

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE MEDICINA



TESIS DOCTORAL

**Tratamiento integral de la fractura de cadera en el anciano:
modelo predictivo de mortalidad intrahospitalaria**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

María Loreto Álvarez Nebreda

DIRECTORES

**José Antonio Serra Rexach
José Manuel Ribera Casado**

Madrid, 2017

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Medicina



Memoria que presenta para optar al título de Doctor:

**TRATAMIENTO INTEGRAL DE LA FRACTURA DE
CADERA EN EL ANCIANO: MODELO PREDICTIVO DE
MORTALIDAD INTRAHOSPITALARIA**

M^a Loreto Álvarez Nebreda

Directores de la memoria:

Dr. Jose Antonio Serra Rexach

Profesor Dr. Jose Manuel Ribera Casado

Tutor del Programa de Doctorado de Geriátría:

Profesor Dr. Jose Manuel Ribera Casado

Madrid, 2015

A mis padres, Loreto y Emilio, a mi hermano Emilio y a Daniel. Por su apoyo incondicional y por su ejemplo.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Dr. Jose Manuel Ribera Casado, por su apoyo constante y sus relevantes comentarios durante la dirección de esta tesis, por el sincero respeto y afecto que me ha demostrado y por la admiración que me merece.

Al Dr. Jose Antonio Serra Rexach, por sus enriquecedoras aportaciones a esta tesis, por su estímulo permanente y por todo lo que he aprendido durante los años que trabajamos juntos.

Al Dr. Eugenio Marañón y a la enfermera Yassira Gracia, porque sin su colaboración, su apoyo y su amistad, éste trabajo no hubiera sido posible.

A todos los miembros del servicio de Geriátrica del Hospital General Universitario Gregorio Marañón, incluyendo otros médicos y enfermeras que colaboraron en la recogida de datos para el estudio y aquellos que pusieron en marcha la unidad hace ya 14 años.

Al servicio de Traumatología y al servicio de Rehabilitación del Hospital General Universitario Gregorio Marañón y a todo el equipo de enfermeras, auxiliares y resto de personal sanitario que trabaja en la unidad de Ortopediátrica.

Al personal del Instituto Provincial de Rehabilitación, centro en el que trabajé en ortopediátrica durante más de 8 años y equipo multidisciplinar del que aprendí todo lo que sé y he seguido aplicando en adelante gracias a ellas.

A mis compañeros del Hospital Universitario Ramón y Cajal, en especial al jefe de servicio, el Dr. Alfonso Cruz Jentoft, por su generosidad y por haber creído en mí.

A la Dra. Tischa Van Der Cammen y al Dr. Ewout Steyerberg, por su ayuda desinteresada.

A la Dra. Ana Royuela, por disfrutar tanto de su profesión y saber transmitirlo, por haberme ayudado con la metodología del estudio y por haberme enseñado tanto.

A mi familia y amigos, por estar ahí siempre y ser mi apoyo en todo momento.

"Reading makes a full man; Conference a ready man; and Writing an exact man."

Of studies. Francis Bacon

ÍNDICE	5
1. INTRODUCCIÓN	6
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	9
2.1. Epidemiología de la fractura de cadera.....	10
2.2. Modelos de colaboración ortogeriatrica. Unidades de ortogeriatrica.....	12
2.3. Ortogeticria en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón.....	17
2.4. Principales parámetros a evaluar en una unidad de ortogeriatrica.....	27
2.5. Mortalidad por fractura de cadera.....	33
2.6. Modelos predictivos de mortalidad.....	41
3. APORTACIÓN PERSONAL	67
3.1. Hipótesis de trabajo.....	68
3.2. Objetivos.....	68
3.3. Metodología.....	69
3.4. Resultados.....	75
3.5. Discusión.....	104
4. CONCLUSIONES	112
5. BIBLIOGRAFÍA	115
6. INDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	130
7. RESUMEN	133

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La fractura de cadera en el anciano, en su mayor parte de origen osteoporótico, es la causa más frecuente de ingreso en los servicios de Cirugía Ortopédica y Traumatología¹.

