueden producir por:

- El proceso que se realice en el enfermo no sea el previsto ( por ejemplo una complicación clínica)
- Sesgo de predicción del cirujano: generalmente por infraestimación de la duración del caso
- La dificultad del análisis cuando existe la combinación de una gran variedad de procesos y un gran número de cirujanos. Para ayudar a esta cuestión pueden servir el análisis por GRD.

*En resumen*, la distribución del tiempo de los casos quirúrgicos es estocástica, hay que predecir hablando en términos de probabilidad alta o baja de cumplimiento e incertidumbre y utiliza las herramientas predictivas que nos proporcionan los sistemas de información.

Para poder añadir casos adicionales en la programación fundamentalmente se debe optimizar la programación. Se ha estudiado si pequeñas disminuciones en los tiempos anestésicos o quirúrgicos en un proceso quirúrgico permite añadir un caso adicional. Se estima que una reducción de 40 minutos en los casos anteriores permite añadir un caso de un tiempo estimado de una hora(71).

## Planificación operativa en la cirugía urgente y emergencias quirúrgicas

Se debe reservar un número determinado de quirófanos para la cirugía urgente y emergente según el tamaño y la actividad del hospital con suficientes recursos humanos y materiales.

La National Confidential Enquiry into Patient Outcome (NCEPOD) clasifica las urgencias en(72):

1. Emergencia: Intervenciones que deben realizarse en menos de una hora.
2. Urgencia: deben realizarse dentro de las primeras 24 h.
3. Programada: Intervención temprana pero que no es una urgencia, el ejemplo más claro de esto es una cirugía oncológica que deba realizarse en menos de 3 semanas.
4. Electiva: cirugía con fecha concertada, ejemplo una implantación de prótesis de rodilla.

*Nota:* dentro de las urgencias del grupo 1 hay algunas que deben ser atendidas en menos de 3 minutos (PCR), en 5-15 minutos (prolapso de cordón) e incluso a veces hay que realizar la reanimación simultánea al acto quirúrgico.

Planificación operativa en cirugía urgente diferida

La reserva de quirófanos para este tipo de cirugía dependerá del número de urgencias que atiende el hospital y de las características. Se agruparían en este tipo de actividad las cirugías que pueden realizarse entre 1 y 24 horas de su indicación. También se incluirían la cirugía traumatológica en el paciente anciano ya que se benefician de la intervención precoz en las primeras 72 horas.

La NCEPOD(73) ha publicado varios informes demostrando que existe un mayor riesgo de evento adverso si la cirugía se realiza de forma nocturna.

La asociación de anesthesiólogos de Gran Bretaña e Irlanda postula medidas para disminuir las demoras en cirugía urgente. ... “La gran mayoría de urgencias diferidas pueden ser atendidas en el mismo día que se generan siempre que se provea de sesiones quirúrgicas especialmente dedicadas a esta actividad, adecuada dotación de recursos humanos y equipamiento”.

Una adecuada gestión de estos procesos beneficiaría aún más a los servicios quirúrgicos que tienen cirujanos de guardia localizada.

Los gestores, cirujanos y anesthesiólogos deben realizar la planificación operativa y gestión diaria de estos procedimientos.

El modo de programación de estos quirófanos para una mayor eficiencia sería una **programación combinada**. Esto implicaría dejar de antemano programado parte del tiempo y dejar un porcentaje de tiempo libre en programación abierta para cubrir necesidades que puedan surgir en el día. ( Se debe realizar un sistema de calificación de urgencias basado en el descrito anteriormente por la NCEPOD adaptándolo a las necesidades de cada hospital).

Este tipo de quirófanos de urgencias diferidas son rentables a partir de una ocupación del 50%. Esto es debido a que permite la liberación de espacio en otros quirófanos ( a partir de un 20% de intervenciones más anuales la rentabilidad sería alta para el hospital). También disminuye el tiempo de espera para la realización de urgencias.

*En resumen*, la actividad inicial pactada sería de entre un 40-60% mínimo y el resto del tiempo se cubriría con las necesidades que fueran surgiendo a lo largo de la jornada laboral.

Puede ser operativo designar un árbitro de quirófanos (que podría ser un miembro de la dirección médica o un facultativo del servicio de anestesiología) que pueda decidir en caso de conflicto la relativa prioridad de los casos.

## Evaluación de nuevas tecnologías en anestesia

La evaluación económica de tecnologías sanitarias se ha convertido en los últimos años en una herramienta de primer orden para los gestores sanitarios en sus estrategias de asignación de recursos sanitarios y de adopción de nuevas tecnologías.

En Europa la agencia de evaluación de tecnologías más importante es la NICE (National Institute for Health and Clinical Excellence) y ha supuesto un antes y un después en la influencia de este tipo de agencias en la toma de decisiones.

Sin querer ser exhaustivo, describo a continuación algunos aspectos importantes en la evaluación de nuevas tecnologías, ya que parte de esta tesis doctoral consta de la evaluación económica de una tecnología implantada en un medio donde no se hacía previamente. Para un análisis más exhaustivo pueden remitirse a las referencias bibliográficas(74)(4)(75) .

Las evaluaciones de nuevas tecnologías deben ayudar a la toma de decisiones y no sustituirlas.

El primer paso a la hora de hacer una evaluación económica es definir con claridad el problema clínico o cuestión que se plantea.

La población objetivo debe ser especificada y el estudio debe referirse a una muestra significativa.

Se recomienda comparar la tecnología analizada con, como mínimo, la práctica clínica habitual y justificar la elección de la tecnología. La elección del comparador es un punto crucial para el análisis y uno de los determinantes clave, se debe saber que un análisis de evaluación económica es un procedimiento comparativo. Es decir, no se evalúa la bondad de una tecnología o intervención sanitaria per se sino en comparación con otra. Como norma habitual, la tecnología de comparación deberá ser la utilizada en la práctica clínica habitual, esta debe ser la más comúnmente utilizada, el patrón oro si existe o la alternativa que sería reemplazada por la tecnología nueva.

Obviamente como base de la evaluación es necesaria una revisión de la evidencia disponible antes de planificar la efectividad de la intervención

### Tipos de evaluación

Análisis de minimización de costes

El análisis de minimización de costes debe utilizarse únicamente en el caso de que se demuestre que las alternativas son equivalentes en términos terapéuticos.

#### Análisis de coste efectividad

Emplea en la medida de resultado una variable de efectividad clínica.

#### Análisis de coste-utilidad

Emplea una medida de resultados que aúna cantidad y calidad de vida. Se recomienda utilizar como medida de resultado los años de vida ajustados por calidad (AVAC)

#### Análisis de coste-beneficio

En este tipo de análisis se valoran tanto los costes como los resultados en unidades monetarias.

#### Resultados, obtención y análisis

Los resultados pueden obtenerse en condiciones ideales (eficacia) o en condiciones reales (efectividad).

La *eficacia* se refiere a los resultados mediante la aplicación de la tecnología sanitaria en condiciones ideales, bajo circunstancias controladas y en el contexto de ensayos aleatorizados controlados.

La *efectividad* se refiere a los resultados obtenidos mediante la aplicación de la tecnología en condiciones reales por diferentes proveedores y aplicada a un grupo heterogéneo de pacientes menos informados, con menor adherencia al tratamiento, con un diagnóstico no siempre correcto y sujetos a comorbilidad y tratamientos no incluidos en el ensayo original.

En el análisis de coste-efectividad se recomienda que los resultados estén vinculados al objetivo primario del estudio o ensayo clínico. Tanto en los análisis de coste – efectividad como en los análisis de coste utilidad los resultados pueden expresarse mediante la razón de coste-efectividad (Coste a-Coste b/Eficacia a-Eficacia b)

En el análisis de coste-utilidad la medida de resultados a emplear es el año de vida ajustado por calidad.

Las limitaciones en el estudio de resultados mediante estos parámetros es que algunos parámetros deben ser definidos y el tipo de definición que se haga puede hacer variar el resultado, (por ejemplo, el coste monetario que se le dé a un AVAC en comparación con el coste de la tecnología).

## Hipótesis y Objetivos



## Hipótesis

La hipótesis principal es que la anestesia regional guiada por ecografía (ALRE) en la cirugía del miembro superior es más eficiente que las dos técnicas de anestesia general más realizadas en el hospital ámbito de estudio; en el sentido de realizar el proceso quirúrgico con la misma efectividad, a un menor coste económico y con un menor consumo de recursos en el bloque quirúrgico (tiempo de utilización de quirófano, tiempo de estancia en la Unidad de Recuperación Postoperatoria-URPA).

## Objetivos

### Objetivo principal

El objetivo principal es evaluar el impacto económico de la introducción de ALRE en el quirófano de Cirugía Ortopédica y Traumatológica del Hospital General Rafael Méndez de Lorca valorando su eficiencia en la gestión adecuada de los costes vinculados a la actividad anestésica.

1. En primer lugar, se evaluarán los costes directos de las técnicas anestesiológicas utilizadas y las diferencias económicas entre estas.
2. Conjuntamente se analizará la variación en el tiempo controlado por el anestesiólogo (ACT) y la influencia de este en el rendimiento de la unidad quirúrgica.
3. Evaluar el consumo de recursos en la Unidad de Recuperación Postanestésica (URPA) y si la utilización de técnicas de AREG influye en una gestión más eficiente de los tiempos de recuperación postanestésica.

### Objetivos secundarios

Evaluar el papel que puedan representar los aspectos relacionados con el envejecimiento poblacional y la distribución por sexos en todo el proceso perioperatorio:

1. En la evaluación preoperatoria y la estratificación del riesgo perioperatorio analizando las distintas características demográficas, biológicas, clínicas y de los tratamientos previos.
2. A nivel intraoperatorio si las técnicas de ALRE permiten la realización de la técnica quirúrgica independientemente de la edad.
3. A nivel postoperatorio evaluando si existe o no influencia del envejecimiento, la distribución por sexos, la presencia de complicaciones en el ingreso hospitalario y las distintas características (demográficas, biológicas, clínicas o

de perfil de riesgo anestésico de los pacientes) en la estancia hospitalaria y la mortalidad de este grupo de pacientes estudiado.

## Material y Métodos



## Ámbito sociosanitario

### Entorno geográfico

El **área III de salud** se localiza en la parte sur occidental de la Región de Murcia en el valle del Guadalentín. Da cobertura a una extensión de 2360,24 km<sup>2</sup>. Presta cobertura sanitaria a la comarca del Alto Guadalentín y parte de la comarca del Bajo Guadalentín. Está integrada por 5 municipios, Águilas, Puerto Lumbreras, Aledo, Totana y Lorca (segundo término municipal más extenso de España y con numerosas pedanías algunas de ellas situadas a más de 40 km del hospital).



Imagen 24. Área de Salud III. Municipios

La comarca posee una **orografía** donde es muy notable la diversidad de espacios y paisajes geográficos asociada a su gran extensión y a la configuración del territorio, organizado, en síntesis, en tres grandes sectores: las tierras altas, el corredor central y las sierras y llanuras costeras.

Hay que destacar que la región de Murcia está considerada como está considerada como una de las zonas de mayor actividad sísmica de España, siendo la Falla de Alhama de Murcia el principal accidente al que se consideran asociados la mayor parte de los fenómenos sísmicos registrados. Dicha Falla atraviesa el Área III de Salud.

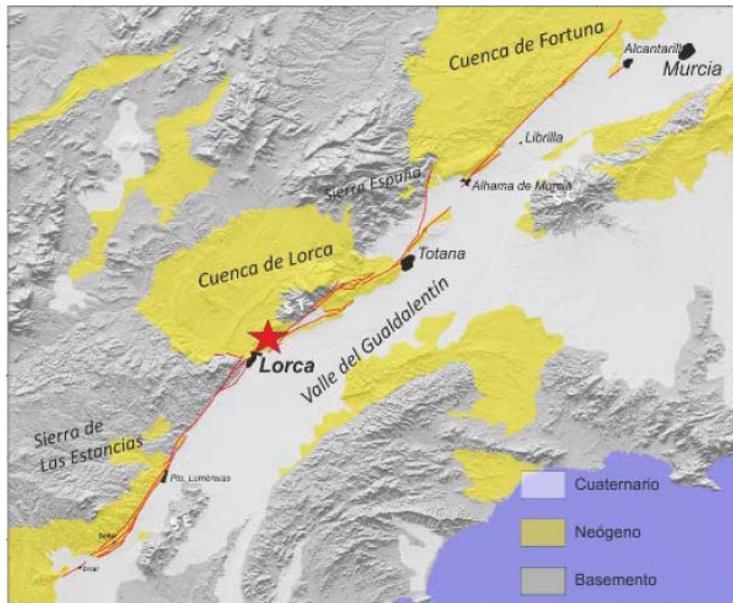


Imagen 25. Cartografía traza falla Alhama de Murcia

La estrella indica el epicentro del terremoto 11-05-2011

El **clima** en el área III de Lorca es variado ya que su extensión es amplia. Conviven el clima mediterráneo cerca de la costa y un clima más septentrional en la zona interior. La temperatura media anual es de 16° C lo que hace que haya unos inviernos muy agradables. En verano, la escasez e irregularidad de las lluvias, unido a las elevadas temperaturas, produce una notable aridez, característica del clima de la zona. Si exceptuamos las áreas más septentrionales y elevadas, la mayor parte de la comarca tiene precipitaciones inferiores a los 300 mm anuales de media.

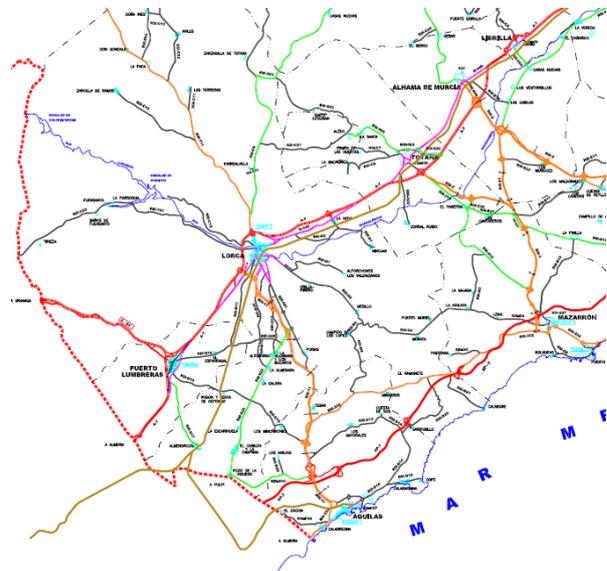


Imagen 26. Redes comunicaciones. Área III de Salud

Joaquín García Ferreira

#### Red de comunicaciones

Hay dos redes principales que cruzan el área III de salud, la autovía del mediterráneo (A7-E15) y la autopista del mediterráneo ( AP-7 ) que une el municipio de Águilas con Cartagena.

Además de estas grandes vías de comunicación, existen una vía rápida (RM-11) que comunica los municipios de Lorca y Águilas y una extensa red de carreteras comarcales que comunica los diferentes municipios y pedanías.

La **línea de ferrocarril** de cercanías une los municipios de Águilas, Lorca y Totana con la capital. Existe un servicio de larga distancia que une Lorca con las líneas de Alaria que se dirigen a Madrid y Barcelona, especialmente para el transporte de personas.

#### Análisis interno del Área III de Salud

La ordenación territorial de los servicios de salud, definida por la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, se basa en el establecimiento de dos tipos de demarcaciones territoriales: las Áreas de Salud y las Zonas Básicas de Salud. Esta ordenación se realiza a través del Mapa Sanitario.

Con el objeto de maximizar la operatividad y eficacia de los servicios sanitarios, la Ley General de Sanidad establece la división de las áreas de salud en las Zonas Básicas de Salud y sus características fundamentales. Su desarrollo se aborda en el Real Decreto 137/1984 sobre Estructuras Básicas de Salud.

la Ley 4/1994, de 26 de julio, de Salud de la Región de Murcia ordena el Mapa Sanitario en demarcaciones territoriales denominadas Áreas de Salud. Igualmente establece la Zona Básica de Salud como el marco territorial de la atención primaria, dentro del cual desarrollará su actividad el Equipo de Atención Primaria.

Por Orden de 24 de abril de 2009 de la Consejería de Sanidad y Consumo, establece el Mapa Sanitario de la Región de Murcia. La comunidad autónoma pasa de 6 áreas de salud a 9 y se actualizan la delimitación de las zonas de salud.

## ÁREAS DE SALUD DEL MAPA SANITARIO DE LA REGIÓN DE MURCIA Y HOSPITALES DE REFERENCIA

ÁREA DE SALUD	HOSPITAL DE REFERENCIA
1.- Murcia Oeste	Hospital Virgen de la Arrixaca ( El Palmar)
2.- Cartagena	Hospital Virgen del Rosell (Cartagena)
3.- Lorca	Hospital Rafael Méndez (Lorca)
4.- Noroeste	Hospital del Noroeste (Caravaca)
5.- Altiplano	Hospital Virgen del Castillo (Yecla)
6.- Vega Media del Segura	Hospital José María Morales Meseguer (Murcia)
7.- Murcia Este	Hospital Universitario Reina Sofía (Murcia)
8- Mar Menor	Hospital Los Arcos (San Javier).
9.- Vega Alta del Segura	Hospital de Cieza (Cieza)

Imagen 27. Hospitales de referencia

El Hospital del área III de salud Rafael Méndez es un hospital público perteneciente a la red de hospitales del Servicio Murciano de Salud. Fue inaugurado en 1990, contando en la actualidad con 283 camas de hospitalización. Proporciona asistencia sanitaria a las zonas de salud posteriormente citadas. Además del hospital, se cuenta con un centro de especialidades, ubicado en el centro urbano de Lorca, en el antiguo hospital Santa Rosa de Lima. Proporciona asistencia sanitaria especializada a los habitantes del Área III de Salud de Murcia, que engloba los municipios de Águilas, Aledo, Lorca, Puerto Lumbreras y Totana que asciende a un total de 172.630 habitantes.

### Área III. Zonas básicas de salud.

ZONA BÁSICA DE SALUD Nº 44: ÁGUILAS/SUR

ZONA BÁSICA DE SALUD Nº 45: LORCA/CENTRO

ZONA BÁSICA DE SALUD Nº 46: LORCA/SAN DIEGO

ZONA BÁSICA DE SALUD Nº 47: LORCA/SAN JOSE

ZONA BÁSICA DE SALUD Nº 48: LORCA/LA PACA

ZONA BÁSICA DE SALUD Nº 49: PUERTO LUMBRERAS

ZONA BÁSICA DE SALUD Nº 50: TOTANA/NORTE

ZONA BÁSICA DE SALUD Nº 68: ÁGUILAS/NORTE

ZONA BÁSICA DE SALUD Nº 84: LORCA/SUTULLENA:

ZONA BÁSICA DE SALUD Nº 85: TOTANA/SUR

Joaquín García Ferreira

## ZONA BÁSICA DE SALUD Nº 88 LORCA/SAN CRISTOBAL

El Hospital Rafael Méndez

**El Hospital General Universitario Rafael Méndez** de Lorca es un hospital gestionado por el Servicio Murciano de Salud, organismo perteneciente a la Consejería de Sanidad y política social de la Comunidad autónoma de la Región de Murcia. En febrero de 2010 recibió la acreditación de Hospital General Universitario como consecuencia de la apertura del Campus Universitario de Lorca. En el año 2005 se abrió la Unidad de Dolor Crónico. En 2006 el hospital se amplió en una planta destinada a diferentes especialidades (Urología, ORL, Ginecología) la URPA se amplió de 4 a 8 camas y posteriormente se abrió el sexto quirófano. En 2008 se amplió el número de camas de cuidados intensivos a 9.

## Recursos humanos

Personal directivo	9
Personal facultativo	174
Personal sanitario no facultativo	513
Personal no sanitario	291
<b>Total</b>	<b>987</b>

Tabla 7. Recursos humanos del HRM

## Recursos estructurales

<b>Camas</b>	283
<b>Quirófanos</b>	6
<b>Paritorios</b>	2
<b>Locales de consulta</b>	38
<b>Puestos de hemodiálisis</b>	13
<b>Puestos hospital día oncohematológico</b>	8
<b>Puestos hospital día médicos</b>	3
<b>Puestos hospital día quirúrgico</b>	6
<b>Ecógrafos</b>	12
<b>TC</b>	1
<b>Mamógrafo</b>	1
<b>Sala convencional de RX</b>	6
<b>Telemando RX</b>	2
<b>Arco multifunción RX</b>	4

Tabla 8. Recursos estructurales



Imagen 28. Organigrama servicios HRM

Áreas relacionadas con el servicio de Anestesiología y Reanimación

Consulta de preanestesia

Previamente a la práctica de cualquier tipo de anestesia programada es preceptiva la correspondiente evaluación preanestésica.

En el hospital Rafael Méndez (76) la consulta de preanestesia está ubicada en el área de consultas externas. El servicio dispone de un espacio adecuado para sus fines (consulta 5) y de martes a viernes ocupa otra consulta de menor tamaño (consulta 6). La consulta de preanestesia es polivalente. En condiciones normales se realizan entre 5 y 7 jornadas laborales habiendo llegado algunas semanas a cubrir 8 jornadas laborales. Esta actividad es registrada en el sistema informático SELENE®.

La actividad del servicio en el bloque quirúrgico. Áreas asistenciales.

La calidad y seguridad de la atención en anestesia quirúrgica tiene por estándares mínimos los recomendados por la Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Tratamiento del Dolor (SEDAR) publicados en 1997 y actualizados en 2010, y recomendaciones actualizadas en base a evidencia científica(77).

La organización de la actividad quirúrgica se formaliza a través del parte quirúrgico, según un modelo definido entre la Dirección Médica del Hospital y los servicios quirúrgicos y centrales que intervienen en los procesos. En el circuito del paciente quirúrgico también realiza su labor la Unidad de Documentación Clínica y Admisión.

La norma de funcionamiento asigna la programación de la actividad quirúrgica a los diferentes servicios que atienden las sesiones quirúrgicas planificadas en un calendario determinado, con modificaciones en los periodos vacacionales.

La actividad del Servicio en anestesia quirúrgica se diferencia en varias áreas asistenciales:

- Anestesia en procedimientos quirúrgicos con ingreso, procedimientos programados, de urgencia y atención a la paciente obstétrica
- Anestesia en procedimientos quirúrgicos ambulatorios
- Anestesia fuera del quirófano
- Recuperación / Reanimación postoperatoria. Tratamiento del dolor agudo intrahospitalario
- También desarrolla el servicio de Anestesiología la actividad de la Unidad de Dolor Crónico con ámbito trabajo a nivel de consultas externas y con una actividad quirúrgica propia de procedimientos intervencionistas.

El **área quirúrgica** del Hospital ocupa unas zonas separadas del resto de dependencias y con circulación adaptada a normas estándares de asepsia del tipo doble pasillo. Ocupa un bloque alineado en la misma planta con el área de paritorios y la unidad de Medicina Intensiva. El bloque quirúrgico posee un área con 8 camas monitorizadas para la realización de las labores de Unidad de Recuperación Postanestésica (URPA) con los criterios para esta actividad de la SEDAR. Los 6 quirófanos existentes en el área general están bien organizados, así como dotados con medios técnicos (torres de anestesia con respiradores, monitorización, material para vía aérea difícil, ecógrafo polivalente, etc ) al uso.

El bloque quirúrgico (BQ) comprende:

- Una zona de recepción y preparación de pacientes.
- 6 quirófanos generales ( 5 programados y uno destinado a urgencias )
- Un área con 8 camas destinado labores de URPA

La actividad asistencial del Servicio de Anestesia en este bloque central actualmente incluye cinco sesiones quirúrgicas matutinas por día, la atención a un quirófano de urgencias-emergencias y la actividad de URPA.

Cada **quirófano** (tanto programado como el destinado a urgencias) posee una dotación de enfermería de 3 profesionales, uno de ellos específicamente dedicado a Anestesiología.

Existe en el área quirúrgica una dotación de auxiliares y celadores para la realización de las labores propias de su función.

La URPA está dotada con personal de enfermería y auxiliares cuyo número se determina por el número de camas de atención postoperatoria y el nivel de complejidad de los pacientes atendidos según los estándares del ministerio(78).

Los pacientes que se intervienen de cirugía del miembro superior son propuestos en los programas quirúrgicos del servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Este servicio cuenta con cinco sesiones semanales programadas con un tipo de programación parcialmente abierta, es decir, parte de la actividad del servicio es programada previamente (como la ortopedia) y parte del servicio se deja abierto para programar las urgencias diferidas.

## Ámbito de estudio

El ámbito de estudio se realiza en el Hospital Rafael Méndez, cuyo ámbito sociosanitario ha sido descrito previamente. La actividad que se analiza es la del proceso perioperatorio del paciente que es intervenido de cirugía del miembro superior (evaluación preoperatoria, atención en quirófano, cuidados postoperatorios inmediatos y estancia hospitalaria en los casos correspondientes a cirugía con ingreso).

## Población diana

Pacientes que son intervenidos de cirugía de miembro superior en el Hospital Rafael Méndez y que cumplen los criterios de inclusión.

## Criterios de inclusión

- Pacientes intervenidos quirúrgicamente de cirugía del miembro superior en el quirófano de cirugía ortopédica y traumatológica del Hospital Rafael Méndez de Lorca durante el período de estudio
- Edad mayor a 16 años

## Criterios de exclusión

- Edad menor a 16 años
- No poder recoger los datos mínimos necesarios para el procesamiento en alguna de las fases
- Negativa del paciente o familiar a la recogida de datos

## Periodo de estudio

Un período de 23 meses comprendido entre mayo de 2010 y marzo de 2012

## Material y métodos

Estudio retrospectivo hospitalario con seguimiento hasta 12 meses del alta hospitalaria de los pacientes intervenidos de cirugía del miembro superior incluyendo la cirugía ortopédica y traumatológica.

La recogida de datos de la información demográfica, clínica y de la actividad del proceso asistencial se recopiló del programa informático SELENE®, y de la historia clínica y el registro quirúrgico en soporte físico cuando no estaba completamente registrado en el sistema informático. El seguimiento de los datos de mortalidad se realizó a través del sistema informático SELENE®, en el que estos datos se actualizan constantemente según los datos proporcionados por las aseguradoras. Los datos de estudio se han recopilado en función de la edad de los pacientes.

Las *variables clínicas analizadas* para el estudio han sido: parámetros generales socio-demográficos y clínicos, complicaciones perioperatorias, número de transfusiones sanguíneas, estancia hospitalaria y mortalidad en el período de seguimiento. La muerte perioperatoria se define como aquella que ocurre en el período desde el ingreso hospitalario hasta 6 semanas después del alta hospitalaria.

Se evaluó el *riesgo anestésico* mediante la clasificación ASA. El principal factor que determina el riesgo es el estado clínico del paciente. No obstante, la definición del riesgo debe hacerse en base a las siguientes premisas: evaluación clínica, complejidad quirúrgica y escalas de riesgo anestésico (79). En nuestro centro se realiza una evaluación preoperatoria reglada en el 100% de los pacientes que se incluyen en la programación quirúrgica y también en todas las urgencias diferidas.

Para valorar la *comorbilidad* se utilizó el índice de Charlson-Deyo, uno de los más comúnmente usados en la literatura(80)(81).

El índice de Charlson ha sido uno de los índices más empleado para la valoración pronóstica en pacientes con comorbilidad. Inicialmente, se publicó en 1987 y se modificó posteriormente en 1994. El éxito del índice de Charlson se debe en gran medida a la modificación introducida por Deyo, quien lo adaptó a los códigos de diagnóstico almacenados en bases de datos administrativas.

<b>ASA I</b>	
Sin alteración orgánica, fisiológica, bioquímica o psiquiátrica. El proceso patológico por el que se realiza la intervención es localizado y no produce alteración sistémica.	
<b>ASA II</b>	
Enfermedad sistémica leve a moderada, producida por el proceso que se interviene o por otra patología	
HTA bien controlada	DM bien controlada
Asma bronquial	Obesidad leve
Anemia	Tabaquismo
<b>ASA III</b>	
Alteración sistémica grave o enfermedad de cualquier etiología, aunque no sea posible definir un grado de discapacidad.	
Angor	Obesidad severa
Estado postIAM	Patología respiratoria sintomática (asma, EPOC)
HTA mal controlada	
<b>ASA IV</b>	
Alteraciones sistémicas graves que amenazan constantemente la vida del paciente, no siempre corregible con la intervención.	
Angor inestable	Enfermedad respiratoria incapacitante
ICC	Fallo heparorrenal
<b>ASA V</b>	
Paciente moribundo, con pocas posibilidades de supervivencia, sometido a la intervención como único recurso para salvar su vida.	
<b>ASA VI</b>	
Paciente donante de órganos para trasplante, en estado de muerte cerebral.	

Imagen 29. Clasificación ASA del riesgo anestésico

PATOLOGÍA	SCORE
Enfermedad coronaria	1
Insuficiencia cardíaca congestiva	1
Enfermedad vascular periférica	1
Enfermedad cerebro-vascular	1
Enfermedad pulmonar crónica	1
Enfermedad tejido conectivo	1
Úlcera péptica	1
Enfermedad hepática moderada	1
Diabetes	1
Hemiplejía	2
Enfermedad renal moderada-severa	2
Diabetes con daño de órganos diana	2
Cualquier tumor, leucemia, linfoma	2
Enfermedad hepática moderada-severa	3
Tumor metastásico solido	6
SIDA	6

Tabla 9. Índice de Charlson - Deyo

Un punto extra se añade si tiene cincuenta años

Un punto extra se añade por cada década por encima de los 50 años

Para tratar la anemia perioperatoria se siguieron los criterios transfusionales marcados por el comité de Hemoterapia del hospital. Se indicaba la transfusión si la cifra de hemoglobina era  $<8$  gr/dl, y en los pacientes con enfermedad cardiorrespiratoria y/o clínica de inestabilidad hemodinámica si era  $< 10$  gr/dl. Se incluyen como transfusión perioperatoria toda aquella que ha recibido en el proceso hospitalario, y que por tanto queda anotada.

En el *análisis de costes* se han seguido las directrices para la publicación de las evaluaciones económicas en salud de CHEERS(82).

El estudio de costes de las distintas técnicas anestésicas, a saber, anestesia general con relajantes musculares (AGRM), anestesia general sin relajantes musculares (AGML) y anestesia loco-regional guiada por ecografía (ALRE) se ha realizado mediante un *estudio de coste-beneficio*. El gasto se ha evaluado en función del coste del acto anestésico incluido en el coste total del grupo relacionado con el diagnóstico (GRD) para ese episodio. Se han estudiado los costes directos, la cantidad de dinero gastado para realizar el procedimiento anestésico incluyendo el material fungible para la realización de la anestesia, las medicaciones y el salario del anestesiólogo y la enfermería de anestesia (€/min) durante el tiempo que dura la intervención quirúrgica. Los recursos comunes a los grupos no han sido incluidos, ya que los costes por hora de las máquinas de anestesia, monitores, los costes de la canalización venosa, etc son los mismos en los distintos grupos de pacientes.

Los costes de los fármacos y de los productos fungibles han sido calculados en base a los costes de adquisición real del hospital en el período de estudio.

Para el cálculo de los gastos de personal (anestesiólogo@ y enfermería@ de anestesia se han considerado las retribuciones brutas en el período de estudio) calculando el coste de trabajo en €/min, ya que se ha tenido en cuenta el tiempo de la intervención quirúrgica en el coste.

En el grupo ALRE se emplearon las siguientes medicaciones y material fungible con el coste indicado en las tablas 10 y 11

Fármaco	PVL unitario €
Atropina	0,214
Midazolam	0,272
Lidocaina 5ml	0,391
Lidocaina 5ml	0,391
Ropivacaína 10 ml	3,048
Ropivacaína 10 ml	3,048
<b>Total F ALRE</b>	<b>7,364</b>

Tabla 10. Coste farmacológico ALRE

Material fungible ALRE	PVL unitario€
Aguja plexo ecogénica 5 cm Stimuplex D Plus-BRAUN®	19,44

Tabla 11. Coste material fungible ALRE

En el grupo AGML se emplearon las siguientes medicaciones y material fungible con el coste indicado en las tablas 12 y 13

Fármaco	PVL unitario€
Atropina	0,214
Midazolam	0,272
Propofol	2,558
Remifentanilo	6,184
Cloruro Mórfico	0,43
Ondansetron	4,5
Fortecortin	0,288
<b>Total F AGML</b>	<b>14,446</b>

Tabla 12. Coste farmacológico AGML

Material fungible AGML	PVL unitario€
Mascarilla Laríngea Supreme LMA™	28,08

Tabla 13. Coste material fungible AGML

En el grupo AGRM se emplearon las siguientes medicaciones y material fungible con el coste indicado en las tablas 14 y 15

Fármaco	PVL unitario€
Atropina	0,214
Midazolam	0,272
Propofol	2,558
Remifentanilo	6,184
Cloruro Mórfico	0,43
Ondansetron	4,5
Fortecortin	0,288
Rocuronio	2,22
Rocuronio	2,22
Sugammadex	74
<b>Total F AGRM</b>	<b>92,886</b>

Tabla 14. Coste farmacológico AGRM

Material fungible AGRM	PVL unitario
Tubos Traqueales con Balón de Perfil Soft Seal®PORTEX®	1,152

Tabla 15. Coste material fungible AGRM

El coste total del consumo de anestésico inhalatorio se calculó utilizando la siguiente fórmula (83):

$$\text{Cost per MAC hour (\$)} = [(\text{Concentration})(\text{FGF})(\text{duration})(\text{MW})(\text{cost/mL})]/[(2412)(D)]$$

“Concentration”: la concentración, que en este grupo es del 2%

FGF: flujo de gas fresco, de 1 l/min

“Duration”: Duración, en horas

MW: Peso molecular, 200.05 g/mol

“Cost/ml”: coste por ml, en el periodo de estudio como la unidad de venta tenía 250 ml y el coste por unidad de venta era de 106,62€ el coste por ml es de 0.42648 €

D: densidad: 1.517-1.522 g/cm<sup>3</sup>

En resumen, simplificando la fórmula sería:

$$\text{Duración en horas} \times 2 \times 1 \times 200.05 \times 0,42648 / 2412 \times 1.52$$

Joaquín García Ferreira

Duración en horas x 169,915/3666,24

*Duración en minutos x 0,0463456 €*

Se ha utilizado la fórmula para calcular el coste según los minutos para ser más precisos en el gasto generado por el consumo de sevoflurano.

Para evaluar la eficiencia en la gestión del tiempo controlado por el anestesiólogo (ACT) y la eficiencia en la gestión de los recursos de la URPA para cada técnica anestésica se realizó un *estudio de coste- efectividad*. El tiempo intraoperatorio controlado por el anestesiólogo (ACT) se subdivide en dos grupos, el primero se denomina ACT1, que correspondería al tiempo de inducción anestésica en AGML y AGRM, o al tiempo de realización de ALRE en el grupo de anestesia regional. El segundo se denomina ACT2 y corresponde al tiempo de educación anestésica en AGML y AGRM, en el grupo ALRE es 0, ya que con la anestesia regional cuando ha terminado el proceso quirúrgico termina el tiempo de la intervención quirúrgica.

En el *consumo de recursos en el postoperatorio* inmediato solamente se evalúa el tiempo de estancia en URPA, ya que los recursos humanos y materiales son idénticos en la URPA para todos los grupos.

### Análisis estadístico

Las *variables continuas* se muestran como la media y la desviación estándar y, en el caso de no seguir una distribución normal, como la mediana y percentiles 25 y 75. Se consideraron diferencias significativas cuando  $p < 0.05$ .

Las *variables categóricas* se muestran como valor absoluto y frecuencia relativa (que es el cociente entre la frecuencia absoluta y el tamaño de la muestra).

Cuando se estudia una variable discreta, por ejemplo en una tabla de clasificación, la hipótesis nula es que todos los niveles de clasificación tienen la misma frecuencia. Si el valor  $p$  calculado es  $< 0.05$ , entonces la hipótesis nula se rechaza y la hipótesis alternativa de que hay una diferencia significativa entre las frecuencias de los diferentes niveles de clasificación es aceptada. Cuando se analiza la relación entre dos variables discretas, la hipótesis nula es que los dos factores son independientes. Si el valor  $p$  calculado es  $< 0.05$ , entonces la hipótesis nula se rechaza y la hipótesis alternativa de que existe una relación entre los dos factores es aceptada. Cuando el número de frecuencias esperadas en la tabla de  $2 \times 2$  es menor que 20, se ha utilizado el test exacto de Fisher.

Para estudiar si el tipo de anestesia elegida influye en el coste total se realizó en primer lugar una comparación de las medias del coste total mediante *t*-de Student y posteriormente un Análisis de la Varianza, con una prueba post hoc (utilizando el método Student-Newman-Keuls), para comparación de los distintos subgrupos.

Mediante un análisis de regresión múltiple se ha estudiado la influencia en el coste total de la anestesia de los factores siguientes (tiempo de intervención quirúrgica, coste farmacológico, coste de material, y costes de personal incluyendo el salario del anestesiólogo@ y del enfermero@ de anestesia).

Para el análisis de las diferencias en los tiempos controlados por el anestesiólogo intraoperatorios (ACT, ACT1, ACT2) entre los distintos grupos se ha utilizado el test de la U de Mann-Whitney para muestras independientes ya que en el análisis de los tiempos con el test de Kolmogorov-Smirnov se observó que estos no seguían una distribución normal. Del mismo modo se ha utilizado el test de la U de Mann-Whitney para evaluar el tiempo de permanencia en la URPA entre los distintos grupos y también las diferencias, si las hubiera en la estancia hospitalaria.

Para estudiar la relación entre la estancia hospitalaria y un índice de riesgo anestésico elevado ( $ASA \geq II$ ) o una comorbilidad elevada (Índice de Charlson-Deyo  $\geq 2$ ) se ha empleado el Análisis de la Varianza para los siguientes subgrupos (Cirugía Ortopédica

o Cirugía Traumatológica, sexo masculino o femenino, mayores o no de 50 años, mayores o no de 65 años).

La relación entre la presencia de una estancia hospitalaria superior a la mediana y un índice de riesgo anestésico elevado, una comorbilidad elevada o la presencia de complicaciones se ha estudiado mediante un análisis de regresión logística.

La representación gráfica de los datos de supervivencia se hizo mediante el método de Kaplan-Meier. La comparación de las curvas de supervivencia se realizó mediante el test log-rank. Para el análisis multivariante se utilizó el método de riesgos proporcionales de Cox.

Los cálculos se realizaron con el paquete estadístico MEDCALC®, MedCalc Software bvba, Acaciaaan 228400 Ostend, Belgium.



**Resultados**



## Resultados demográficos y descriptivos de la población incluida en el estudio

Se han incluido 293 pacientes. Se incluyeron inicialmente un total de 343 casos que fue el total de procesos quirúrgicos de miembro superior en el período estudiado. De estos 14 se excluyeron por criterios de edad y 36 por no poder obtener los datos necesarios para el estudio.

De estos 215 (73.4%) fueron intervenciones traumatológicas y 78 (26.6%) intervenciones de ortopedia.

### Distribución según GRD

La distribución por GRD se muestra en la tabla 16, donde se observa que el GRD más numeroso ha sido el 224 (Procedimientos hombro, codo o antebrazo excepto procedimiento mayor articular sin CC), seguido del 229 (Procedimientos sobre la mano o la muñeca excepto procedimientos mayores articulares sin CC) y el 228 (procedimiento mayor sobre pulgar o articulación u otros procedimientos sobre mano y muñeca con CC).

GRD	n	%
216	2	0,70%
223	1	0,30%
224	174	59,40%
227	7	2,40%
228	31	10,60%
229	71	24,20%
231	5	1,70%
491	2	0,70%
Total	293	100.0%

Tabla 16. Distribución por GRD

Clasificando los GRD según el tipo de patología (ortopedia o traumatología) se observa como se puede comprobar en la tabla 17 que el GRD 224 es el más frecuente en la patología traumática (los procesos más frecuentes de este GRD son: reducción abierta o cerrada con fijador interno de fractura de cúbito o radio, reparación de luxación recidivante de hombro u osteotomía parcial de cúbito o radio) y que el GRD más frecuente en ortopedia es el 229 (Las más frecuentes son: fasciotomía de la mano, escisión de ganglion, reparación de dedo en resorte, escisión de lesión de tejido blando o injerto óseo, en este grupo se incluye también la liberación del túnel de carpo)

Tipo Patología	GRD								
	216	223	224	227	228	229	231	491	
ORTOPEDIA	2	1	14	3	12	44	2	0	78 (26,6%)
TRAUMA	0	0	160	4	19	27	3	2	215 (73,4%)
	2	1	174	7	31	71	5	2	
	0,70%	0,30%	59,40%	2,40%	10,60%	24,20%	1,70%	0,70%	293

Tabla 17. Distribución de GRD en Ortopedia y Traumatología

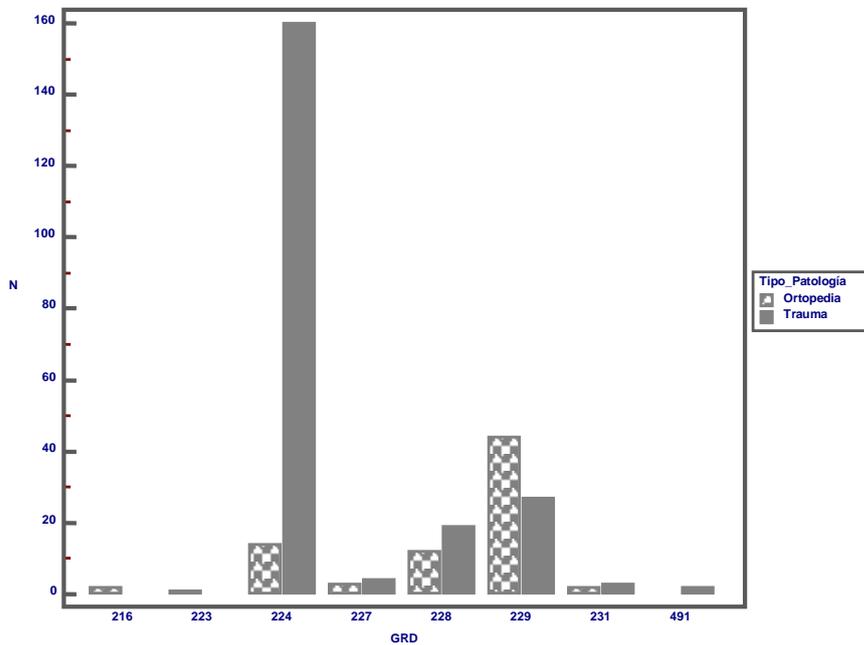


Imagen 30. Distribución GRD. Gráfico asociado a tabla 17

### Resultados de distribución etaria y de sexo

La edad media ( $\mu$ ) de los pacientes fue de 52.0956 con una desviación estándar ( $\delta$ ) de 18.14. La edad media de los pacientes intervenidos de ortopedia fue de  $49,3462 \pm 14,9013$ , la de los pacientes intervenidos de cirugía traumatólogica fue de  $53,0930 \pm 19,1211$ . No hubo diferencias significativas de edad entre los grupos ( $P = 0,1184$ ).