A pesar de los programas de prevención, el número de ingresos por fractura de cadera aumentará en los próximos años debido al envejecimiento poblacional^{2,3}. Se trata de una patología no solo frecuente sino de notables consecuencias. Ocasiona una importante morbilidad en el paciente anciano, un mayor deterioro funcional, aumenta el riesgo de institucionalización y conlleva un coste elevado para el sistema sanitario⁴⁻⁶. Además, aumenta el riesgo de mortalidad, tanto intrahospitalaria, como tras el alta, incluso años después de sufrir la fractura⁷⁻¹⁷.

El objetivo del tratamiento multidisciplinar de la fractura de cadera ha de ser, por tanto, múltiple. Ha de conseguirse que el paciente recupere la situación funcional previa a la fractura (actividades de la vida diaria -AVD- y marcha), reducir la tasa de complicaciones, mortalidad y reingresos, iniciar las medidas de prevención secundaria de la osteoporosis y mejorar la calidad de vida y satisfacción con el tratamiento de paciente y familiares. Y ha de llevarse a cabo todo ésto de la manera más eficiente posible para el sistema sanitario: con la mejor calidad, al menor coste y en el menor tiempo posible¹⁸.

Aproximadamente un 5% de los pacientes ancianos que ingresan con fractura de cadera fallece en el hospital y hasta un 12% lo hace en el primer mes tras la fractura^{1,19}. Estudios previos, de metodología muy heterogénea, han investigado qué factores se relacionan con fallecer durante la hospitalización²⁰. Sin embargo, solo unos pocos han intentado modelizar esa relación con la intención de predecir mortalidad²⁰⁻²³. Por modelizar se entiende: construir un modelo estadístico con diferentes variables presentes al ingreso, para predecir el riesgo que tiene un paciente determinado de fallecer durante la hospitalización. Además, apenas uno de los modelos predictivos publicados se ha validado externamente y se utiliza en la práctica clínica, fuera de nuestro país²⁴.

Por este motivo, esta tesis doctoral tiene como objetivo desarrollar un modelo predictivo de mortalidad intrahospitalaria en pacientes ancianos que ingresan por fractura de cadera.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Epidemiología de la fractura de cadera

En España, en el periodo del 2000 al 2002, la incidencia anual de fractura de cadera era de 511 casos por 100.000 mayores de 64 años, lo que suponía más de 35.000 casos cada año¹⁹. Un estudio epidemiológico reciente³ que ha investigado la incidencia en el periodo 2007-2010, ha actualizado las cifras a 45.000 casos en 2010. Nuestro país se sitúa en el rango medio entre aquellos de mayor incidencia (USA y el norte de Europa) y los de menor (países de la franja mediterránea)^{25,26}.

Su prevalencia ha ido en aumento debido, en parte, al envejecimiento poblacional. Y aún será mayor en los próximos años, ya que en la década 2008-2018 el mayor incremento poblacional en España se está produciendo en el grupo de edad de mayores de 64 años, que está creciendo un 19,2%²⁷.

Por el contrario, la incidencia de fractura de cadera ajustada por edad y sexo se ha mantenido estable o incluso ha descendido ligeramente respecto a periodos anteriores¹⁹. Esta tendencia se ha descrito también en otros estudios a nivel internacional y se ha achacado a las mejoras en los programas de prevención, diagnóstico y tratamiento de la osteoporosis. En el estudio de Azagra³, la incidencia ajustada por edad en el 2010 fue de 766 casos/100.000 mayores de 64 años/año en mujeres y 325 en varones. La proporción mujer/varón en cuanto a la incidencia de fractura de cadera ajustada por edad fue de 2.6 en 1997 y de 2.4 en 2010. En dicho trabajo³, realizado entre España y Reino Unido, se revisó la evolución de la incidencia de fractura de cadera en mayores de 65 años en España en los últimos 14 años. Al comparar los periodos en estudio (1997-2000 vs 2007-2010) se observó que la incidencia cruda/100.000 habitantes/año aumentó una media del 2.3% en varones y el 1.4% en mujeres, lo que indica el cambio en la estructura poblacional española. Tras ajustar por edad y sexo, la incidencia aumentó una media de 0.4% en varones pero disminuyó un 0.2% en mujeres. En varones menores de 85 años el descenso no fue significativo salvo en los de edad entre 70-74 años y, por el contrario, la incidencia ajustada aumentó de forma significativa en los mayores de 80. En mujeres menores de 80 el descenso fue significativo, sin cambios en las de 80-84 años y aumentó de forma significativo en las mayores de 85 años. Las tasas de

mortalidad descendieron un 22% en ambos sexos y el índice de sobre-envejecimiento poblacional aumentó un 30.1% en hombres y un 25.2% en mujeres.