La distribución por sexos ha sido la siguiente; de los 293 pacientes 150 (51.2%) eran mujeres y 143 (48.8%) hombres.

Cuando se analiza la distribución de los procesos quirúrgicos según la perspectiva etaria y de sexo se observa un porcentaje significativamente mayor de patología traumatólogica en varones de menos de 50 años y en mujeres de edad igual o superior a 50 años ( $P < 0.001$ ).

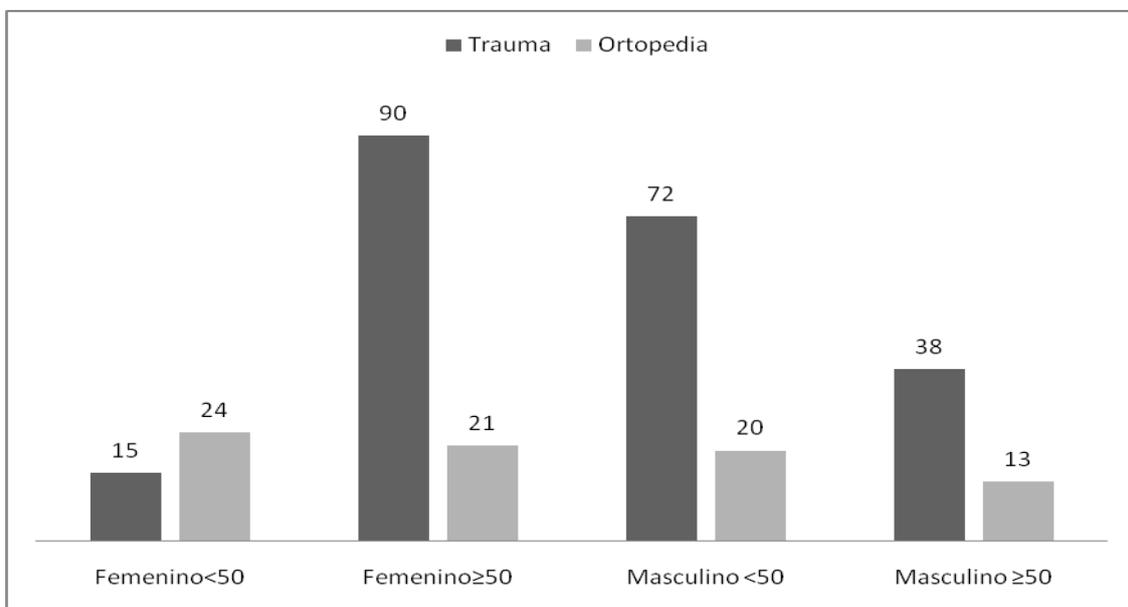


Imagen 31. Distribución etaria y de sexo según el tipo de intervención (Ortopedia o Traumatología)

### Características clínicas y de tratamiento

Respecto a las características clínicas y de tratamiento, el porcentaje de pacientes con alguno de los factores de riesgo cardiovascular recogidos se muestra en la tabla 18.

FRCV	n	%
HTA	96	32,80%
IMC>30	70	23,90%
DLP	67	22,90%
Tabaquismo	58	19,80%
DM2	28	9,60%

Tabla 18. Factores de riesgo cardiovascular

El porcentaje de pacientes con toma de antiagregantes y/o anticoagulantes orales (dicumarínicos) fue bajo; en el período de estudio aún no se habían comercializado los anticoagulantes orales de acción directa (ACOD)

Toma de antiagregantes-ACO	n	%
AAS	13	4,40%
Clopidrogel	2	0,70%
ACO	3	1%

Tabla 19. Porcentaje de pacientes con toma de antiagregantes y/o anticoagulantes

Hubo un porcentaje significativo de tratamiento con psicofármacos ( $P = 0,0005$ ) en el sexo femenino ya que un 32,66% de las mujeres tomaban al menos un psicofármaco frente al 14,68% de los hombres.

Sexo	Tto_Psicofármacos		Chi-squared	12,048
	NO	SI		
F	101	49	150 (51,2%)	Significance level $P = 0,0005$
M	122	21	143 (48,8%)	Contingency coefficient 0,199
	223	70	293	
	-76,10%	-23,90%		

Tabla 20. Tratamiento con psicofármacos según sexo

Un 40% de las mujeres de edad igual o superior a 50 años y un 42.1% de las mujeres mayores de 65 años con fracturas del miembro superior tomaban al menos un psicofármaco; si bien este aumento del porcentaje no fue significativo ( $P$  0,0731 y 0,2893 respectivamente). El 67.3% de los casos (101 pacientes) no tomaban ningún psicofármaco.

Respecto al tipo de tratamiento administrado el más frecuente fue la combinación de un antidepresivo inhibidor de la recaptación de la serotonina y una benzodiacepina, lo que se presentó en un 12% de los casos; seguido de los IRS y las benzodiacepinas en monoterapia (7.3% y 5.3% respectivamente) En un 17.6 % de los casos del total se combinaron 2 o más fármacos como se observa en la tabla 21.

Tipo de psicofármacos-Sexo Femenino	n	%
ANTIDEPRESIVO+BZDP	18	12,00%
ANTIDEPRESIVO	11	7,30%
BZDP	8	5,30%
OPIÁCEOS	3	2,00%
ANTIDEPRESIVO+ANTIEPILÉPTICOS	1	0,70%
ANTIDEPRESIVO+ROPIRINOL	1	0,70%
ANTIEPILÉPTICO+BZDP	1	0,70%
ANTIEPILÉPTICOS	1	0,70%
ANTIEPILÉPTICOS+BZDP+OPIOIDES	1	0,70%
ANTIPSIÓTICOS+BZDP	1	0,70%
BZDP+DONEZEPILO	1	0,70%
BZDP+OPIÁCEOS	1	0,70%
SELEGILINA+ANTIDEPRESIVO	1	0,70%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>32,90%</b>

Tabla 21. Tipo de tratamiento con psicofármacos. Sexo femenino

Solamente el 12.5 % de los pacientes de edad igual o mayor a 50 años y el 17.2% de los mayores de 65 años con fracturas del miembro superior tenían previamente realizado el diagnóstico de osteoporosis.

Osteoporosis diagnosticada Edad>65;Tipo_Patología="Trauma"	n	%
NO	53	82,80%
SI	11	17,20%
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>100.0%</b>

Tabla 22. Porcentaje de pacientes con osteoporosis diagnosticada en el subgrupo de pacientes con fractura de miembro superior y edad superior a 65 años

El riesgo anestésico se evaluó mediante el status ASA y el índice de comorbilidad mediante el índice de Charlson- Deyo mostrando la distribución que se puede observar en las tablas 23 y 24.

ASA	n	%
I	77	26,30%
II	139	47,40%
III	76	25,90%
IV	1	0,30%

Tabla 23. Distribución de pacientes según Clasificación ASA

Indice Charlson-Deyo	n	%
0	242	82,60%
1	37	12,60%
2	8	2,70%
3	3	1,00%
4	2	0,70%
5	1	0,30%

Tabla 24. Distribución de pacientes según índice de Charlson- Deyo

### Tipo de anestesia administrada en cada caso

En la tabla 25 se muestran la distribución del tipo de anestesia administrada en cada caso. Se observa que el tipo de anestesia más frecuentemente administrado ha sido la AGRM, seguido de ALRE.

Tipo de anestesia	n	%
AGRM	128	43,70%
ALRE	55	18,80%
LOCAL	55	18,80%
AGML	51	17,40%
ALR	4	1,40%
<b>Total</b>	<b>293</b>	<b>100.0%</b>

Tabla 25. Tipo de anestesia administrada

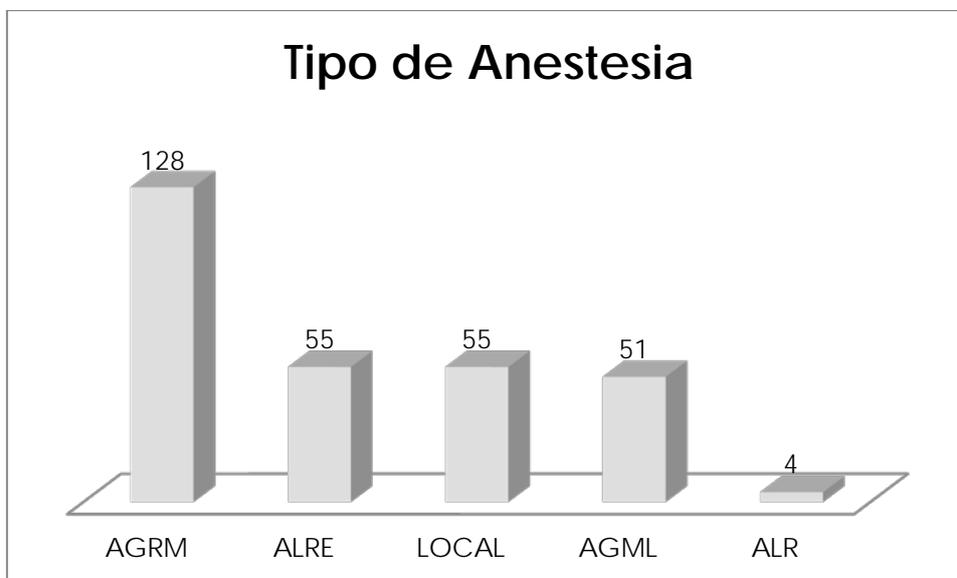


Imagen 32. Gráfico asociado a tabla 25. Distribución de los distintos tipos de anestesia

En el caso de ALRE, el tipo de bloqueo utilizado más frecuentemente fue el bloqueo axilar, seguido del bloqueo supraclavicular.

Tipo de ALRE	n	%
AXILAR	35	63,60%
SUPRACLAVICULAR	13	23,60%
INFRACLAVICULAR	4	7,30%
INTERESCALÉNICO	3	5,50%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100,00%</b>

Tabla 26. Distribución de los distintos tipos de ALRE

Solamente fue necesario un cambio de técnica en 4 casos de los recopilados, en tres casos fue necesaria la reconversión de anestesia regional a anestesia general (2 en el grupo ALRE y 1 en el grupo AGML) y en un caso fue necesaria la reconversión del grupo AGML a AGRM por fallo en la ventilación adecuada con la mascarilla laríngea.

### Complicaciones

El 97,3% (285) de las intervenciones quirúrgicas se desarrollaron sin complicaciones anestésicas, en el 2.5 % (8 casos) hubo algún tipo de complicación que se describen en la tabla 27.

Complicaciones de la técnica anestésica	n	%
ALRE A AG	2	0,70%
ALR A AG	1	0,30%
BRADICARDIA	1	0,30%
DIFICULTAD PUNCIÓN VENOSA	1	0,30%
PASO AGML A AGRM	1	0,30%
RIGIDEZ TORÁCICA	1	0,30%
VAD	1	0,30%
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>2,50%</b>

Tabla 27. Complicaciones anestésicas intraoperatorias

En cuanto a las complicaciones postoperatorias, en el 91.5 % de los casos (268) no hubo ninguna complicación.

En los casos en que hubo se distribuyeron de la siguiente manera: un 1% de complicaciones cardiovasculares (un caso de ACxFA, una crisis hipertensiva y un síncope ortostático postoperatorio); un 1% de complicaciones respiratorias (un derrame pleural y dos infecciones respiratorias) y un 8.5% de casos (n=25) que presentaron otro tipo de complicaciones, que se describen en la tabla 13.

En total, contando las complicaciones intra y postoperatorias hubo 38 pacientes con complicaciones (son 39 complicaciones pero un mismo paciente presentó dos complicaciones, dolor refractario en el postoperatorio inmediato y síncope en el tercer día postoperatorio).

No hubo un porcentaje mayor de complicaciones en los pacientes con un índice de riesgo anestésico o índice de comorbilidad (I. de Charlson-Deyo) elevado.

Gracias a la adecuada política de transfusión de hemoderivados, solamente tres pacientes precisaron transfusión sanguínea durante el ingreso por el proceso aquí estudiado.

Complicaciones postoperatorias	n	%
INFECCIÓN HERIDA QUIRURGICA	8	2,70%
DOLOR EVA >5 REFRACTARIO	6	2,00%
PÉRDIDA SUSTANCIA PIEL	2	0,70%
ICTUS ISQUÉMICO TRANSITORIO	1	0,30%
INFECCIÓN HERIDA QUIRÚRGICA+HERPES ZOSTER DORSAL	1	0,30%
INSUFICIENCIA RENAL	1	0,30%
MAL CONTROL GLUCEMIA	1	0,30%
NVPO	1	0,30%
OSTEOMIELITIS CODO	1	0,30%
REACCIÓN CUTÁNEA ESPARADRAPO	1	0,30%
SD CONFUSIONAL	1	0,30%
SUDECK	1	0,30%
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>8,10%</b>

Tabla 28. Complicaciones postoperatorias

### Resultados relativos a la distribución del tiempo de utilización de quirófano para cada tipo de Anestesia

A continuación, en la tabla 29 se muestran los tiempos controlados por el anesthesiólogo según el tipo de anestesia y los tiempos quirúrgicos o SCT. Al no seguir estos tiempos una distribución normal se muestra no solamente el tiempo medio sino también la mediana y el percentil 25-75. En la tabla 30 se muestran los SCT según el GRD. En esta tabla se observa que el GRD más numeroso es el 224, con una mediana de SCT de 60 minutos. El GRD quirúrgico con el mayor SCT es el 491, en cambio es el menos numeroso.

	Anestesia																			
	AGML				AGRM				ALR				ALRE				Local			
	N	Mean	Median	25 - 75 P	N	Mean	Median	25 - 75 P	N	Mean	Median	25 - 75 P	N	Mean	Median	25 - 75 P	N	Mean	Median	25 - 75 P
<b>TTotal_intervención</b>	51	78,588	70,000	45,000 - 103,750	128	96,937	90,000	65,000 - 122,500	4	62,500	57,500	40,000 - 85,000	55	80,127	60,000	45,000 - 123,750	55	28,491	25,000	20,000 - 35,000
<b>SCT</b>	51	54,412	45,000	26,250 - 78,750	128	70,469	60,000	40,000 - 90,000	4	51,250	42,500	30,000 - 72,500	55	64,945	45,000	30,000 - 92,500	55	20,418	15,000	10,000 - 25,000
<b>ACTT</b>	51	24,176	23,000	15,000 - 30,000	128	26,469	25,000	20,000 - 31,000	4	11,250	10,000	7,500 - 15,000	55	15,091	10,000	10,000 - 20,000	55	8,073	5,000	5,000 - 10,000
<b>ACT_1</b>	51	13,627	10,000	10,000 - 15,000	128	16,984	15,000	10,000 - 20,000	4	11,250	10,000	7,500 - 15,000	55	14,091	10,000	10,000 - 20,000	55	8,073	5,000	5,000 - 10,000
<b>ACT_2</b>	51	10,549	10,000	5,000 - 15,000	128	9,484	10,000	5,000 - 11,500	4	0,000	0,000	0,000 - 0,000	55	0,0909	0,000	0,000 - 0,000	55	0,000	0,000	0,000 - 0,000

Tabla 29. Tiempos controlados por el anesestesiólogo y tiempo quirúrgico según tipo de anestesia

	GRD																							
	216			223			224			227			228			229			231			491		
	N	Median	25 - 75 P	N	Median	25 - 75 P	N	Median	25 - 75 P	N	Median	25 - 75 P	N	Median	25 - 75 P	N	Median	25 - 75 P	N	Median	25 - 75 P	N	Median	25 - 75 P
<b>SCT</b>	2	20,000	15,000 - 25,000	1	55,000	55,000 - 55,000	174	60,000	35,000 - 90,000	7	50,000	31,250 - 78,750	31	35,000	21,250 - 82,500	71	25,000	15,000 - 45,000	5	30,000	17,500 - 53,750	2	67,500	25,000 - 110,000

Tabla 30. SCT según GRD

TTtotal: tiempo total intervención  
 SCT: tiempo controlado por el cirujano  
 ACTT: tiempo total controlado por el anesestesiólogo  
 ACT\_1: tiempo de inducción o de realización de ALRE  
 ACT\_2: tiempo de educación anestésica

## Resultados del estudio coste-beneficio para evaluar la diferencia entre distintas técnicas anestésicas

El coste total de la anestesia tuvo una distribución normal. En la tabla 31 se muestra el coste medio por tipo de anestesia en euros

Anestesia	Coste total				
	AGML	AGRM	ALR	ALRE	Local
Mean	136,58 €	203,30 €	68,84 €	97,67 €	28,29 €
95% CI	126,382 - 146,779	195,620 - 210,986	27,964 - 109,722	85,882 - 109,462	24,812 - 31,766
SD	36,2601	43,9269	25,6904	44,026	12,7381

Tabla 31. Coste total según tipo de anestesia

Mediante el *análisis de la varianza* se constataron diferencias significativas en el coste entre los grupos de anestesia regional y anestesia general, entre el grupo de anestesia local y el resto y entre ambos grupos de anestesia general entre sí ( $p < 0,001$ ).

Source of variation	Sum of squares	DF	Mean square
Between groups (influence factor)	1306038,164	4	326509,541
Within groups (other fluctuations)	427981,8242	288	1486,048
Total	1734019,988	292	
F-ratio	219,717		
Significance level	$P < 0,001$		

Tabla 32. Anova coste total según tipo de anestesia

Factor	n	Mean	Different ( $P < 0,05$ ) from factor nr
(1) AGML	51	136,5805	(2)(3)(4)(5)
(2) AGRM	128	203,3034	(1)(3)(4)(5)
(3) ALR	4	68,843	(1)(2)(4)(5)
(4) ALRE	56	97,6721	(1)(2)(3)(5)
(5) LOCAL	54	28,2889	(1)(2)(3)(4)

Tabla 33. Student-Newman-Keuls test for all pairwise comparison

Al tener el coste total una distribución normal, se ha analizado la media del coste total según el tipo de anestesia; observándose que el grupo de ALRE tiene un coste total significativamente menor al grupo AGRM ( $P < 0,001$ ) y AGML ( $P < 0,001$ ), y que entre los dos grupos de anestesia general también hay una diferencia significativa, teniendo un menor coste el grupo que recibió AGML que el grupo al que se administró AGRM ( $P < 0,001$ ).

Se ha observado que el sobrecoste en el grupo de AGRM se debe al elevado coste del Sugammadex (74 €).

Mediante *regresión múltiple* se estudiaron los diferentes factores que pueden influir en el coste total (coste farmacológico, coste del material, costes del personal de anestesia, incluyendo el facultativo y la enfermera de anestesia y el tiempo de intervención quirúrgica); observando resultados significativos en el apartado de coste farmacológico y costes de material ( $P < 0,0001$ ) entre los diferentes grupos.