Como conclusión, y en acuerdo con los resultados de diversos estudios internacionales recientes, la incidencia de fractura de cadera está disminuyendo en los grupos de edad joven y en mujeres y sin embargo está aumentando en ambos sexos en los grupos de edad avanzada (> 85 años). Este hallazgo se ve refrendado por el estudio epidemiológico más reciente realizado en España, en que se describe una disminución de la incidencia de fracturas en las mujeres menores de 85 años y, por el contrario, un aumento estadísticamente significativo en las mayores de 85 años, desde el año 2000 al 2012²⁸.

Ésta evolución se achaca a varios factores. Primero, a la edad de nacimiento de la cohorte de 85 o más años, allá por 1925, y que hace que su etapa de formación del hueso ocurriese entre los años 1935-50, coincidiendo con la guerra civil española y la postguerra, periodo de escaseo de comida y hambrunas. Como segunda explicación de la disminución de la incidencia está el uso de bifosfonatos predominantemente en menores de 70 años, y que este hecho pudiera influir en las diferencias apreciadas.

Las tasas de incidencia de fractura de cadera en el anciano no sólo varían a nivel nacional e internacional, sino que incluso lo hacen entre las diferentes regiones de nuestro propio país. El Sistema Nacional de Salud en España es único, pero tiene transferidas competencias sanitarias a cada una de sus Comunidades Autónomas. Por este motivo, también son heterogéneos los recursos destinados a su manejo, los modelos organizativos y sus resultados en las diferentes Comunidades Autónomas. Reflejo de ello es la variación de cifras de estancia media (15 días en el hospital de agudos, con un rango entre 10.9-19.8) o de las tasas de mortalidad intrahospitalaria (5.3% con un rango entre 1.8-7.6%)¹⁹.

El descubrimiento de estrategias que estandaricen los cuidados de determinadas patologías, sean coste-efectivas y puedan exportarse a otros hospitales/comunidades autónomas/países, cobra una gran importancia. No solo permite ofrecer los mejores cuidados a los pacientes sino hacerlo de la manera más eficiente y, al homogeneizar las

intervenciones, también facilita la investigación en este campo. De ahí que hayan surgido:

- propuestas teóricas: diferentes guías de práctica clínica²⁹⁻⁴².
- propuestas teórico-prácticas: protocolos de actuación y vías clínicas para el tratamiento del anciano afecto de fractura de cadera, tanto en fase aguda como en fase de rehabilitación⁴³⁻⁵⁶.
- propuestas prácticas: diferentes modelos de colaboración ortogerítrica⁵⁷⁻⁶¹.

Puntos clave

- La incidencia cruda de fractura de cadera esté aumentando por el envejecimiento poblacional
- La incidencia ajustada por edad de fractura de cadera está disminuyendo en los grupos de edad joven y en mujeres y sin embargo está aumentando en ambos sexos en los grupos de edad avanzada (> 85 años)

2.2. Modelos de colaboración ortogerítrica. Unidades de Orto geriatría

La colaboración entre traumatólogos y geriatras para el tratamiento de los ancianos con fractura de cadera ha experimentado múltiples cambios desde sus inicios, allá por los años 60⁵⁸. Se pueden encontrar excelentes revisiones históricas sobre el tema en la literatura. De entre ellas destacaré cinco: las de Pioli⁵⁷, González-Montalvo⁵⁸, Giusti⁶⁰, Kammerlander⁵⁹ y Grigoryan⁶¹.

2.2.1. Revisión de Pioli⁵⁷:

Pioli clasificó dichas colaboraciones en 5 modelos operativos:

- a. el modelo tradicional: en el que el paciente ingresa a cargo del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología (COT) hasta que se traslade al centro de rehabilitación y se realizan interconsultas a otras especialidades médicas según las necesidades del paciente.
- b. el modelo tradicional modificado, gracias a la interconsulta geriátrica: en el que el paciente ingresa a cargo del Servicio de COT y el equipo consultor de Geriátrica realiza visitas con una periodicidad variable.