Multiple Regression	
Dependent Y	Coste total
Method	Enter
Sample size	293
Coefficient of determination R <sup>2</sup>	0,9972
R <sup>2</sup> -adjusted	0,9972
Multiple correlation coefficient	0,9988
Residual standard deviation	4,0862

Regression Equation				
Independent variables	Coefficient	Std. Error	t	P
(Constant)	-2,98197			
Coste_farmacológico_total	1,25626	0,00796	157,953	<0,0001
Coste_material	1,50739	0,02754	54,728	<0,0001
Costes_personal_anestesia	+2,76114	0,00000		
TTotal_intervención	3,37416	0,00000		

Analysis of Variance			
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	4	1729211,3081	432302,8270
Residual	288	4808,6800	16,6988
F-Ratio	25891,3493		
Significance level	P<0,001		

Zero order correlation coefficients	
Variable	r
Coste_farmacológico_total	0,808
Coste_material	+0,153
Costes_personal_anestesia	0,860
TTotal_intervención	0,860

Tabla 34. Regresión múltiple de los factores que pueden influir en el coste total

Resultados del estudio coste-efectividad para evaluar la eficiencia en la gestión del tiempo controlado por el anestesiólogo (ACT) y la eficiencia en la gestión de los recursos de la URPA para cada técnica

#### Diferencias en el consumo de tiempo entre ACT y SCT

Mediante el análisis de los SCT y ACTT utilizando el test de la U de Mann-Withney se observó que el tiempo anestésico fue significativamente menor al tiempo quirúrgico ( $P < 0,0001$ ).

#### Diferencias en el TCA entre los distintos tipos de anestesia

Mediante el mismo test anterior se observó que ACTT era significativamente menor ( $P < 0,0001$ ) en el grupo ALRE que en ambos grupos de anestesia general (AGRM y AGML), en cambio no hubo diferencias significativas en el consumo de tiempo anestésico entre los dos grupos de anestesia general, AGRM y AGML ( $P=0,1864$ ).

#### Efectividad de las distintas técnicas en la gestión de los recursos en la Unidad de Recuperación Postanestésica (URPA)

En el análisis del consumo de recursos postoperatorios mediante el tiempo de estancia en URPA se constató que el tiempo de permanencia en URPA no seguía una distribución normal, con una mayor permanencia en la URPA en el grupo de AGRM, seguido de AGML ( $P < 0,0001$ ), y con un menor consumo de tiempo en los grupos de anestesia regional ( $P < 0,0001$ ).

	Anestesia									
	AGML		AGRM		ALR		ALRE		Local	
	Median	25 - 75 P	Median	25 - 75 P	Median	25 - 75 P	Median	25 - 75 P	Median	25 - 75 P
Tiempo URPA	60	60,000 - 90,000	90	60,000 - 120,000	55	32,500 - 82,500	45	30,000 - 60,000	5	5,000 - 10,000

Tabla 35. Tiempos de estancia en URPA según tipo de anestesia

## Resultados relativos a la estancia hospitalaria y la mortalidad en el grupo estudiado

### Resultados relativos a la estancia hospitalaria

En el estudio de la **estancia hospitalaria** se constata en primer lugar que no tiene una distribución normal. La estancia hospitalaria fue significativamente mayor en el grupo de cirugía traumatológica que en el de cirugía ortopédica ( $P < 0,0001$ ). La mediana de la estancia fue de dos días en la cirugía ortopédica y de 5 días en la cirugía traumatológica.

	Tipo_Patología							
	Ortopedia				Trauma			
	N	Mean	Median	25 - 75 P	N	Mean	Median	25 - 75 P
<b>Estancia_hospitalaria</b>	33	2,788	2	2,000 - 4,000	212	6,042	5	3,000 - 7,000

Tabla 36. Estancia hospitalaria según tipo de patología

No existieron diferencias estadísticamente significativas en la estancia hospitalaria entre los distintos grupos de anestesia.

A través del *análisis de la varianza* se observó que los pacientes con un mayor ASA tienen una estancia hospitalaria mayor ( $P=0,041$ ). Segregando según el tipo de patología esta diferencia en el aumento de la estancia hospitalaria es significativa en el grupo de patología traumatológica ( $P=0,016$ ) y no en el de cirugía ortopédica.

Estudiando estos datos desde la perspectiva etaria y de género este aumento de estancia es significativo en mujeres con un ASA igual o superior a II y de edad igual o superior a 50 años ( $P=0,041$ ) no siendo así en hombres. Para los pacientes con edad superior a 65 años, del mismo modo solamente las mujeres con ASA igual o superior a II mostraron un aumento significativo de la estancia hospitalaria ( $P=0,023$ ).

Resultados similares se obtienen en la estancia hospitalaria cuando se valora la influencia de la comorbilidad en la estancia hospitalaria según el Índice de Charlson-Deyo. Los pacientes con un índice de Charlson-Deyo mayor o igual a dos tienen un aumento significativo de la estancia hospitalaria ( $P=0,014$ ), y los subgrupos con un aumento en la estancia hospitalaria significativo han sido: los pacientes con patología traumatológica ( $P=0,016$ ) las mujeres de edad igual o superior a 50 años ( $P=0,001$ ) y en los de edad igual o mayor de 65 años sólo los pacientes de sexo femenino ( $P=0,023$ ).

Para evaluar la influencia de los índices de riesgo anestésico, la comorbilidad o la presencia de complicaciones en la estancia hospitalaria (estudiando los casos con una estancia superior a la mediana) se utilizó un *análisis de regresión logística*, tanto en el grupo de cirugía ortopédica como en el grupo de cirugía traumatológica encontrando un aumento de estancia hospitalaria para estos factores sólo en el grupo de cirugía traumatológica como se muestra a continuación en las tablas 37 y 38.

Variable	Regression Coefficient	Std. Error	P
ASA_mayor que II	1,38629	0,69222	0,0452
Indice_Charlson_mayor_o_igual_2	1,38629	0,69222	0,0452
Complicaciones	1,68466	0,43702	0,0001

Tabla 37. Análisis de regresión logística de los factores que aumentan la estancia hospitalaria en cirugía traumatológica

Variable	Odds ratio	95% CI
ASA_mayor que II	4	1,0300 to 15,5342
Indice_Charlson_mayor_o_igual_2	4	1,0300 to 15,5342
Complicaciones	5,3906	2,2890 to 12,6952

Tabla 38. Análisis de regresión logística de los factores que aumentan la estancia hospitalaria en cirugía traumatológica. Odds ratio

## Resultados de mortalidad

La mortalidad en el grupo estudiado fue baja.

Hubo 5 casos del grupo estudiado que fallecieron en el período de estudio.

No hubo ninguna muerte postoperatoria (se define como aquella que ocurre en las primeras 6 semanas del postoperatorio). Cuatro ocurrieron durante el primer año y una más allá del año. De los cinco casos fallecidos todos eran de edad superior a 65 años y 4 fueron hombres.

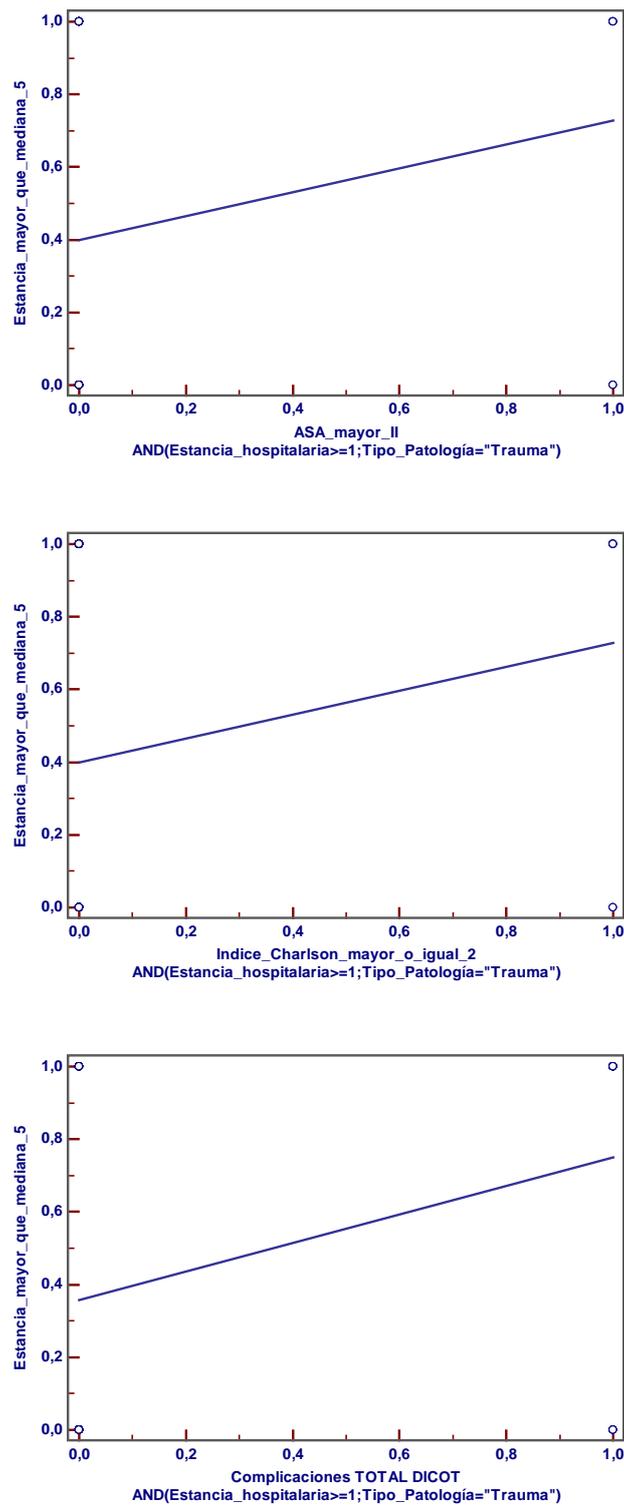


Imagen 33. Representación gráfica de los modelos de regresión lineal para los factores que influyen en una estancia hospitalaria mayor

Discusión



## Discusión del método

En esta tesis doctoral se pretende evaluar la eficiencia de la implantación de una tecnología sanitaria no utilizada previamente en una parte de la asistencia sanitaria de un servicio de anestesiología, en este caso la ALRE en un quirófano polivalente de Cirugía Ortopédica y Traumatológica.

Lo que se ha pretendido es realizar una evaluación de una tecnología sanitaria sin basarse exclusivamente en los criterios de eficiencia derivados de la evaluación económica, sino como análisis de un sistema de trabajo que pretende ofrecer a disposición de los usuarios y del sistema sanitario aquellos avances que permitan una asistencia de más calidad, tanto en la asistencia individualizada a cada paciente como en la organización y planificación de trabajo de un bloque quirúrgico.

La evaluación económica de tecnologías sanitarias es una herramienta de gestión sanitaria en sus estrategias de asignación de recursos sanitarios y de adopción de nuevas tecnologías (74).

Por *tecnología sanitaria* se entiende cualquier método utilizado para promocionar la salud, prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades, o mejorar la rehabilitación o los cuidados sanitarios a largo plazo. En este contexto, el término tecnología no se refiere únicamente al análisis de la utilización de la ecografía en el ámbito de la anestesia regional, sino que incluye además evaluaciones relativas a las posibles mejoras en la organización de la actividad de un bloque quirúrgico derivadas de las mejoras asistenciales que conlleva una nueva técnica, como puede ser una mejora en la gestión del tiempo quirúrgico o del consumo de recursos de la URPA.

Se recomienda al evaluar una tecnología sanitaria compararla como mínimo, con la práctica clínica habitual. Aunque parezca obvio, es razonable subrayar que un análisis de una tecnología es un procedimiento comparativo, es decir se evalúa el posible beneficio de una intervención sanitaria en comparación con otra. La tecnología de comparación debe ser la utilizada en la práctica clínica habitual antes de la introducción de la nueva tecnología, o la utilizada en un mayor número de pacientes, en el caso que nos concierne se compara la ALRE con los distintos tipos de anestesia general (AGRM; AGML); es decir, el comparador es la alternativa que sería reemplazada.

En lo respectivo a la justificación del tipo de evaluación elegida se han elegido dos tipos de estudios, coste-beneficio para evaluar el coste monetario de las distintas técnicas anestésicas y coste-efectividad para evaluar la eficiencia en la gestión del

tiempo controlado por el anestesiólogo (ACT) en quirófano y la eficiencia en la gestión de los recursos de la URPA para cada técnica.

El análisis de coste-beneficio puede entrañar una mayor dificultad al requerir una valoración monetaria apropiada de los efectos de las intervenciones realizadas. En el caso de esta tesis doctoral, los costes tanto de la intervención realizada como de los resultados son factibles de medir ya que se evalúa un consumo de recursos humanos y materiales que es tangible y medido por el sistema. El concepto de amortización del coste de la tecnología (en este caso el coste del ecógrafo) se discute posteriormente en la discusión de los resultados.

En esta tesis doctoral no se ha realizado una evaluación de la efectividad de la ecografía en la anestesia regional del plexo braquial ya que esta es una técnica que ya ha demostrado su efectividad(84)(85)(86)(87)(88)(89).

En cambio, sí se realiza un análisis coste-efectividad en términos de evaluación de la gestión del tiempo de utilización de un quirófano y del consumo de recursos de la URPA con vistas a mejorar la planificación de la actividad de un bloque quirúrgico.

Al analizar la efectividad de una intervención evaluamos los resultados obtenidos mediante la aplicación en condiciones reales; es decir, aplicada a un grupo real de pacientes sujetos a comorbilidad y en situaciones clínicas reales que distan de lo que es un estudio de eficacia, en el cual se aplica una tecnología sanitaria en condiciones ideales (fundamentalmente en el ámbito de ensayos aleatorizados controlados en los cuales se sigue un protocolo estricto en manos del personal clínico investigador y sobre un grupo de pacientes seleccionado). Los análisis coste-efectividad son un tipo de análisis frecuente ya que sus medidas de resultados se obtienen de la gestión y de la práctica clínica y diaria.

Por otra parte, siguiendo las recomendaciones de la NICE (4) hemos analizado todo el proceso asistencial intentando detectar el posible impacto beneficioso de esta tecnología en los pacientes a lo largo de su proceso quirúrgico así como el posible impacto en la dinámica de trabajo y en la organización de la asistencia para este proceso.

En cuanto a la interpretación de resultados, estos han sido analizados teniendo en cuenta la distribución etaria y de sexo y también los datos clínicos más relevantes para evaluar si los posibles efectos beneficiosos de la técnica se aplican con equidad a los diferentes subgrupos que pueda haber en la población de estudio.(75)

Los resultados se han intentado describir con la mayor claridad posible para facilitar la reproducción del estudio y la posibilidad de contrastar estos resultados con otras poblaciones de estudio.

Por último, en cuanto a las limitaciones del estudio realizado en esta tesis doctoral, hay que señalar dos aspectos que podían haberse evaluado; la evaluación de la calidad de la analgesia postoperatoria en los distintos grupos de anestesia realizada y la aceptabilidad de la técnica entre los distintos grupos de profesionales implicados. En lo que se refiere a la evaluación de la analgesia postoperatoria, en el período estudiado no había un sistema de registro adecuado de los datos necesarios para registrar la actividad y la evaluación del dolor postoperatorio. Este ha sido el motivo de no analizar la analgesia postoperatoria en este estudio, no obstante, la realización de esta tesis doctoral ha sido un estímulo para desarrollar un sistema de registro informatizado de la actividad de analgesia postoperatoria en el hospital Rafael Méndez, que unido a lo que ya disponemos en el Servicio Murciano de Salud, (el registro informatizado de la evaluación del EVA también denominado “la 5ª constante”) permite una mejor y más precisa recogida de datos con lo cual podrá ser el objeto de futuras tesis doctorales.

Otro de los aspectos evaluables es la evaluación de la aceptabilidad y la preferencia de una técnica entre los profesionales que la realizan y los de su entorno (4), pero he considerado que esto también podría, por sí solo, ser objeto de otro trabajo de investigación.

## Discusión de los resultados

### Discusión de los resultados de los objetivos primarios del estudio

Tras analizar los datos de esta tesis doctoral, en este grupo estudiado, la anestesia loco-regional ecoguiada (ALRE) es una técnica más eficiente que las técnicas de anestesia general con las que se realiza la comparación, ya que en un 99% de los casos ha permitido realizar el proceso quirúrgico, con un menor coste medio y con una utilización más eficiente de los tiempos de utilización de quirófano y los tiempos de estancia en la URPA.

Diversos artículos previos han evaluado los costes en anestesia regional, pero lo hacen evaluando un solo tipo de bloqueo del miembro superior ecoguiado bien en comparación con anestesia general o bien con la técnica de anestesia regional guiada por neuroestimulación (85–87).

El único estudio previo que evalúa la utilización de anestesia regional ecoguiada y su impacto en la eficiencia de una manera global y en los posibles beneficios en la gestión hospitalaria de la cirugía ambulatoria o cirugía con ingreso fue el realizado por Spencer Liu y cols(90) sobre un modelo de coste por paciente con datos obtenidos de publicaciones previas y datos económicos de su institución.

Esta tesis doctoral se evalúa la eficiencia de la ALRE en el miembro superior en un entorno clínico real, analizando los resultados de la actividad quirúrgica diaria, lo cual puede facilitar la reproducción del estudio en otros bloques quirúrgicos y facilitar la realización de ciclos de mejora.

En relación al coste-beneficio de una técnica, se deben tener en cuenta dos aspectos: el ahorro en coste directo y la posibilidad de amortización. En esta muestra, el coste medio de una ALRE ha sido significativamente menor que el de una AGRM ( $p < 0,001$ ) o de una AGML ( $p < 0,001^{***}$ ). La diferencia media en euros por acto es de 105.63 € entre una ALRE y una AGRM y de 38.9 € entre una ALRE y una AGML.

Actualmente se puede conseguir un equipo de ecografía por menos de 30000 €(91). Dependiendo la marca y las prestaciones los equipos pueden oscilar entre 9000 y 38000 € aproximadamente. En un quirófano de cirugía ortopédica y traumatológica polivalente, como el del Hospital Rafael Méndez, durante la actividad quirúrgica realizada en el período de estudio (23 meses) se ha conseguido un ahorro de entre 2139€ y 5809.65€ solamente con la actividad de un solo anestesiólogo, realizada en una parte proporcional del trabajo de esa sala quirúrgica, (ya que sólo realizaba la actividad los días que en proporción era programado en el quirófano de Traumatología

con una distribución equitativa dentro del servicio). Con este nivel de actividad de ALRE, se puede producir la amortización del aparato en el tiempo de vida útil, que suele ser de unos ocho años, con la actividad de un solo anestesiólogo. Todo aumento que se produjera de la utilización de ALRE mediante la implantación de la técnica y la utilización por el resto del servicio aceleraría el proceso de amortización.

La posibilidad de ahorro potencial en este período de estudio si todas las AGML se hubieran realizado con ALRE sería de 1983 € y si hubiera ocurrido lo mismo con todas las AGRM sería de 13520.64 euros. Es decir *podría haberse producido la amortización de la compra del aparato en aproximadamente una cuarta parte de la vida útil del mismo sólo con la actividad programada de cirugía del miembro superior*. A partir de la amortización, toda actividad que implique un beneficio en costes de la realización de esta técnica supondría un beneficio económico para el sistema sanitario.

Entre una AGRM y una AGML existe una diferencia significativa de coste medio por acto de 66.73 €. Evaluando el porqué del sobrecoste en el grupo de AGRM se observó que la mayor parte del gasto era debido la suma del coste del relajante muscular y el reversor del relajante muscular.

Referente a los costes de material fungible también se observó diferencias significativas entre los grupos, ya que en el grupo AGML la mascarilla laríngea y en el grupo de ALRE las agujas especiales de punción ecoguiada suponen un coste más elevado de material fungible que el del tubo orotraqueal utilizado en el grupo AGRM, pero estas diferencias no implican un aumento global del coste de la técnica.

En lo relativo a la utilización del tiempo disponible para cada programación quirúrgica, en primer lugar se constató una vez más que el principal determinante del consumo de tiempo de una programación quirúrgica es el tiempo utilizado por los servicios quirúrgicos o SCT. El tiempo controlado por el anestesiólogo (ACT) es una pequeña parte del tiempo de programación de una sala quirúrgica.

En cuanto a las diferencias de tiempo de realización entre las distintas técnicas anestésicas el ACT era significativamente menor en el grupo de ALRE que en los grupos AGRM y ALRE, esta diferencia de tiempo es debida fundamentalmente al ACT<sub>2</sub>, ya que las técnicas regionales no precisan, a diferencia de la anestesia general en sus distintas modalidades, de un tiempo de educación anestésica en el cual el paciente ha de pasar del estado inconsciente al estado consciente. En la anestesia regional, el tiempo de utilización de quirófano termina con el tiempo quirúrgico.

La AGRM requiere, antes de pasar del estado de inconsciencia al estado de consciencia, la reversión de la relajación muscular. No hubo diferencias significativas en el consumo de tiempo entre el grupo AGRM y AGML (en el grupo AGML no se utilizó relajante muscular), esto es debido a que el tiempo de reversión con el sugammadex del relajante muscular utilizado (rocuronio); es de unos 5 minutos, con lo que se mejoraría el tiempo de reversión del relajante muscular en comparación con la utilización de otra combinación relajante muscular - reversor y anularía las diferencias(92).

La disponibilidad de más tiempo sin utilizar en la programación quirúrgica puede repercutir positivamente en la realización de más intervenciones por jornada quirúrgica. Como se ha comentado anteriormente en el capítulo de planificación operativa del bloque quirúrgico (ver página 100), se necesitaría liberar en global una hora de tiempo de utilización de una sala quirúrgica para aumentar la programación diaria en una intervención quirúrgica adicional, que, obviamente, se ajustaría a los tiempos quirúrgicos disponibles.

La ALRE permite un menor consumo del tiempo de recuperación en la URPA, esta circunstancia puede mejorar la dinámica de trabajo de un BQ, ya que la actividad de los bloques quirúrgicos crece siempre más rápido que su estructura (debido a una mejor programación, a jornadas extraordinarias, etc.) y una adecuada disponibilidad de camas de URPA donde se realizan los cuidados postoperatorios inmediatos disminuiría las suspensiones por falta de camas de cuidados postoperatorios. La ALRE permite todo lo anterior sin disminuir la calidad de la atención ya que se conseguiría un alta de la URPA con los mismos criterios de calidad (puntuación de Aldrete) que en los grupos de anestesia general con una estancia menor en tiempo.

## Discusión de los resultados de los objetivos secundarios

Discusión de los resultados de las características demográficas, biológicas y clínicas

Analizando los resultados se ha observado que la actividad del quirófano ha sido fundamentalmente en el ámbito de la cirugía traumatológica; esto es así en el Hospital Rafael Méndez como consecuencia del bajo ratio de quirófanos por habitante que presenta (disponemos de sólo 6 quirófanos para una población de 167000 habitantes) lo cual hace que parte de la actividad, fundamentalmente la cirugía ortopédica sea derivada a centros concertados.

La edad media de los pacientes del grupo más numeroso, la cirugía traumatológica del miembro superior, fue de  $53.1 \pm 19.12$  años. Esta edad media es menor a la de la Joaquín García Ferreira

patología traumatológica más frecuente, la fractura de cadera, que, por ejemplo, en el año 2008 en España en los pacientes atendidos con fractura de cadera en los hospitales del SNS fue de 80,46 años (82,13 en mujeres y 75,71 en hombres)(93).

Analizando demográficamente el grupo estudiado lo que se ha observado es que a diferencia de la fractura de cadera, en que la proporción mujeres hombres es 3:1 en nuestra área de salud la distribución por sexos varía según el grupo de edad. Se ha encontrado un porcentaje mayor de patología traumatológica en varones de menos de 50 años y en mujeres de edad igual o superior a 50 años. El aumento de fracturas de miembros superior en pacientes jóvenes se explicaría en el contexto de una mayor actividad, laboral o deportiva que hace que sufran caídas accidentales y fracturas de miembro superior. En el caso del sexo femenino el pico de incidencia de fracturas coincide con la edad osteoporótica.

Otro posible factor a analizar en la fractura osteoporótica del miembro superior en las mujeres son las caídas y su asociación a la toma de psicofármacos. En nuestra población femenina se ha encontrado un porcentaje significativamente superior ( $p < 0,0005$ ) de tratamiento con psicofármacos cuando se compara con el sexo masculino: un 32,66% de las pacientes tomaban al menos un psicofármaco frente al 14,68% de los varones. Analizando los distintos subgrupos de edad del sexo femenino no hubo diferencias significativas en el porcentaje de toma de psicofármacos aunque se ha constatado un porcentaje del 42.1% de pacientes mayores de 65 años que tomaban al menos un psicofármaco. Existen meta-análisis publicados (94,95) que relacionan el consumo de benzodiacepinas y antidepresivos con un aumento moderado y clínicamente significativo de todo tipo de fracturas. Según los datos de la AEMPS en España el consumo de benzodiacepinas y de ISRS ha aumentado un 113% y un 159.3%, respectivamente, en los últimos años.

Un estudio más exhaustivo de nuestra área de salud sería necesario para ver si, sobre todo con las benzodiacepinas se siguen las recomendaciones del Ministerio de Sanidad sobre su utilización en el anciano en cuanto a selección de benzodiacepina necesaria y duración del tratamiento según el diagnóstico (96) (97)(98) Del mismo modo debería hacerse un seguimiento de la adecuación de las indicaciones y duración del tratamiento para todos los fármacos psicótrpos asociados a aumento de caídas.

Hay que remarcar el bajo porcentaje de diagnóstico previo de osteoporosis en la población susceptible(99). Cuando la OMS consensuó los criterios diagnósticos, se pretendía que un 30% de las mujeres postmenopáusicas fuese diagnosticada de osteoporosis. En nuestra muestra de población estudiada, solamente el 12.5% de

pacientes con edad mayor a 50 años y el 17.2% de los mayores de 65 años tenían previamente realizado el diagnóstico de osteoporosis mediante un criterio densitométrico (que se detecte un valor de DMO inferior a  $-2,5 T$  en cualquiera de las siguientes localizaciones: cuello femoral, cadera total, región trocantérea y columna lumbar) y/o clínico, (el padecimiento previo de una fractura osteoporótica). No hubo diferencias significativas en el porcentaje de pacientes diagnosticados de osteoporosis entre sexos.

Se considera fractura osteoporótica aquella que cumple dos requisitos, ser desproporcionada al traumatismo sufrido y no identificar otro factor que pueda explicar la fractura. Hay otros dos aspectos cuya consideración facilita la valoración de una fractura como osteoporótica. El primero está constituido por la existencia de factores de riesgo propios de la osteoporosis (vejez, sexo femenino, tratamiento esteroideo, etc). El segundo consiste en el hecho de que la fractura se haya desarrollado en uno de los huesos que típicamente se fracturan en esta enfermedad, cadera, cuerpo vertebral y muñeca.

El diagnosticar la osteoporosis cuando ya se ha producido una complicación, en este caso la fractura de miembro superior no es la situación más deseable. Habría que plantearse desde un punto de vista de estrategia sanitaria predictiva del área de salud si se está evaluando el diagnóstico de osteoporosis mediante un estudio densitométrico en las situaciones recomendadas, que en Europa sería en el grupo de mujeres postmenopáusicas con factores de riesgo.

Discusión de los aspectos etarios en la realización de ALRE

La ALRE se ha podido realizar en el 99% de los casos independientemente de la edad, sexo y cualquier otra característica. El bloqueo de plexo braquial mediante anestésicos locales es el que más acerca a lo que sería la anestesia ideal para la realización de la cirugía de miembro superior: efectiva en situaciones clínicas reales, sin producir cambios fisiológicos en el enfermo (al contrario que la anestesia general), asumible en costes por el sistema y con la posibilidad de ofrecer la ventaja de la analgesia postoperatoria. También es segura, al igual que hoy en día la realización de anestesia general en sus distintas modalidades, como lo demuestra el bajo porcentaje de complicaciones anestésicas en el presente estudio (2.7%).

Discusión de la influencia del envejecimiento, la distribución por sexos, la presencia de complicaciones y otras características clínicas en la estancia hospitalaria y la mortalidad

En primer lugar, no existieron diferencias estadísticamente significativas en la estancia hospitalaria entre los distintos grupos de anestesia; esto se puede razonar por dos causas: la primera, que en una anestesia sin complicaciones en una cirugía de entidad moderada el proceso de recuperación anestésico sucede en la mayoría de los casos en pocas horas; y la segunda, siendo esta el factor más importante, el manejo del postoperatorio tardío, que en las plantas de ingreso hospitalario lo realizan los servicios quirúrgicos, luego, la decisión del alta hospitalaria depende de ellos.

Los grupos de pacientes que han presentado una estancia hospitalaria superior a la mediana han sido bien aquellos pacientes con un índice de riesgo anestésico (status ASA) o un índice de comorbilidad (Charlson - Deyo) elevado, bien aquellos que han presentado algún tipo de complicación.

La utilización de índices de comorbilidad, en concreto del Índice de Charlson - Deyo para predecir ciertos pronósticos en gestión sanitaria es ya conocida y este índice en concreto de los más utilizados para ello (81)(100).

El resultado novedoso ha sido que la clasificación ASA, que es un índice de riesgo anestésico, demuestra de forma significativa (y en los mismos subgrupos de población, como se verá a continuación) que pacientes con un aumento de clase ASA tienen una estancia hospitalaria superior. Esto puede tener su importancia clínica. Si bien el índice de Charlson - Deyo es un índice de comorbilidad y la clasificación ASA de riesgo anestésico y miden cosas distintas, ambos pueden predecir un aumento de la estancia hospitalaria en este grupo estudiado. Teniendo en cuenta que la estratificación ASA se debe realizar en todos los pacientes que van a ser sometidos a una intervención quirúrgica, la valoración en este caso de la relación entre un ASA elevado y la estancia hospitalaria prolongada aportaría un dato interesante para la gestión hospitalaria sin necesidad de realizar ninguna determinación extra (ya que el índice de Charlson -Deyo no se registra de rutina en el sistema nacional de salud).

Segregando los subgrupos etarios y de sexo, el aumento de estancia es significativo en mujeres de edad superior a 50 años ( $p=0.041$ ) y sobre todo de más de 65 años ( $p=0.016$ ) que presentan un ASA o un índice de comorbilidad elevado, sometidas a cirugía traumatológica del miembro superior. Estos datos pueden ayudar a una mejor gestión de la ocupación de camas hospitalarias ya que en pacientes sometidos a

cirugía de miembro superior estos datos pueden ayudar a predecir el subgrupo con una estancia hospitalaria mayor.

#### Discusión resultados de mortalidad

La mortalidad fue baja en el grupo estudiado y en ninguno de los casos fue una muerte postoperatoria (ver pág.145). Solo hubo una muerte intrahospitalaria de las cinco en una paciente de sexo femenino por una complicación respiratoria, pasadas más de 6 semanas del postoperatorio a raíz de un ingreso prolongado por una infección de la herida quirúrgica. Cuatro de los cinco casos ocurrieron durante el primer año y uno después del año, con lo cual la mortalidad no se puede achacar al proceso quirúrgico ni anestésico. La tasa de mortalidad fue superior en hombres.

La mortalidad fue del 1.7%, siendo del 1.4% para los pacientes con fractura del miembro superior y del 2.6% en el grupo de cirugía ortopédica. Este aumento de mortalidad en el grupo de cirugía ortopédica puede explicarse por un sesgo de selección; los pacientes que son intervenidos de cirugía ortopédica en nuestro centro son pacientes de alto riesgo que han sido rechazados por este motivo de los centros concertados.

En comparación con otro tipo de fracturas, como la de cadera, las fracturas de miembro superior tienen una mortalidad menor. La mortalidad hospitalaria en España por fractura de cadera en 2008 fue del 5.5%. (93) y en cuanto a la mortalidad anual, según las series estudiadas puede oscilar entre el 14 y el 36%(101). También en la cadera la mortalidad es mayor en varones.

**Conclusiones**



La conclusión principal de esta tesis doctoral es que la ALRE es una técnica anestésica adecuada para la implantación en la cartera de servicios a nivel de la anestesia en cirugía de miembro superior. Es efectiva, eficiente y proporciona una atención de calidad con unos niveles de coste para la administración amortizables.

### Conclusiones de los objetivos principales del estudio

En la cirugía del miembro superior en nuestra muestra estudiada:

1. La ALRE es una técnica eficiente en términos costo-beneficio cuando se compara con las distintas técnicas estudiadas de anestesia general.
2. El mayor consumo del tiempo disponible de una programación quirúrgica se produce por el tiempo utilizado por el servicio quirúrgico para intervenir al paciente (SCT).
3. La ALRE es una técnica costo-efectiva en la gestión del tiempo de utilización de una programación quirúrgica en cirugía de miembro superior. La realización de ALRE permite la optimización de la utilización del tiempo disponible para programar una sala quirúrgica ya que el ACT es significativamente menor en el grupo de ALRE.
4. La ALRE también es una técnica con una relación coste-efectividad adecuada en la gestión del consumo de recursos en una URPA, ya que permite una disminución del tiempo de estancia en estas unidades y una mayor disponibilidad de recursos postoperatorios sin disminuir la calidad de atención.

### Conclusiones de los objetivos secundarios

1. Existe un porcentaje inferior de diagnóstico previo de osteoporosis en población diana del que cabría esperar si se aplicaran los criterios diagnósticos de la OMS a la población susceptible de ello en el área III de salud.
2. La anestesia en la cirugía de miembro superior tiene un bajo porcentaje de complicaciones anestésicas en nuestra muestra. Solamente en un 2.7% de los casos (n=8) hubo algún tipo de complicación y no hubo ninguna muerte intraoperatoria.
3. *Los pacientes con un ASA más elevado presentan una estancia hospitalaria mayor.*
4. *Los pacientes con un índice de comorbilidad (Índice de Charlson – Deyo) elevado presentan una estancia hospitalaria mayor.*
5. Las pacientes de sexo femenino, a partir de una edad superior a 50 años y sobre todo a 65 años y un índice de comorbilidad o de riesgo anestésico elevado sometidos a cirugía traumatológica del miembro superior presentan un

aumento significativo de la estancia hospitalaria respecto al resto de subgrupos intervenidos de cirugía del miembro superior.

**Anexos**



## ANEXO I.- Grupos relacionados con el diagnóstico-GRD) del Sistema musculoesquelético y tejido conjuntivo

### CDM 8. Sistema musculoesquelético y tejido conjuntivo.

#### Sustitución de cadera excepto por complicaciones.

**Código GRD:** 818

**Peso:** 3.7557

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad del sistema musculoesquelético y tejido conectivo excepto complicaciones a los que se les ha implantado durante el ingreso actual una prótesis parcial o total de cadera o a los que se le ha realizado una revisión quirúrgica de una prótesis de cadera previamente implantada. Básicamente clasifica a los pacientes que, no habiendo ingresado por una complicación de una prótesis articular previamente implantada, se les implanta una prótesis de cadera.

#### Sustitución de cadera por complicaciones.

**Código GRD:** 817

**Peso:** 4.4649

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una artritis séptica de miembro inferior, fractura patológica de fémur, tibia o peroné o bien por una complicación mecánica, infección o inflamación u otra complicación de una prótesis articular u otro dispositivo ortopédico interno a los que se les ha implantado durante el ingreso actual una prótesis parcial o total de cadera o a los que se les ha realizado una revisión quirúrgica de una prótesis de cadera previamente implantada. Básicamente clasifica a los pacientes ingresados por una complicación de una prótesis articular previamente implantada a los que se les implanta una prótesis de cadera.

#### Fusión vertebral anterior y posterior combinada, sin CC.

**Código GRD:** 807

**Peso:** 3.8534

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una artrodesis vertebral anterior y posterior combinadas.

#### Procedimientos sobre espalda y cuello excepto fusión espinal sin CC.

**Código GRD:** 758

**Peso:** 1.151

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o

traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre espalda o cuello excepto fusión espinal como: discectomía, descompresión del canal raquídeo o inserción de estimulador espinal.

**Fusión vertebral anterior y posterior combinada, con CC.**

**Código GRD:** 806

**Peso:** 6.5624

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una artrodesis vertebral anterior y posterior combinadas. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad.

**Desbridamiento de herida e injerto por herida abierta, trastorno musculoesquelético y tejido conectivo excepto mano.**

**Código GRD:** 790

**Peso:** 1.3373

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por heridas de los miembros con afectación tendinosa a los que se les ha practicado un desbridamiento excisional de herida o injerto de piel libre o pediculado (excepto de mano que se agrupan en el GRD 228 o el GRD 229).

**Reimplantación mayor de articulación y miembro de la extremidad inferior (excepto la cadera) por complicaciones.**

**Código GRD:** 789

**Peso:** 3.7023

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una artritis séptica de miembro inferior, fractura patológica de fémur o tibia o complicación de prótesis previamente implantada a los que se les ha practicado en el ingreso actual una implantación de prótesis de rodilla o tobillo o una revisión de las mismas o una reimplantación de miembro inferior. No se clasifican en este GRD los pacientes a los que se les ha implantado una prótesis parcial o total de cadera o a los que le ha realizado una revisión quirúrgica de una prótesis de cadera que, si han ingresado por una complicación de una prótesis previamente implantada se clasifican en el GRD 817.

**Procedimientos sobre espalda y cuello excepto fusión espinal con CC.**

**Código GRD:** 757

**Peso:** 1.8482

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre espalda o cuello excepto fusión espinal como: discectomía, descompresión del canal

raquídeo o inserción de estimulador espinal. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad como: compresión de médula espinal lumbar o infección urinaria.

**Fusión vertebral sin CC.**

**Código GRD:** 756

**Peso:** 1.9472

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una artrodesis vertebral.

**Fusión vertebral con CC.**

**Código GRD:** 755

**Peso:** 3.2046

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una artrodesis vertebral.

Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad.

**Osteomielitis, artritis séptica y trastornos del tejido conectivo con CC Mayor.**

**Código GRD:** 561

**Peso:** 4.374

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por osteomielitis, artritis séptica o enfermedad del tejido conectivo y que, además, tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad mayor como: neumonía, insuficiencia respiratoria aguda, úlcera de decúbito o insuficiencia renal aguda. También se considera complicación mayor haber precisado marcapasos temporal, gastrostomía, enterostomía, nutrición enteral o parenteral, intubación endotraqueal o ventilación mecánica por determinadas situaciones clínicas. Los diagnósticos que más frecuentemente motivan el ingreso de estos pacientes son: metástasis ósea, fractura patológica de vértebra, artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico o amiloidosis.

**Trastornos musculoesqueléticos excepto osteomielitis, artritis séptica y trastornos del tejido conectivo con CC Mayor.**

**Código GRD:** 560

**Peso:** 2.567

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético (excepto osteomielitis, artritis séptica y trastornos del tejido conectivo) que, además, tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad mayor como: neumonía, insuficiencia respiratoria aguda, úlcera de

decúbito o bacteriemia. También se considera complicación mayor haber precisado marcapasos temporal, gastrostomía, enterostomía, nutrición enteral o parenteral, intubación endotraqueal o ventilación mecánica por determinadas situaciones clínicas. Los diagnósticos que más frecuentemente motivan el ingreso de estos pacientes son: fractura de fémur o de cualquier otro hueso, espondilopatía inflamatoria u osteoporosis.

**Procedimientos musculoesqueléticos no mayores con CC Mayor.**

**Código GRD:** 559

**Peso:** 4.4405

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención musculoesquelética no mayor y que, además, tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad mayor como: neumonía, insuficiencia respiratoria aguda, úlcera de decúbito o hematoma postoperatorio. Las intervenciones más frecuentemente practicadas a estos enfermos son: reducción de fractura con fijación interna de tibia, peroné, húmero, cúbito o radio, artroscopia, cirugía tendinosa, biopsia o injerto óseo o extracción de dispositivo de fijación.

**Procedimientos musculoesqueléticos mayores excepto articulación mayor bilateral o múltiple con CC Mayor.**

**Código GRD:** 558

**Peso:** 6.6713

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención mayor y que, además, tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad mayor como: neumonía, insuficiencia respiratoria aguda, úlcera de decúbito o hematoma postoperatorio. Las intervenciones más frecuentemente practicadas a estos enfermos son: implantación de prótesis de cadera o rodilla, reducción de fractura de fémur con fijación interna o desbridamiento excisional de herida.

**Procedimientos articulares mayores y de reimplantación de miembro en la extremidad superior.**

**Código GRD:** 491

**Peso:** 2.3472

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad del sistema musculoesquelético y tejido conectivo a los que se les ha implantado una prótesis de hombro o se les ha reimplantado el miembro superior.

**Otros diagnósticos del sistema musculoesquelético y tejido conectivo.**

**Código GRD: 256****Peso:** 0.7991

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad del sistema musculoesquelético y tejido conectivo como: neoplasia benigna de hueso o tejidos blandos, hallux valgus, pseudoartrosis, cuerpo extraño antiguo en tejidos blandos, enfermedad ósea inespecífica, déficit de longitud de fémur, luxación congénita de cadera o algoneurodistrofia. También se clasifican en este GRD los pacientes que ingresan por un efecto tardío de una fractura o para extracción de material de osteosíntesis. Hay que recordar que es un GRD médico, es decir, que agrupa a pacientes que no se operan en el episodio de ingreso actual. Si un paciente ingresa para extracción de material de osteosíntesis y se opera (se lo extraen) se clasifica en el GRD 230 (si es de cadera y fémur) o en el GRD 231 (si no es de cadera y fémur) o en el GRD 559 (si tiene una complicación o comorbilidad mayor).

**Procedimientos mayores sobre articulación miembro inferior, bilateral o múltiple.**

**Código GRD: 471****Peso:** 6.6055

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha implantado una prótesis de cadera, rodilla o tobillo bilateral o múltiple.

**Fractura, esguince, desgarró y luxación de brazo, pierna excluido pie. Edad < 18.**

**Código GRD: 255****Peso:** 0.4703

Es un GRD médico que agrupa a pacientes menores de 18 años ingresados por fractura, esguince o luxación a nivel de brazo o pierna, excepto pie, como fractura de húmero, clavícula, escápula, tibia o peroné.