- c. el modelo integrado de tratamiento ortopédico-geriátrico: en el que el paciente ingresa a cargo de ambas especialidades y el manejo es multidisciplinar, ortopédico-geriátrico. La disponibilidad de unidades de rehabilitación geriátrica permite altas precoces tras la intervención.
- d. un modelo que podríamos llamar “secuencial”: el paciente ingresa a cargo de COT con interconsulta a geriatría si precisa, posteriormente pasa a cargo de Geriatría con interconsulta a COT si precisa y finalmente se traslada al centro de rehabilitación.
- e. el último modelo mencionado describe el ingreso de los pacientes a cargo del servicio de Geriatría durante todo el proceso y una visita diaria del COT hasta que la herida ya no requiere seguimiento.

Figura 1. Modelos de colaboración ortogeriátrica:

Preoperatorio	Postoperatorio	Rehabilitación precoz	Rehabilitación tardía
a. Planta de COT Interconsulta a medicina			Servicio de Rehabilitación
b. Planta de COT Interconsulta reglada de Geriatría			Servicio de Rehabilitación
c. Planta de COT Co-manejo ortogeriátrico	Unidad de rehabilitación geriátrica		
d. Planta de COT Interconsulta a Geriatría	Planta de Geriatría Interconsulta a COT		Servicio de Rehabilitación
e. Planta de Geriatría y Rehabilitación Interconsulta a COT			

El autor afirma que no existe en ese momento suficiente información como para decidir qué modelo es el que ofrece mayores beneficios para el paciente. Sin embargo, a la luz de lo publicado, se atreve a hacer tres recomendaciones: primero, que el tratamiento

coordinado ha de comenzar desde el momento del ingreso; segundo, que han de estar bien diferenciadas las responsabilidades de todos los miembros del equipo multidisciplinar, que a su vez ha de reunirse con regularidad para una buena coordinación de cuidados; tercero, que el tratamiento integrado ha de coordinarse hasta el final del proceso, incluso cuando se realice en diferentes hospitales o centros de rehabilitación.

2.2.2. Revisión de González-Montalvo⁵⁸:

González-Montalvo realiza en el 2008 una magnífica revisión histórica de la colaboración ortopédico-geriátrica. Toma como punto de partida la primera unidad de ortogeriatría en Hastings (Reino Unido) en los años sesenta liderada por los doctores Irvine (geriatra) y Devas (cirujano ortopédico) junto con los primeros modelos colaborativos en fase subaguda, es decir, los pacientes ingresan en traumatología en fase aguda y posteriormente los más frágiles son trasladados a una unidad de geriatría-rehabilitación durante unas semanas más. Posteriormente, describe la evolución a los modelos consultores de los años 80-90 hasta el 2006, con la novedad de la colaboración con geriatría desde la fase aguda y una organización de cuidados posterior que, en términos generales es similar al modelo clásico, pero también es tremendamente heterogénea en función de los recursos disponibles. También marca el inicio de las vías clínicas de fractura de cadera así como de los modelos de tránsito rápido o fast track, en un intento de regular, homogeneizar y normativizar los cuidados para disminuir la variabilidad en la asistencia a estos pacientes. Finalmente, se describe la evolución a las unidades de ortogeriatría, descritas en la primera década de los años 2000, con un tratamiento coordinado y un manejo compartido por dichas especialidades durante todo el proceso. Se crean nuevas unidades de ortogeriatría para el tratamiento de pacientes agudos, subagudos o mixtas. Los principales beneficios demostrados por dichas unidades, según los artículos incluidos en esta revisión, son: una reducción de tiempo hasta la cirugía, de las complicaciones, una mejoría en la recuperación funcional o la reducción de la estancia hospitalaria. Se sugiere, según la evidencia, que el modelo de manejo compartido representado por las unidades de ortogeriatría, podría ser el que ofrece las mayores ventajas para el paciente y el modelo a expandir, aunque se puntualiza que si por las características especiales de determinados hospitales ha de adoptarse uno de los modelos antiguos, éstos pueden ofrecer una asistencia de calidad

similar siempre que se apliquen las recomendaciones de práctica clínica al respecto. Este mismo grupo de investigación, en un artículo posterior de 2011⁶², informa de los resultados de un estudio randomizado que incluye más de 500 pacientes y que compara el modelo de tratamiento compartido con el modelo de interconsulta a geriatría, demostrando una reducción del tiempo hasta la cirugía, de la estancia total, una mejora en la recuperación de la marcha previa, un mayor porcentaje de derivación a centros de rehabilitación, así como una reducción de costes respecto al grupo control.

2.2.3. Revisión de Kammerlander⁵⁹:

En el año 2010, Kammerlander realiza una revisión sistemática de la literatura sobre los modelos de tratamiento ortogeriátrico. Se basa en la categorización de Pioli⁵⁷, pero reduciéndola a 4 modelos en vez de 5 (eliminan el modelo d, descrito previamente) Se describen los beneficios de los 3 primeros modelos y se sugiere que, aunque no existe suficiente evidencia para recomendarlo formalmente, el 4º modelo, el modelo de manejo compartido representado por las unidades de ortogeriatría, es el que más se está desarrollando actualmente. La evidencia de beneficios que apoyan su uso comprende desde la reducción de la mortalidad intrahospitalaria y al año, del tiempo hasta la cirugía, de la estancia total y de las complicaciones médicas hasta una mayor recuperación funcional a los tres y 12 meses. Kammerlander concluye que la respuesta final sobre cuál es el mejor modelo de atención al anciano con fractura de cadera solo se podrá obtener cuando se lleve a cabo un estudio multicéntrico prospectivo randomizado y controlado comparando los diversos modelos.

2.2.4. Revisión de Giusti⁶⁰:

Un miembro del equipo de Pioli, Giusti, en el 2011 vuelve a revisar la evidencia, sin que ésta apoye definitivamente un modelo en concreto. Sugiere que el modelo de tratamiento compartido ortopédico-geriátrico pudiera ser el que más beneficios aporta pero también matiza que es muy sofisticado y su instauración y mantenimiento requiere un esfuerzo importante, tanto humano como material. Por esta razón cree que son necesarios aún más estudios que demuestren su impacto sobre variables funcionales a más largo plazo, retorno del paciente a su domicilio, consumo de recursos comunitarios, tasa de institucionalización al año, así como estudios de coste-efectividad. Además, menciona que este modelo ha de demostrar si es aplicable a cualquier organización

hospitalaria, ya que se estima eficiente su implementación solo en hospitales con un volumen de ingresos por fractura de cadera de alrededor de 100 pacientes al año.

2.2.5. Revisión de Grigoryan⁶¹:

Finalmente, la revisión sistemática y meta-análisis reciente de Grigoryan publicada en el año 2014 determina el impacto de la colaboración geriátrica, resumida en 3 modelos: ingreso en traumatología con interconsulta a geriatría, ingreso en geriatría con interconsulta a traumatología o el modelo de manejo compartido ortopédico-geriátrico. El meta-análisis concluye que, de forma global, los 3 modelos demuestran una reducción de la estancia y de la mortalidad intrahospitalaria y al año. Menciona las dificultades que entraña sacar conclusiones en otros aspectos, puesto que variables como funcionalidad o complicaciones o no se recogen o no se hace de la misma manera en los diferentes estudios. Y puesto que la selección del mejor modelo de atención al paciente con fractura de cadera pasa por tener en cuenta todas las variables, las clásicas como mortalidad y las recientes como función o calidad de vida, recomienda la estandarización de las variables objetivo en los estudios venideros.

Como último punto en esta sección de evolución de la ortogeriatría y de los modelos de cuidados, quisiera mencionar los nuevos protocolos de mejora de la recuperación tras la cirugía (*Enhanced Recovery After Surgery –ERAS- pathways*), que pretenden reducir la estancia postoperatoria y las complicaciones mediante intervenciones como un óptimo control del dolor periquirúrgico, tratamiento de la anemia periquirúrgica, deterioro cognitivo y delirium postoperatorio o malnutrición⁶³.