**Fractura, esguince, desgarró y luxación de brazo, pierna excluido pie. Edad > 17 sin CC.**

**Código GRD: 254****Peso:** 0.6836

Es un GRD médico que agrupa a pacientes mayores de 17 años ingresados por fractura, esguince o luxación a nivel de brazo o pierna excepto pie como fractura de húmero, clavícula, escápula, tibia o peroné.

**Fractura, esguince, desgarró y luxación de brazo, pierna excluido pie. Edad > 17 con CC.**

**Código GRD: 253****Peso:** 1.3506

Es un GRD médico que agrupa a pacientes mayores de 17 años ingresados por fractura, esguince o luxación de brazo o pierna excepto pie como fractura de húmero, clavícula, escápula, tibia o peroné. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad como: fractura vertebral o enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

**Fractura, esguince, desgarro y luxación de antebrazo, mano y pie. Edad < 18.**

**Código GRD: 252**

**Peso: 0.4484**

Es un GRD médico que agrupa a pacientes menores de 18 años ingresados por fractura, esguince o luxación de antebrazo, mano y pie como fractura de cúbito, radio, carpo, metacarpianos, metatarsianos o falanges.

**Fractura, esguince, desgarro y luxación de antebrazo, mano y pie. Edad > 17 sin CC.**

**Código GRD: 251**

**Peso: 0.4438**

Es un GRD médico que agrupa a pacientes mayores de 17 años ingresados por fractura, esguince o luxación de antebrazo, mano y pie como fractura de cúbito, radio, carpo, metacarpianos, metatarsianos o falanges.

**Fractura, esguince, desgarro y luxación de antebrazo, mano y pie. Edad > 17 con CC.**

**Código GRD: 250**

**Peso: 0.8272**

Es un GRD médico que agrupa a pacientes mayores de 17 años ingresados por fractura, esguince o luxación de antebrazo, mano y pie como fractura de cúbito, radio, carpo, metacarpianos, metatarsianos o falanges. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad como enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

**Complicación de prótesis articular u otro dispositivo ortopédico interno.**

**Código GRD: 249**

**Peso: 1.199**

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por una complicación mecánica, infección o inflamación u otra complicación de una prótesis articular u otro dispositivo ortopédico interno o bien por una complicación tardía de muñón de amputación. Todos estos pacientes ingresados por una complicación en este GRD son los que no se operan en el episodio de ingreso actual ya que si se les operase se clasificarían en el GRD 789 (si no son de la cadera) o en el GRD 817 (si son de la cadera).

**Tendinitis, miositis y bursitis****Código GRD:** 248**Peso:** 0.6885

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por enfermedades como: tendinitis, miositis, bursitis, quiste sinovial poplíteo, Dupuytren, síndrome del manguito de los rotadores, sinovitis, absceso del psoas, isquemia muscular o rotura espontánea de tendón.

**Signos y síntomas del sistema musculoesquelético y tejido conectivo.****Código GRD:** 247**Peso:** 0.585

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por signos y síntomas como: dolor de extremidades, rigidez articular, mialgias o artralgias.

**Artropatías no específicas.****Código GRD:** 246**Peso:** 0.8575

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por monoartritis o poliartritis no especificadas.

**Enfermedades óseas y artropatías especificadas sin CC.****Código GRD:** 245**Peso:** 0.687

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por enfermedades como: artrosis de cadera o rodilla, osteoporosis, artropatía gotosa, osteocondrosis juvenil o artropatía asociada a infecciones u otras enfermedades.

**Enfermedades óseas y artropatías especificadas con CC.****Código GRD:** 244**Peso:** 1.163

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por enfermedades como: artrosis de cadera o rodilla, osteoporosis, artropatía gotosa, osteocondrosis juvenil o artropatía asociada a infecciones u otras enfermedades. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad como: fractura patológica de vértebra, infección urinaria, nefropatía hipertensiva con insuficiencia renal o insuficiencia renal crónica.

**Problemas médicos de la espalda.****Código GRD:** 243**Peso:** 0.7697

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por problemas médicos de la espalda como: hernia discal lumbar, fractura vertebral, lumbago, ciática, estenosis

espinal, espondilosis o espondilitis.

**Artritis séptica.**

**Código GRD:** 242

**Peso:** 1.248

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por artritis séptica.

**Trastornos del tejido conectivo sin CC.**

**Código GRD:** 241

**Peso:** 0.913

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad del tejido conectivo como: artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, amiloidosis, artritis reumatoide juvenil, polimialgia reumática, arteritis de células gigantes, artropatía psoriásica, dermatomiositis o poliarteritis nodosa.

**Trastornos del tejido conectivo con CC.**

**Código GRD:** 240

**Peso:** 1.542

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad del tejido conectivo como: artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, amiloidosis, artritis reumatoide juvenil, polimialgia reumática, arteritis de células gigantes, artropatía psoriásica, dermatomiositis o poliarteritis nodosa. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad como: infección urinaria, insuficiencia renal crónica o enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

**Fracturas patológicas y neoplasias malignas musculoesqueléticas y del tejido conectivo.**

**Código GRD:** 239

**Peso:** 1.982

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por fracturas patológicas, metástasis óseas o neoplasias primarias óseas o de tejidos blandos.

**Osteomielitis.**

**Código GRD:** 238

**Peso:** 1.9455

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por osteomielitis.

**Esguince, desgarro y luxación de cadera, pelvis y muslo.**

**Código GRD:** 237

**Peso:** 0.823

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por esguince o luxación de cadera o pelvis.

**Fracturas de cadera y pelvis.****Código GRD:** 236**Peso:** 1.5154

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por fractura de cadera o pelvis.

**Fracturas de fémur.****Código GRD:** 235**Peso:** 2.108

Es un GRD médico que agrupa a pacientes ingresados por fractura de fémur.

**Otros procedimientos quirúrgicos del sistema musculoesquelético y tejido conectivo sin CC.****Código GRD:** 234**Peso:** 1.457

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención como: biopsia de vaso sanguíneo o de nervio periférico, excisión de nervio periférico, implantación de bomba de infusión o de neuroestimulador periférico.

**Otros procedimientos quirúrgicos del sistema musculoesquelético y tejido conectivo con CC.****Código GRD:** 233**Peso:** 2.656

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención como: biopsia de vaso sanguíneo o de nervio periférico, excisión de nervio periférico, implantación de bomba de infusión o de neuroestimulador periférico. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad como infección urinaria.

**Artroscopia.****Código GRD:** 232**Peso:** 0.811

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una artroscopia diagnóstica. No se incluyen en este GRD los pacientes a los que se les ha practicado una corrección a través de una artroscopia.

**Excisión local y eliminación de dispositivo de fijación interna excepto de cadera y fémur.****Código GRD:** 231**Peso:** 1.357

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención de tibia, peroné, cúbito, radio o húmero como: excisión local de lesión ósea, extracción de dispositivo de fijación interna o extracción de hueso para injerto.

**Excisión local y eliminación de dispositivo de fijación interna de cadera y fémur.**

**Código GRD: 230**

**Peso: 1.2934**

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una excisión local de lesión ósea o una extracción de dispositivo de fijación interna de fémur.

**Procedimientos sobre la mano o la muñeca excepto procedimientos mayores articulares sin CC.**

**Código GRD: 229**

**Peso: 0.8115**

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre mano o muñeca excepto intervenciones articulares mayores. Las más frecuentes son: fasciectomía de la mano, excisión de ganglión, reparación de dedo en resorte, sutura de tendón, excisión de tendón, reducción de fractura con fijación interna, excisión de lesión de tejido blando o injerto óseo.

**Procedimiento mayor sobre pulgar o articulación u otros procedimientos sobre mano y muñeca con CC.**

**Código GRD: 228**

**Peso: 0.992**

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención mayor sobre el pulgar o sobre una articulación de mano, o bien, una intervención no mayor sobre mano o muñeca pero que además tenga otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad. Las intervenciones no mayores más frecuentes son artroplastia de pulgar y fasciectomía de la mano.

**Procedimientos sobre tejidos blandos sin CC.**

**Código GRD: 227**

**Peso: 0.9163**

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre tejidos blandos (excepto de la mano) como: sutura tendinosa, excisión de tejido blando, revisión de muñón, plastia de tendón, bursectomía o tenotomía.

**Procedimientos sobre tejidos blandos con CC.****Código GRD:** 226**Peso:** 1.7025

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre tejidos blandos (excepto de la mano) como: sutura tendinosa, excisión de tejido blando, revisión de muñón, plastia de tendón, burssectomía o tenotomía. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad como enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

**Procedimientos sobre el pie.****Código GRD:** 225**Peso:** 1.1299

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre el pie como: excisión de hallux valgus, reparación de dedo en martillo o en garra, alineación metatarsal o artrodesis interfalángicas.

**Procedimientos hombro, codo o antebrazo excepto procedimiento mayor articular sin CC.****Código GRD:** 224**Peso:** 0.8417

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención de hombro, codo o antebrazo excepto un procedimiento mayor articular. Las más frecuentes son: reducción abierta o cerrada con fijador interno de fractura de cúbito o radio, reparación de luxación recidivante de hombro u ostectomía parcial de cúbito o radio.

**Procedimientos mayores hombro/codo u otros procedimientos extremidad superior con CC.****Código GRD:** 223**Peso:** 0.89

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención mayor de hombro o codo u otras de extremidad superior. Las más frecuentes son: artroplastia de hombro o codo, reducción abierta o cerrada con fijador interno de fractura de cúbito o radio y reparación del manguito de los rotadores. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad como enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

**Procedimientos sobre rodilla sin CC.****Código GRD:** 222**Peso:** 1.0769

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención de rodilla (excepto implantación de prótesis) como: meniscectomía, reparación de ligamentos cruzados, patelectomía, sinovectomía o artrodesis de rodilla. Algunas de estas intervenciones pueden haber sido realizadas por vía artroscópica.

**Procedimientos sobre rodilla con CC.****Código GRD:** 221**Peso:** 1.675

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención de rodilla (excepto implantación de prótesis) como: meniscectomía, reparación de ligamentos cruzados, patelectomía, sinovectomía o artrodesis de rodilla. Algunas de estas intervenciones pueden haber sido realizadas por vía artroscópica. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad como enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

**Procedimiento extremidad inferior y húmero excepto cadera, pie y fémur. Edad < 18.****Código GRD:** 220**Peso:** 1.3816

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes menores de 18 años ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre húmero, tibia y peroné. Las más frecuentes son: reducción o fijación de fractura de dichos huesos, osteotomía o triple artrodesis.

**Procedimiento extremidad inferior y húmero excepto cadera, pie y fémur. Edad > 17 sin CC.****Código GRD:** 219**Peso:** 1.2802

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes mayores de 17 años ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre húmero, tibia y peroné. Las más frecuentes son: reducción o fijación de fractura de dichos huesos, osteotomía o triple artrodesis.

**Procedimiento extremidad inferior y húmero excepto cadera, pie y fémur. Edad > 17 con CC.**

**Código GRD:** 218

**Peso:** 2.3683

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes mayores de 17 años ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre húmero, tibia y peroné. Las más frecuentes son: reducción o fijación de fractura de dichos huesos, osteotomía o triple artrodesis. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad como: enfermedad pulmonar obstructiva crónica, pseudoartrosis o movilización de prótesis o de dispositivo de fijación interna.

**Desbridamiento de herida e injerto de piel (excepto herida abierta) por trastorno musculoesquelético y del tejido conectivo,...**

**Código GRD:** 217

**Peso:** 3.0034

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado un desbridamiento excisional de piel o injerto cutáneo libre o pediculado excepto de la mano. De este GRD se excluyen los pacientes ingresados por una herida exclusivamente de la piel pues se clasifican en un GRD del 280 al 282 (son GRD médicos) o los ingresados por una herida con afectación de tendón de miembro superior o inferior, pues son clasificados en el GRD 790. Los pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado un injerto de piel en la mano se clasifican en el GRD 228 si tienen complicaciones o comorbilidades, en el GRD 229 si no tienen complicaciones o comorbilidades, o en el GRD 559 si tienen complicaciones o comorbilidades mayores.

**Biopsias del sistema musculoesquelético y tejido conectivo.**

**Código GRD:** 216

**Peso:** 2.5881

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una biopsia ósea.

**Amputación por trastornos musculoesqueléticos y del tejido conectivo.**

**Código GRD:** 213

**Peso:** 2.909

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una amputación de miembro superior o inferior.

**Procedimientos de cadera y fémur excepto articulación mayor. Edad < 18.****Código GRD:** 212**Peso:** 2.0105

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes menores de 18 años ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre cadera o fémur excepto una intervención articular mayor. La más frecuente es la reducción abierta o cerrada de fractura de fémur con fijador interno.

**Procedimientos de cadera y fémur excepto articulación mayor. Edad > 17 sin CC.****Código GRD:** 211**Peso:** 2.1658

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes mayores de 17 años ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre cadera o fémur excepto una intervención articular mayor. La más frecuente es la reducción abierta o cerrada de fractura de fémur con fijador interno.

**Procedimientos de cadera y fémur excepto articulación mayor. Edad > 17 con CC.****Código GRD:** 210**Peso:** 3.3595

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes mayores de 17 años ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se les ha practicado una intervención sobre cadera o fémur excepto una intervención articular mayor. La más frecuente es la reducción abierta o cerrada de fractura de fémur con fijador interno. Además, estos pacientes tienen otro diagnóstico etiquetado de complicación o comorbilidad como: enfermedad pulmonar obstructiva crónica, anemia aguda posthemorrágica, movilización de prótesis o dispositivo de fijación interna, metástasis ósea o infección urinaria.

**Reimplantación mayor de articulación y miembro de la extremidad inferior excepto cadera, excepto por complicaciones.****Código GRD:** 209**Peso:** 3.4427

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una enfermedad o traumatismo musculoesquelético a los que se ha implantado una prótesis de rodilla o tobillo o reimplantación de miembro inferior. En este GRD no se clasifican los pacientes que ingresan por una artritis séptica de cadera, rodilla o tobillo, fractura patológica de fémur o tibia, o complicación de una prótesis previamente implantada pues se agrupan en el GRD 789. Tampoco se clasifican en este GRD a los pacientes a

los que, se les ha implantado una prótesis bilateral o múltiple de cadera, rodilla o tobillo pues se agrupan en el GRD 471.

**Reimplantación mayor de articulación y miembro de la extremidad inferior (excepto la cadera), por complicaciones.**

**Código GRD:** 789

**Peso:** 3.7023

Es un GRD quirúrgico que agrupa a pacientes ingresados por una artritis séptica de miembro inferior, fractura patológica de fémur o tibia o complicación de prótesis previamente implantada a los que se les ha practicado en el ingreso actual una implantación de prótesis de rodilla o tobillo o una revisión de las mismas o una reimplantación de miembro inferior. No se clasifican en este GRD los pacientes a los que se les ha implantado una prótesis parcial o total de cadera o a los que le ha realizado una revisión quirúrgica de una prótesis de cadera que, si han ingresado por una complicación de una prótesis previamente implantada se clasifican en el GRD 817.

## ANEXO II.- Niveles de cuidados postoperatorios

La atención postoperatoria es una parte primordial de la especialidad de Anestesiología y Reanimación.

Todos los pacientes que hayan recibido un procedimiento anestésico deben tener planificado el área de destino más probable y el protocolo específico de recuperación anestésica.

Existen dos niveles de atención postoperatoria que vienen definidos por el tipo de atención, Unidad de recuperación postanestésica (URPA) y Reanimación.

### Nivel de cuidados en la URPA

Es el primer nivel de atención de los cuidados postoperatorios. Suelen ser pacientes no complicados despiertos y estables. Los recursos humanos que se precisan en este nivel son de un facultativo para prestar asistencia y de una enfermera por cada tres pacientes de nivel I.

Se debe disponer de un número necesario de camas para atender las necesidades, este puede ser variable pero debe haber al menos 1,5 camas por cada quirófano (Protocolo de Auditoraciones Docentes, editado por el Ministerio de Sanidad y Consumo en 1988), que puede ser de hasta 1,75-2 si además hay cirugía de corta duración.

El espacio físico debe poseer un acondicionamiento adecuado a las necesidades.

Debe haber un mínimo de 10m<sup>2</sup> por cama con un volumen total de 2,5x3 el área de las camas.

Debe disponerse del material necesario para la atención de estos pacientes (bombas de perfusión, monitores, equipos respiradores, etc).

Cuando la estancia se prevea superior a 6 horas se requiere atención de nivel II o III (Reanimación postquirúrgica o cuidados críticos).

<b>Clasificación de pacientes y necesidades de enfermería</b>	
<b>Clase I</b>	Una enfermera por cada 3 pacientes no complicados despiertos y estables
<b>Clase II</b>	Una enfermera por 2 pacientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inconsciente pero estable</li> <li>• Pediátrico</li> <li>• Intervenido de cirugía mayor</li> </ul>
<b>Clase III</b>	Una enfermera por cada paciente que ingrese en la unidad y necesite soporte ventilatorio y /o hemodinámico. Una segunda enfermera debe estar localizada.

Tabla 39. Anexo II. Niveles de cuidados postoperatorios. Clasificación de pacientes y necesidades de enfermería

### **Traslado del quirófano a URPA**

El enfermo se traslada del quirófano a URPA en posición de decúbito supino acompañado por la enfermera y el anestesiólogo que indicará la monitorización. La Historia Clínica irá con el enfermo.

### **Actividades en URPA**

- A su llegada se aplicará un protocolo de ingreso
- La actividad a desarrollar incluye un plan de cuidados y la cumplimentación de la Historia Clínica / Hoja de Registro Quirúrgica
- Tras los cuidados el paciente cuando cumpla los criterios de alta irá a la planta de hospitalización o pasará a cuidados de 2º nivel.

### **Protocolo ingreso en URPA**

El ingreso en la URPA se considera de forma "clásica" el comienzo del post-operatorio o el final de la intervención quirúrgica como tal.

El alto índice de complicaciones "evitables" que ocurren durante este periodo ha obligado a poner especial énfasis en la protocolización de los controles necesarios para evaluar los sistemas básicos vitales, como la respiración o la circulación.

La evaluación inicial resulta de vital importancia para la "transferencia" de la situación del paciente desde el quirófano hasta su reanimación y en esta deben estar presentes el personal de enfermería, así como el médico que transfiere al paciente desde el quirófano y el que lo recibe en la unidad.

### Protocolo de ingreso en la URPA

- Identificación del paciente.
- Recepción de la información del plan cuidados quirúrgicos y HC/HRQ realizados por las enfermeras en quirófano.
- Comprobación de la zona de intervención, si procede.
- Evaluación del estado de apósitos quirúrgicos y localización de heridas.
- Test de Aldrette modificado.

Los principales aspectos que se deben evaluar en esta recepción del paciente serán:

• *Control y evaluación de la función respiratoria:*

- Extender y lateralizar la cabeza y el cuello (retirar almohada).
- Levantar la parte superior de la cama 45 grados. -Excepto en anestesia regional.
- Confirmar la presencia de ventilación espontánea y su eficacia. -Inspección de los movimientos de tórax y abdomen. -Auscultación respiratoria.
- Oxigenación: -SpO<sub>2</sub> > 95% ventilación con aire ambiente. -SpO<sub>2</sub> < 95% oxígeno con gafas nasales (3 L).
- -SpO<sub>2</sub> < 90% oxígeno con ventimask con o sin reservorio (FiO<sub>2</sub> de 50 a 90%).

• *Control y evaluación de la función cardio-circulatoria:*

- Estimación de la contracción cardíaca (rítmica o arrítmica). -Presencia de actividad eléctrica cardíaca (ECG). -Auscultación cardíaca.
- Presencia de pulso periférico mediante palpación a nivel radial, femoral o carotídeo.
- Estimación de la eficacia de la función cardio-circulatoria (medición de la tensión arterial).

• *Evaluación de la perfusión:*

- Color de la piel.
- Diferencia de temperatura: tórax / brazo y/o pierna.

*Medición de la temperatura.*

• *Posición del paciente:*

- Colocarlo en posición de anti-Trendelenburg (20° -30°). 45° en cirugía de abdomen superior.

- *Evaluación y control de la motilidad:*
  - Capacidad de movimiento como respuesta a órdenes verbales o estímulos.
  - Monitorización del bloqueo neuromuscular (solo ante sospecha de curarización residual).
  
- Evaluación y control de la consciencia y orientación:
  - Despierto.
  - Responde a estímulos verbales o de otro tipo.
  - No responde.

Permeabilidad de vías venosas y drenajes:

- Aspiración de sondas y drenajes abdominales y torácicos.

Una vez evaluada la situación inicial del paciente, debe continuar el proceso de recuperación de las funciones vitales.

### **Protocolo cuidados en URPA**

Una vez que el paciente ha sido ingresado en la URPA y se ha evaluado su situación inicial, se deberá controlar el proceso de "recuperación" de las funciones vitales, incluyendo el nivel de consciencia como exponente de la reversión de los efectos anestésicos. Para ello, y durante toda su estancia en la URPA, los pacientes permanecerán monitorizados y el orden de preferencia en la aplicación de los monitores al ingreso será el siguiente:

- 1.SpO2 en dedos de la mano o pabellón auricular.
- 2.Frecuencia y ritmo cardíaco (electrocardiograma continuo).
- 3.Presión arterial incruenta automática.
- 4.Temperatura cutánea en axila.

*Protocolo de cuidados y toma de constantes vitales*

- En la primera hora de estancia:
- Test de Aldrete. Toma de constantes vitales (SpO<sub>2</sub>, FC, TA y temperatura cutánea al ingreso y cada 15 minutos).
- En la segunda hora de estancia:
- Test de Aldrete. Toma de constantes vitales (SpO<sub>2</sub>, FC, TA y temperatura cutánea cada 30 minutos).
- En la tercera hora y siguientes:
- Test de Aldrete. Toma de constantes vitales (SpO<sub>2</sub>, FC, TA y temperatura cutánea cada 60 minutos).

**Test de Aldrete:**

La necesidad de mejorar la calidad del periodo post-anestésico reduciendo los efectos adversos post-operatorios, de estandarizar los protocolos de monitorización de la recuperación post-operatoria y de establecer unos criterios para el alta de la URPA, hizo pensar en establecer parámetros con dicho fin. Uno de los test más aceptados es el test de Aldrete, diseñado por JA Aldrete en los años 70 y revisado por él mismo en 1995. En dicho test se recogen los parámetros básicos que se deben contemplar en el periodo post-anestésico: la actividad, la respiración, la circulación, la consciencia y el color.

Esta valoración se considera, hoy por hoy, como el patrón básico para establecer un marco de seguridad en el seguimiento y, lo que resulta más importante, en el alta de un paciente de la unidad de Recuperación Postanestésica:

Modalidad	Puntos	Criterio
Actividad	2	Mueve las 4 extremidades.
	1	Mueve dos extremidades.
	0	No mueve las extremidades.
Respiración	2	Respira y tose normalmente.
	1	Dispnea o respiración limitada.
	0	Apnea.
Circulación	2	T.A. $\pm$ 20% nivel preanestésico.
	1	T.A. $\pm$ 20-50% nivel preanestésico.
	0	T.A. $\pm$ 50% nivel preanestésico.
Saturación	2	SpO <sub>2</sub> > 92% con aire ambiente.
	1	Necesario O <sub>2</sub> suplementario para mantener SpO <sub>2</sub> > 90% .
	0	SpO <sub>2</sub> < 92% con O <sub>2</sub> suplementario.
Consciencia	2	Completamente despierto.
	1	Despierta al llamarlo.
	0	No responde.

Imagen 34. Anexo II. Niveles de cuidados postoperatorios. Test de Aldrete

### La Reanimación Postquirúrgica

Los pacientes intervenidos de cirugía mayor, pacientes inconscientes y pacientes pediátricos requieren un nivel de atención superior al proporcionado en la URPA. También requieren un nivel superior de atención aquellos que precisen soporte respiratorio avanzado., Son los niveles 2 y 3 de la Intensive Care Society (ICS).

Los cuidados intensivos son una competencia central en la formación de un anestesiólogo. En Europa la mayoría de servicios de cuidados críticos los proporcionan anestesiólogos. En España más del 40% de las camas de cuidados críticos están en manos de anestesiólogos (Unidades de Reanimación polivalentes o específicas, URPA y asistencia en situaciones especiales).

La aplicación de una práctica clínica basada en la evidencia ha demostrado eficacia. En algunos hospitales norteamericanos la presencia en las unidades de críticos de un médico de guardia redujo la mortalidad un 29%. Para que esta práctica basada en la evidencia resulte eficaz es necesario una adecuada planificación de los recursos.

Es necesario una enfermera por cada dos pacientes del nivel 2-3. Si el paciente está inestable hemodinámicamente puede ser preciso priorizar la actividad para que una enfermera se dedique solo a ese paciente.

Debe haber un médico por cada 6 camas durante 24 horas. [ Documento Base del Protocolo de Auditoraciones Docentes de Enero de 1988. Apartado 1.3].

No obstante cada hospital debe de establecer según su situación asistencial el sistema de atención médica en Reanimación.

Los cuidados en niveles avanzados (nivel 2 y 3 de la ICS) se deben realizar centrándose en la atención en el paciente y no en el sitio o en el especialista que lo realiza ya que la normativa europea define la cualificación en cuidados críticos como un área de capacitación específica.

## Niveles de cuidados de la Intensive Care Society

Nivel	Criterios de nivel de cuidados	Ejemplos
0	Requiere hospitalización. Las necesidades pueden ser atendidas en sala de hospitalización polivalente de agudos	Medicación oral
		Medicación i.v. (bolo)
		Analgesia controlada por el paciente
		Controles con periodicidad superior a cada 4 horas
1	Paciente dado de alta recientemente de un nivel más intensivo de cuidados	
	Paciente con necesidades adicionales de control, asistencia sanitaria o asesoramiento clínico	Controles con periodicidad igual o inferior a cada 4 horas
		Fisioterapia o aspiración aérea requeridas cada 6 horas o menos pero no cada 2 horas o menos
	Paciente que requiere apoyo del "servicio ampliado de cuidados críticos".	Signos vitales anormales, pero que no requieren un nivel más intensivo de cuidados
	Paciente que requiere la atención de personal con competencias específicas y/o instalaciones adecuadas para, al menos, un aspecto de la asistencia sanitaria prestada en el entorno de la unidad de enfermería de hospitalización polivalente	Terapia renal sustitutiva (insuficiencia renal crónica estable)
		Analgesia epidural
Cuidados de la traqueostomía		

Tabla 40. Anexo II. Niveles 0 y 1 de cuidados de la ICS

Nivel	Criterios de nivel de cuidados	Ejemplos
2	Paciente que requiere monitorización o soporte de un órgano o sistema (paciente que requiere asistencia respiratoria avanzada como único sistema orgánico pueden satisfacer normalmente criterios para un nivel 3)	Respiratorio: Requerir una concentración > 50% de oxígeno inhalado
		Ventilación no invasiva o con presión positiva (presión positiva respiratoria continua)
		Fisioterapia o aspiración al menos cada 2 horas
		Cardiovascular: Inestabilidad, requiriendo monitorización ECG continua y presión intraarterial
		Inestabilidad hemodinámica debido a hipovolemia, hemorragia o sepsis
		Infusión de fármacos vasocactivos y monitorización
		Sistema Nervioso Central: depresión que compromete la respiración y los reflejos protectores
		Monitorización neurológica intensiva
		Otros: deterioro agudo de la función renal, balance electrolítico o metabólica
	Paciente que precisa optimización preoperatoria prolongada, debido a la naturaleza del procedimiento o a la condición del paciente. Pueden incluirse en este grupo pacientes con necesidades < 24 horas, como ventilación postoperatoria de rutina que no tienen otra disfunción orgánica y se encuentran bien (pacientes procedentes de cirugía cardíaca "fast track")	Procedimientos: Cirugía mayor programada, cirugía de urgencias en pacientes inestables o con alto riesgo; mayor riesgo de complicaciones, intervención o vigilancia posquirúrgica
		Paciente: cirugía intermedia en pacientes > 70 años o ASA III o IV (enfermedad sistémica grave con limitación funcional o peor)
	Paciente que precisa un mayor nivel de observación y monitorización	Observación y monitorización que no pueden ser previstas en un nivel 1 o 0, de acuerdo con criterios clínicos y los recursos en hospitalización
	Paciente procedente de un nivel superior de cuidados	Paciente que no cumple criterios para un nivel 3, pero que no están suficientemente bien como clasificarlos en niveles 1 o 0
	Paciente con anomalías fisiológicas importantes no corregidas. Estas anomalías fisiológicas, si no se corrigen, es probable que indiquen que el paciente precisa un nivel 2 de cuidados o superior. Pacientes con menores grados de anomalías pueden requerir también un nivel 2 o 3	Frecuencia respiratoria > 40 r.p.m. o de 30 r.p.m. por más de 2 horas
		Frecuencia cardíaca > 120 l.p.m.
Temperatura < 35° durante más de 1 hora		
Hipotensión (por ejemplo TAS < 80 mmHg durante > 1 hora)		
Glasgow Coma Score < 10 y en riesgo de deterioro agudo		

Tabla 41. Anexo II. Nivel 2 de cuidados de la ICS

Nivel	Criterios de nivel de cuidados	Ejemplos
3	<p>Paciente que precisa monitorización y soporte respiratorio avanzado. Excluido de este grupo puede estar el paciente que necesita soporte a corto plazo (ejem. ventilación postoperatoria de rutina &lt; 24 horas, en paciente que, por otra parte, están bien y sin otra disfunción orgánica -cirugía cardíaca "fast track"). Si la necesidad de soporte respiratorio excede 24 horas o se desarrolla otra disfunción orgánica significativa se considerarán nivel 3 de asistencia</p>	<p>Insuficiencia respiratoria de cualquier causa que requiere soporte ventilatorio mediante ventilación invasiva con presión positiva</p>
		<p>Presión positiva variable / binivel mediante cualquier forma de tubo endotraqueal</p>
		<p>Soporte respiratorio extracorpóreo</p>
	<p>Paciente que requiere soporte de dos o más sistemas orgánicos, uno de los cuales puede ser soporte respiratorio básico o avanzado</p>	<p>Ventilación obligatoria asistida o sincronizada / ventilación mecánica controlada e infusión intravenosa continua de fármacos vasoactivos</p>
		<p>Ventilación obligatoria asistida o sincronizada / ventilación mecánica controlada y hemofiltración</p>
		<p>Paciente de alto riesgo procedentes de cirugía mayor, que probablemente requieran soporte respiratorio avanzado y soporte / monitorización de otros órganos o sistemas</p>
		<p>Infusión intravenosa continua para controlar convulsiones y monitorización respiratoria / de las vías aéreas</p>
		<p>Cardiopatía isquémica grave y hemorragia postoperatoria importante</p>
	<p>Paciente con deterioro crónico de uno o más órganos, que provoca una restricción de las actividades diarias (comorbilidad) y que requiere soporte para un fallo agudo y reversible de otro órgano o sistema</p>	<p>Bronconeumopatía crónica obstructiva en tratamiento con oxígeno domiciliario y sepsis vinculada a la inmunosupresión</p>
		<p>Angina con esfuerzos moderados y bronconeumopatía con presión positiva respiratoria continua</p>

Fuente: Goldhill D. Levels of critical care for adult patients. Intensive Care Society. 2002.

Tabla 42. Nivel 3 de cuidados de la ICS(102,103)

## ANEXO III. Datos relativos a la mortalidad en la población de estudio

### Curvas de Kaplan-Meier

Los siguientes gráficos muestran las curvas de Kaplan-Meier para la probabilidad de sobrevivir después de una intervención quirúrgica de miembro superior, en todos los pacientes estudiados en esta tesis doctoral, y posteriormente en los pacientes con edad superior a 65 años, en diferentes subgrupos de riesgo.

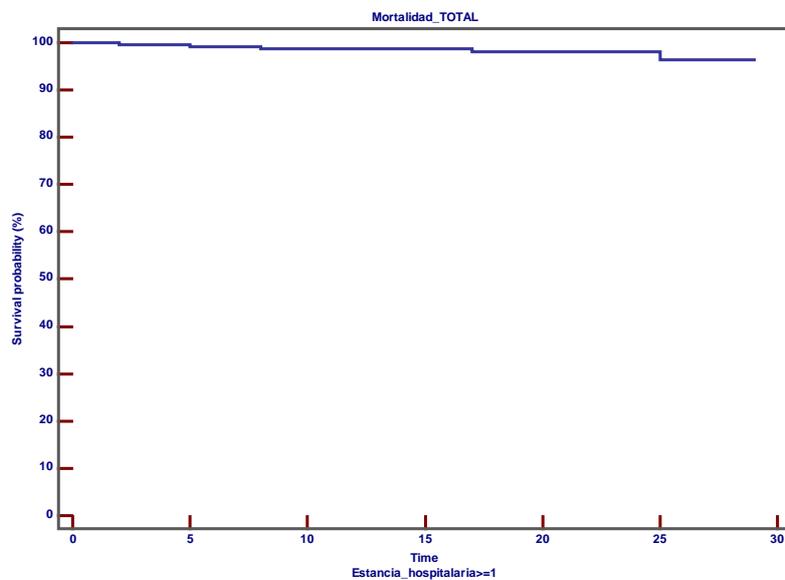


Imagen 35. Anexo III. Curva de Kaplan-Meier para pacientes intervenidos de cirugía del miembro superior

Como se ve en el global de pacientes estudiados en la tesis la probabilidad de supervivencia en el periodo de estudio es superior al 95%

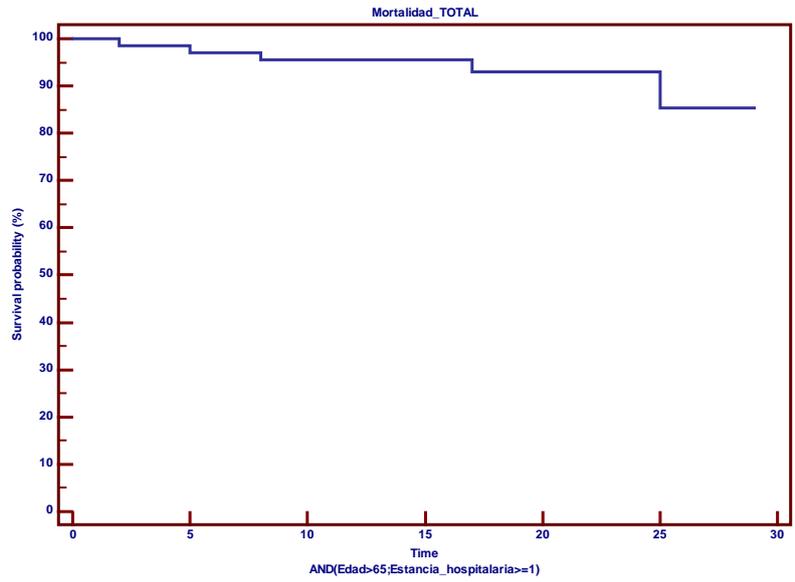


Imagen 36. Anexo III. Curva de Kaplan-Meier en grupo de edad superior a 65 años

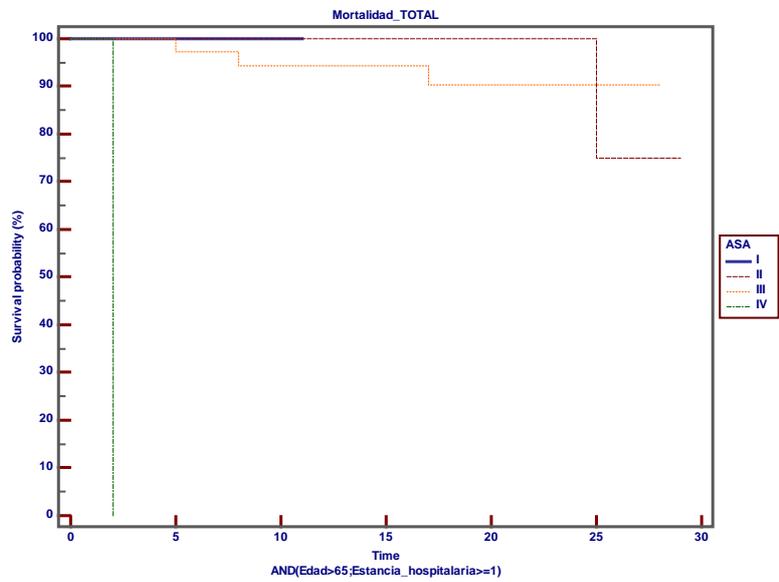


Imagen 37. Anexo III. Curva de Kaplan-Meier según ASA

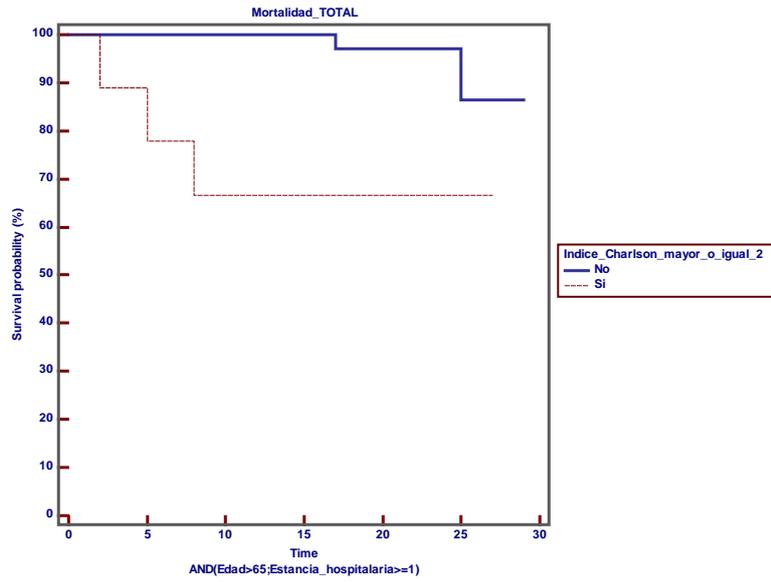


Imagen 38. Anexo III. Curva de Kaplan-Meier según índice de comorbilidad elevado o no

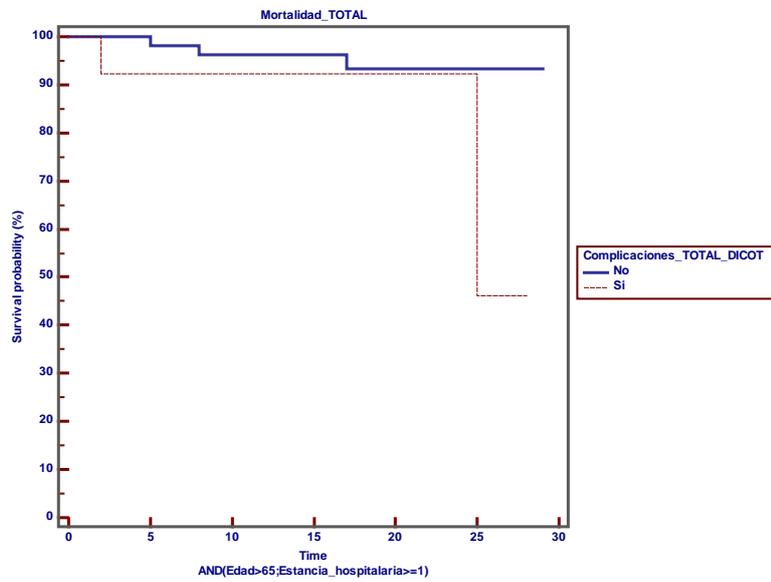


Imagen 39. Anexo III. Curva de Kaplan-Meier según presencia de complicaciones o no

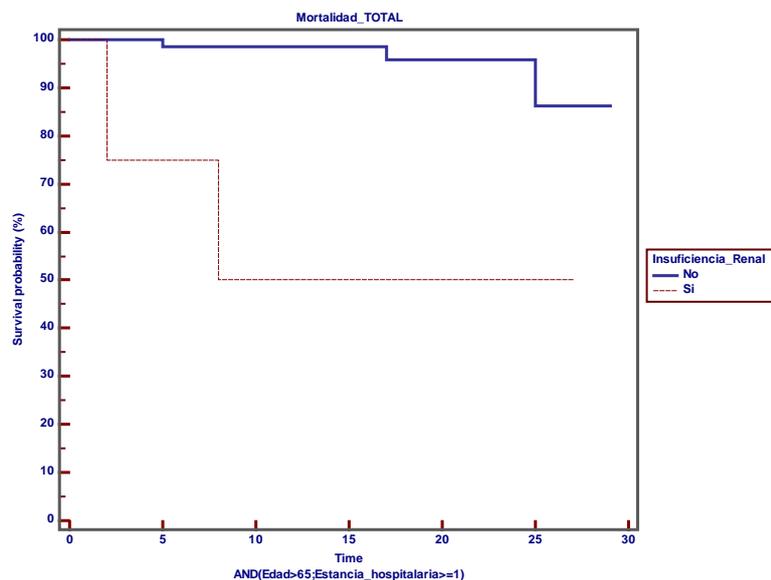


Imagen 40. Anexo III. Curva de Kaplan-Meier en pacientes con insuficiencia renal

### Análisis de grupos mediante log-rank test

En el análisis de grupos mediante el Log-rank test se observa que la supervivencia disminuye con el status ASA elevado, un índice de comorbilidad elevado ( $P=0,0023$ ) en ambos casos y con la insuficiencia renal ( $P=0,0046$ ), no siendo significativo cuando hubo presencia de complicaciones ( $P=0,19$ ).

### Análisis mediante el método de riesgos proporcionales de Cox

El método de riesgos proporcionales de Cox muestra la *hazard ratio* para un paciente que presente alguna de las características anteriores, aunque este análisis no muestra significación estadística en la influencia múltiple de todos los factores en la supervivencia

Covariate	b	Exp(b) o Hazard ratio	95% CI of Exp(b)
ASA	1,6156	5,0309	0,4692 to 53,9407
Charlson_deyo_345	0,8249	2,2817	0,6978 to 7,4611
Insuficiencia_Renal	0,7161	2,0465	0,0888 to 47,1469
Complicaciones	1,5728	4,8202	0,5918 to 39,2580

Tabla 43. Anexo III. Análisis de riesgos proporcionales de Cox

## Referencias bibliográficas

1. NICE interventional procedure guidance 285. Ultrasound-guided regional nerve block. 2009.
2. Griffin J, Nicholls B. Ultrasound in regional anaesthesia. *Anaesthesia*. 2010 Apr;65 Suppl 1:1–12.
3. Kopp SL, Horlocker TT. Regional anaesthesia in day-stay and short-stay surgery. *Anaesthesia*. 2010 Apr;65 Suppl 1:84–96.
4. NICE guidelines. Guide to the Methods of Technology Appraisal [Internet]. 2004. Available from: <http://www.nice.org.uk/article/pmg9/chapter/foreword>
5. González Iglesias J. Historia de la anestesia. Madrid: Editores Médicos; 1995.
6. Bonnie Deschner, Christopher Robards, Lakshmanasamy Somasundaram, William Harrop-Griffiths. The History of Local Anesthesia. *Textbook of regional anesthesia and acute pain management*. p. 3,19.
7. Raj PP. The 2009 John J. Bonica award lecture: the impact of managing pain in the practice of medicine through the ages. *Reg Anesth Pain Med*. 2010 Aug;35(4):378–85, 377.
8. Wong. Op. cit. *CJM*; 1993.
9. Chahar P, Cummings KC. Liposomal bupivacaine: a review of a new bupivacaine formulation. *J Pain Res*. 2012;5:257–64.
10. History of Anesthetic practice. *Miller's anesthesia*. 6th ed. New York: Elsevier/Churchill Livingstone; 2005. p. 3–55.
11. Côté AV, Vachon CA, Horlocker TT, Bacon DR. From Victor Pauchet to Gaston Labat: the transformation of regional anesthesia from a surgeon's practice to the physician anesthesiologist. *Anesth Analg*. 2003 Apr;96(4):1193–200.
12. Alon P, Winnie. Interscalene Brachial Plexus Block. *Anesthesia&Analgesia*. 1970;9:455–66.
13. Dr Anand M. Sardesai Dr Uma Iyer. Nerve stimulation for peripheral nerve blockade. *Anesthesia tutorial of the week 149*. [Internet]. Addenbrooke's Hospital Cambridge, UK; 2009. Available from: <http://www.frca.co.uk/Documents/149%20Nerve%20stimulation%20for%20peripheral%20nerve%20blockade.pdf>
14. Pearson RB. Nerve block in rehabilitation: a technic of needle localization. *Arch Phys Med Rehabil*. 1955 Oct;36(10):631–3.
15. Peterson MK, Millar FA, Sheppard DG. Ultrasound-guided nerve blocks. *Br J Anaesth*. 2002 May;88(5):621–4.
16. Perlas A, Chan VWS, Simons M. Brachial plexus examination and localization using ultrasound and electrical stimulation: a volunteer study. *Anesthesiology*. 2003 Aug;99(2):429–35.

17. Kapral S, Krafft P, Eibenberger K, Fitzgerald R, Gosch M, Weinstabl C. Ultrasound-guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. *Anesth Analg*. 1994 Mar;78(3):507–13.
18. Abrahams MS, Aziz MF, Fu RF, Horn J-L. Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth*. 2009 Mar;102(3):408–17.
19. Clendenen SR, Robards CB, Clendenen NJ, Freidenstein JE, Greengrass RA. Real-time 3-dimensional ultrasound-assisted infraclavicular brachial plexus catheter placement: implications of a new technology. *Anesthesiol Res Pract*. 2010;2010.
20. Clendenen SR, Riutort K, Ladlie BL, Robards C, Franco CD, Greengrass RA. Real-time three-dimensional ultrasound-assisted axillary plexus block defines soft tissue planes. *Anesth Analg*. 2009 Apr;108(4):1347–50.
21. Foxall GL, Hardman JG, Bedforth NM. Three-dimensional, multiplanar, ultrasound-guided, radial nerve block. *Reg Anesth Pain Med*. 2007 Dec;32(6):516–21.
22. Paul E. Bigeleisen. Section VII. The future of ultrasound. *Ultrasound Guided Regional Anesthesia and Pain Medicine*. Lippincott Williams&Wilkins. 2010.
23. Weiniger CF, Golovanevski L, Domb AJ, Ickowicz D. Extended release formulations for local anaesthetic agents. *Anaesthesia*. 2012 Aug;67(8):906–16.
24. De Paula E, Cereda CMS, Fraceto LF, de Araújo DR, Franz-Montan M, Tofoli GR, et al. Micro and nanosystems for delivering local anesthetics. *Expert Opin Drug Deliv*. 2012 Dec;9(12):1505–24.
25. Rouvière H, Delmas A. *Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional*. Barcelona: Masson; 2005. 187-220 p.
26. Drake RL, Vogl W, Mitchell A. *Anatomía para estudiantes. Gray anatomía para estudiantes*. Madrid: Elsevier; 2005. 656-665 p.
27. Del Olmo C. *Ultrasonografía. Generalidades*. [Internet]. Available from: <http://www.arydol.es/ultrasonografia-generalidades.php>
28. Paul E. Bigeleisen. Section II. Upper Extremity. *Ultrasound Guided Regional Anesthesia and Pain Medicine*. Lippincott Williams&Wilkins; 2010.
29. Kessler J, Gray AT. Sonography of scalene muscle anomalies for brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*. 2007 Apr;32(2):172–3.
30. Soares LG, Brull R, Lai J, Chan VW. Eight ball, corner pocket: the optimal needle position for ultrasound-guided supraclavicular block. *Reg Anesth Pain Med*. 2007 Feb;32(1):94–5.
31. Rafael Blanco. *Bloqueo infraclavicular. Manual de Anestesia Regional y Ecoanatomía avanzada*. 2011.
32. Bigeleisen P, Wilson M. A comparison of two techniques for ultrasound guided infraclavicular block. *Br J Anaesth*. 2006 Apr;96(4):502–7.

33. JJ E, Bruelle P, De la Coussaye JE. Pharmacologie des anesthésiques locaux. Enciclopedia Médico Chirurgical, Anesthésie et Reanimation. Elsevier. Paris, France; 1996. p. 36–320 – a – 10.
34. Ritchie JM, Rogart RB. Density of sodium channels in mammalian myelinated nerve fibers and nature of the axonal membrane under the myelin sheath. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1977 Jan;74(1):211–5.
35. Capogna G, Celleno D, Laudano D, Giunta F. Alkalinization of local anesthetics. Which block, which local anesthetic? *Reg Anesth*. 1995 Oct;20(5):369–77.
36. Candido KD, Winnie AP, Covino BG, Raza SM, Vasireddy AR, Masters RW. Addition of bicarbonate to plain bupivacaine does not significantly alter the onset or duration of plexus anesthesia. *Reg Anesth*. 1995 Apr;20(2):133–8.
37. Bedder MD, Kozody R, Craig DB. Comparison of bupivacaine and alkalinized bupivacaine in brachial plexus anesthesia. *Anesth Analg*. 1988 Jan;67(1):48–52.
38. Roberman D, Arora H, Sessler DI, Ritchey M, You J, Kumar P. Combined versus sequential injection of mepivacaine and ropivacaine for supraclavicular nerve blocks. *Reg Anesth Pain Med*. 2011 Apr;36(2):145–50.
39. Seow LT, Lips FJ, Cousins MJ, Mather LE. Lidocaine and bupivacaine mixtures for epidural blockade. *Anesthesiology*. 1982 Mar;56(3):177–83.
40. Cuvillon P, Nouvellon E, Ripart J, Boyer J-C, Dehour L, Mahamat A, et al. A comparison of the pharmacodynamics and pharmacokinetics of bupivacaine, ropivacaine (with epinephrine) and their equal volume mixtures with lidocaine used for femoral and sciatic nerve blocks: a double-blind randomized study. *Anesth Analg*. 2009 Feb;108(2):641–9.
41. Bromage PR, Gertel M. Improved brachial plexus blockade with bupivacaine hydrochloride and carbonated lidocaine. *Anesthesiology*. 1972 May;36(5):479–87.
42. Gadsden J, Hadzic A, Gandhi K, Shariat A, Xu D, Maliakal T, et al. The effect of mixing 1.5% mepivacaine and 0.5% bupivacaine on duration of analgesia and latency of block onset in ultrasound-guided interscalene block. *Anesth Analg*. 2011 Feb;112(2):471–6.
43. Moller RA, Covino BG. Effect of progesterone on the cardiac electrophysiologic alterations produced by ropivacaine and bupivacaine. *Anesthesiology*. 1992 Oct;77(4):735–41.
44. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2010 Oct;81(10):1219–76.
45. Lirk P, Picardi S, Hollmann MW. Local anaesthetics: 10 essentials. *Eur J Anaesthesiol*. 2014 Nov;31(11):575–85.
46. Soltész EG, van Pelt F, Byrne JG. Emergent cardiopulmonary bypass for bupivacaine cardiotoxicity. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2003 Jun;17(3):357–8.
47. ABELLÁN GARCÍA, Antonio; PUJOL RODRÍGUEZ, Rogelio. Un perfil de las personas mayores en España, 2013. Indicadores estadísticos básicos. *Inf Envejec En Red* N° 1. :2013.

48. Martí-Viaño, JI, Santos, MP, Navarro I, Bruguera M, Ramírez MC. Fisiología del envejecimiento. *Tratado de Anestesia y Reanimación*. p. 573–91.
49. Torres Morera LM. *Tratado de anestesia y reanimación*. Madrid: Arán; 2001.
50. Vera E, Bernardes de Jesus B, Foronda M, Flores JM, Blasco MA. The rate of increase of short telomeres predicts longevity in mammals. *Cell Rep*. 2012 Oct 25;2(4):732–7.
51. Brown EN, Purdon PL. The aging brain and anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2013 Aug;26(4):414–9.
52. Nicolini F, Agostinelli A, Vezzani A, Manca T, Benassi F, Molardi A, et al. The evolution of cardiovascular surgery in elderly patient: a review of current options and outcomes. *BioMed Res Int*. 2014;2014:736298.
53. Nordquist D, Halaszynski TM. Perioperative multimodal anesthesia using regional techniques in the aging surgical patient. *Pain Res Treat*. 2014;2014:902174.
54. Bettelli G. Anaesthesia for the elderly outpatient: preoperative assessment and evaluation, anaesthetic technique and postoperative pain management. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2010 Dec;23(6):726–31.
55. Sepúlveda Voullieme PO, Abadía LL. [Total intravenous anaesthesia in geriatrics: the example of propofol]. *Rev Esp Anestesiología y Reanimación*. 2013 Jul;60(6):327–35.
56. Chan MTV, Cheng BCP, Lee TMC, Gin T, CODA Trial Group. BIS-guided anesthesia decreases postoperative delirium and cognitive decline. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2013 Jan;25(1):33–42.
57. Bentov I, Reed MJ. Anesthesia, microcirculation, and wound repair in aging. *Anesthesiology*. 2014 Mar;120(3):760–72.
58. Luger TJ, Kammerlander C, Luger MF, Kammerlander-Knauer U, Gosch M. Mode of anesthesia, mortality and outcome in geriatric patients. *Z Für Gerontol Geriatr*. 2014 Feb;47(2):110–24.
59. White PF, White LM, Monk T, Jakobsson J, Raeder J, Mulroy MF, et al. Perioperative care for the older outpatient undergoing ambulatory surgery. *Anesth Analg*. 2012 Jun;114(6):1190–215.
60. Saczynski JS, Marcantonio ER, Quach L, Fong TG, Gross A, Inouye SK, et al. Cognitive trajectories after postoperative delirium. *N Engl J Med*. 2012 Jul 5;367(1):30–9.
61. Miguel Ángel, García Alonso. *GESTION DE LOS SERVICIOS SANITARIOS. NUEVOS MODELOS DE GESTIÓN*.
62. Borel J, Sivanto M. Gestión de calidad en anestesiología. 66 (1): 71-82. *Rev Argentina Anest* 2008. 66(1):71–82.
63. Astier Peña M, de Val Pardo I, Gost Garde J, Silvestre Busto M, Larrayoz Dutrey M, Chivite Izco M, et al. Propuesta de indicadores para cuadros de mando de servicios médicos y quirúrgicos. *Rev Adm Sanit Siglo XXI*. 2004;2(3):485–508.

64. Servicio de Calidad de la Atención Sanitaria. La Gestión por procesos. SESCAM. 2002. SESCAM; 2002.
65. Aranaz Andrés JM. Gestión sanitaria: calidad y seguridad de los pacientes,. Madrid: Fundación Mapfre : Díaz Santos; 2008.
66. Archer T, Macario A. The drive for operating room efficiency will increase quality of patient care. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2006 Apr;19(2):171–6.
67. Macario A. Are your hospital operating rooms “efficient”? A scoring system with eight performance indicators. *Anesthesiology*. 2006 Aug;105(2):237–40.
68. Strum DP, Vargas LG, May JH. Surgical subspecialty block utilization and capacity planning: a minimal cost analysis model. *Anesthesiology*. 1999 Apr;90(4):1176–85.
69. Dexter F, Epstein RH, Traub RD, Xiao Y. Making management decisions on the day of surgery based on operating room efficiency and patient waiting times. *Anesthesiology*. 2004 Dec;101(6):1444–53.
70. Macario A. Truth in scheduling: is it possible to accurately predict how long a surgical case will last? *Anesth Analg*. 2009 Mar;108(3):681–5.
71. Dexter F, Macario A. Decrease in case duration required to complete an additional case during regularly scheduled hours in an operating room suite: a computer simulation study. *Anesth Analg*. 1999 Jan;88(1):72–6.
72. Cosgrove JF, Gaughan M, Snowden CP, Lees T. Decreasing delays in urgent and expedited surgery in a university teaching hospital through audit and communication between peri-operative and surgical directorates. *Anaesthesia*. 2008 Jun;63(6):599–603.
73. National Confidential Enquiry into Patient Outcome and Death [Internet]. Available from: <http://www.ncepod.org.uk/>
74. López Bastida J, Oliva J, Antoñanzas F, García-Altés A, Gisbert R, Mar J, et al. [A proposed guideline for economic evaluation of health technologies]. *Gac Sanit SESPAS*. 2010 Apr;24(2):154–70.
75. 9. Lévy E, De Pouvourville G. French guidelines for economic evaluation of health care technologies [Internet]. Available from: [http://www.ispor.org/peguidelines/source/France\\_Guidelines\\_HE\\_Evaluation.pdf](http://www.ispor.org/peguidelines/source/France_Guidelines_HE_Evaluation.pdf)
76. García Ferreira J. Memoria. Servicio de Anestesiología. Hospital Rafael Méndez. Presentada por Joaquín García Ferreira a efectos de Evaluación de Jefatura de Sección. Gerencia Área III Salud. Lorca. Murcia. 2012.
77. Ministerio de Sanidad Política e Igualdad. Guía de Práctica Clínica para la Seguridad del Paciente Quirúrgico. SEDAR. [Internet]. 2010. Available from: [https://www.sedar.es/images/stories/documentos/guias\\_clinicas/seguridad.pdf](https://www.sedar.es/images/stories/documentos/guias_clinicas/seguridad.pdf)
78. Ministerio de Sanidad y Política Social. Bloque quirúrgico. Estándares y Recomendaciones. [Internet]. 2009. Available from: <http://www.msssi.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/BQ.pdf>
79. Dra. Ana M<sup>a</sup> Gimeno Moro. Dra. M<sup>a</sup> Ángeles Soldado Matoses. Protocolo de Evaluación Preanestésica: Valoración del Riesgo Preoperatorio. Servicio de

Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor. Consorcio Hospital General Universitario de Valencia.;

80. Needham DM, Scales DC, Laupacis A, Pronovost PJ. A systematic review of the Charlson comorbidity index using Canadian administrative databases: a perspective on risk adjustment in critical care research. *J Crit Care*. 2005 Mar;20(1):12–9.
81. Deyo RA, Cherkin DC, Ciol MA. Adapting a clinical comorbidity index for use with ICD-9-CM administrative databases. *J Clin Epidemiol*. 1992 Jun;45(6):613–9.
82. Husereau D, Drummond M, Petrou S, Carswell C, Moher D, Greenberg D, et al. Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards (CHEERS) statement. *Eur J Health Econ HEPAC Health Econ Prev Care*. 2013 Jun;14(3):367–72.
83. Dion P. The cost of anaesthetic vapours. *Can J Anaesth J Can Anesth*. 1992 Jul;39(6):633.
84. Dufeu N, Marchand-Maillet F, Atchabahian A, Robert N, Ait Yahia Y, Milan D, et al. Efficacy and safety of ultrasound-guided distal blocks for analgesia without motor blockade after ambulatory hand surgery. *J Hand Surg*. 2014 Apr;39(4):737–43.
85. Nadeau M-J, Lévesque S, Dion N. Ultrasound-guided regional anesthesia for upper limb surgery. *Can J Anaesth J Can Anesth*. 2013 Mar;60(3):304–20.
86. Koscielniak-Nielsen ZJ, Dahl JB. Ultrasound-guided peripheral nerve blockade of the upper extremity. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2012 Apr;25(2):253–9.
87. Imasogie N, Ganapathy S, Singh S, Armstrong K, Armstrong P. A prospective, randomized, double-blind comparison of ultrasound-guided axillary brachial plexus blocks using 2 versus 4 injections. *Anesth Analg*. 2010 Apr 1;110(4):1222–6.
88. Goebel S, Stehle J, Schwemmer U, Reppenhagen S, Rath B, Gohlke F. Interscalene brachial plexus block for open-shoulder surgery: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial between single-shot anesthesia and patient-controlled catheter system. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010 Apr;130(4):533–40.
89. Koscielniak-Nielsen ZJ, Frederiksen BS, Rasmussen H, Hesselbjerg L. A comparison of ultrasound-guided supraclavicular and infraclavicular blocks for upper extremity surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2009 May;53(5):620–6.
90. Liu SS, John RS. Modeling cost of ultrasound versus nerve stimulator guidance for nerve blocks with sensitivity analysis. *Reg Anesth Pain Med*. 2010 Feb;35(1):57–63.
91. Marhofer P, Harrop-Griffiths W, Kettner SC, Kirchmair L. Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: part 1. *Br J Anaesth*. 2010 May;104(5):538–46.
92. Geldner G, Niskanen M, Laurila P, Mizikov V, Hübler M, Beck G, et al. A randomised controlled trial comparing sugammadex and neostigmine at different depths of neuromuscular blockade in patients undergoing laparoscopic surgery. *Anaesthesia*. 2012 Sep;67(9):991–8.

93. Ministerio de Sanidad y Política Social. La atención a la fractura de cadera en los hospitales del SNS. Instituto de Información sanitaria. 2010.
94. Xing D, Ma XL, Ma JX, Wang J, Yang Y, Chen Y. Association between use of benzodiazepines and risk of fractures: a meta-analysis. *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA*. 2014 Jan;25(1):105–20.
95. Rabenda V, Nicolet D, Beudart C, Bruyère O, Reginster J-Y. Relationship between use of antidepressants and risk of fractures: a meta-analysis. *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA*. 2013 Jan;24(1):121–37.
96. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. USO DE BENZODIACEPINAS EN ESPAÑA . 1992.
97. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. Utilización de medicamentos antidepresivos en España durante el periodo 2000-2013.
98. Velert Vila J, Velert Vila M del M, Salar Ibáñez L, Avellana Zaragoza JA, Moreno Royo L. [Suitability of the use of benzodiazepines prescribed by the pharmacist in the elderly. A doctor-pharmacist collaboration study]. *Atencion Primaria Soc Esp Med Fam Comunitaria*. 2012 Jul;44(7):402–10.
99. Gonzalez Macías et al. Diagnostico de la osteoporosis. Protocolo de Osteoporosis de la Sociedad Española de Medicina Interna.
100. Southern DA, Quan H, Ghali WA. Comparison of the Elixhauser and Charlson/Deyo methods of comorbidity measurement in administrative data. *Med Care*. 2004 Apr;42(4):355–60.
101. Navarrete FE, Baixauli F, Fenollosa B, Jolín T. Fracturas de cadera en ancianos: predictores de mortalidad al año en pacientes operados. *Rev Esp Cir Ortopédica Traumatol*. 2009 Jul;53(4):237–41.
102. Goldhill D. Levels of critical care for adult patients. 2002. Intensive Care Society; 2002.
103. Unidad de cuidados intensivos. Estándares y recomendaciones. MINISTERIO DE SANIDAD Y POLÍTICA SOCIAL; 2010.