Puntos clave

- La colaboración entre traumatólogos y geriatras para el tratamiento del anciano con fractura de cadera puede organizarse siguiendo diferentes esquemas o modelos, desde la interconsulta hasta el manejo compartido
- Aunque el modelo ortogeriátrico de manejo compartido es el que parece ofrecer más ventajas al paciente, si por las características especiales de determinados hospitales ha de adoptarse uno de los modelos antiguos, éstos pueden ofrecer una asistencia de calidad similar siempre que se apliquen las recomendaciones de práctica clínica al respecto

2.3. Ortogeriatría en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón

El Hospital General Universitario Gregorio Marañón (HGUGM) es un hospital público de tercer nivel situado en Madrid. Según los datos de la memoria del HGUGM del año 2013, es referencia de un área sanitaria de aproximadamente 315.000 habitantes, 20% de los cuales tienen más de 64 años⁶⁴. El hospital tiene 1670 camas, 45 quirófanos y cuenta con un Servicio de COT con capacidad para unos 100 pacientes hospitalizados.

El Servicio de Geriatría comenzó en el HGUGM en Marzo de 1995. En sus inicios constaba de una unidad de agudos, un equipo de interconsultas y una consulta externa. A medida que el servicio se fue desarrollando, y con el aumento paulatino del número de pacientes ancianos ingresados, se hizo patente la importancia de la colaboración con determinadas especialidades, en especial, con el servicio de COT, en el que la fractura de cadera es la causa más frecuente de ingreso. En el HGUGM ingresan anualmente entre 300-500 ancianos con fractura de cadera.

Existían ya en ese momento en la literatura modelos de atención coordinada ortopédico-geriátrica que ofrecían resultados favorables⁵⁸. La importancia de estas intervenciones radica en la necesidad de mejorar los resultados de la hospitalización del anciano con fractura de cadera, disminuyendo la mortalidad a corto y largo plazo, mejorando la recuperación funcional y la reincorporación del paciente a su entorno lo antes posible. La reducción de las complicaciones, la estancia hospitalaria y los costes derivados del procedimiento se encuentran dentro de los objetivos secundarios⁵⁷.

Las unidades de ortogeriatría suponen el modelo organizativo más completo entre los modelos de atención ortopédico-geriátrica. En España se han desarrollado en los últimos 10 años. La unidad de ortogeriatría del HGUGM fue de las primeras en ponerse en marcha. En muchos hospitales españoles, sin embargo, existen modelos transicionales de atención al anciano con fractura de cadera, desde equipos consultores a modelos de cooperación entre especialidades más estructurados⁵⁸. En este contexto, a continuación, se explicarán las diferentes fases evolutivas de la colaboración entre Traumatología y Geriatría en el HGUGM, que desembocaron en el modelo actual.

Para una mejor comprensión del proceso de tratamiento del anciano con fractura de cadera, desde que llega al servicio de urgencias hasta que regresa a su domicilio, se incluye el siguiente diagrama temporal así como un ejemplo de matriz temporal de una vía clínica hospitalaria,

Figura 2. Diagrama del proceso asistencial hospitalario del paciente anciano con fractura de cadera:

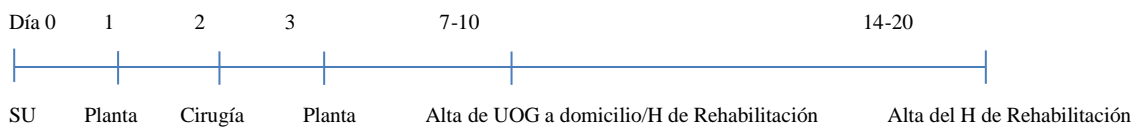


Figura 3. Ejemplo de matriz temporal de vía clínica de fractura de cadera. Actuación médica:

	DÍA 0 PREOP URGENCIAS	DÍA 1 PREOP PLANTA	DÍA 2 CIRUGÍA REA	DÍA 3 POSTOP PLANTA	DÍA 4-5 POSTOP PLANTA	DÍA 6-7 POSTOP PLANTA	DÍA 8-10 ALTA PLANTA
ACTUACIÓN MÉDICA	COT DE GUARDIA: - Hª clínica - Revisar medicación - Exploración física y NRL - Consentimiento informado	COT Y GERIATRÍA: - Acogida del paciente. Vía clínica - Hª clínica y valoración geriátrica integral (VGI)* - Screening malnutrición - Comprobar preoperatorio y consentimiento correcto - Determinar estabilidad clínica: apto/no apto - Consentimiento transfusión - IC a Anestesia ANESTESIA: - Comprobar preoperatorio y consentimiento correcto - Indicar pruebas o interconsultas necesarias: ecocardiograma, Cardio, Nefro, Neuro. Solo si imprescindibles y gestión urgente - Determinar riesgo qx (ASA) - Determinar estabilidad clínica: apto/no apto - Información a familiares	COT: - Acto qx. Protocolo de elección del implante - Prescripción de tto postqx - Información a familiares ANESTESIA: - Premedicación en planta - Quirófano: Monitorización EKG, TA y sO2c, anestesia raquídea/general - REA: Monitorización EKG, TA, sO2c, Tª, diuresis por sonda, drenaje, analgesia, evolución neurológica, decisión de traslado a planta si estable	COT Y GERIATRÍA: - Decisión autorizar carga - Revisar herida qx y débito del drenaje y decidir si se retira - Retirar sonda vesical (si diuresis adecuada T/T y T/M) - IC aRehabilitación	COT Y GERIATRÍA: - Pase de visita - Revisar herida qx - Reunión multidisciplinaria REHABILITACIÓN: - Pauta de kinesiterapia específica - Reunión multidisciplinaria (reevaluar la adecuación de recursos tras carga: alta por Rhb/Rhb domiciliaria/UME)	COT Y GERIATRÍA: - Pase de visita - Revisar herida qx - Recordar entregar cuestionario satisfacción	COT Y GERIATRÍA: - Pase de visita - Revisar herida qx - Informe de alta - Cita de revisión - Solicitud de ambulancia

Evolución del modelo de colaboración ortopédico-geriátrica en el HGUGM

Existe un paralelismo entre la evolución en los últimos 20 años de los modelos de intervención geriátrica sobre fractura de cadera a nivel internacional y de nuestros propios modelos de intervención en el HGUGM.

En el HGUGM, a lo largo de estos 15 años de colaboración entre Traumatología y Geriátrica, se pusieron en marcha 2 modelos de intervención preliminares hasta llegar al que es el modelo actual:

1.- Intervención geriátrica intensiva durante la fase aguda de la hospitalización:

En 1997 el servicio de Geriátrica llevó a cabo un estudio randomizado y controlado⁶⁵, que incluyó 319 pacientes mayores de 64 años, aleatorizados para recibir o bien la intervención geriátrica o bien el tratamiento ortopédico convencional. La intervención consistía en una visita diaria del equipo (geriatra, rehabilitador y trabajador social) que realizaba una valoración geriátrica inicial y elaboraba un plan de cuidados precoz (dentro de las primeras 72 h desde el ingreso), de acuerdo con el traumatólogo responsable, mediante reunión multidisciplinar. Ésta se repetía semanalmente.

La intervención consiguió reducir un 45% el end-point combinado de mortalidad o complicaciones médicas mayores (delirium, ICC, neumonía, TVP, TEP, úlceras por presión, arritmias o IAM) (OR 0.55, IC 0.32-0.93). Sin embargo, no consiguió reducciones significativas de la estancia media y sólo demostró un pequeño beneficio no significativo en cuanto a recuperación funcional a los 3 meses, que no se mantiene posteriormente.

Tras estos resultados, el HGUGM puso en funcionamiento la primera unidad de ortogeriatría de agudos (Enero 2001), para el ingreso de pacientes mayores de 64 años con fractura de cadera. Fue dotada con 16 camas y la responsabilidad del cuidado de los pacientes recaía en el geriatra, el traumatólogo, 2 enfermeras (una de ellas con formación específica de Geriátrica) y un trabajador social, coordinados con el médico rehabilitador.

Además, el servicio de Geriátría propuso un nuevo estudio de intervención que abarcara, esta vez, no sólo la fase aguda sino también la fase de rehabilitación.

2.- Intervención geriátrica interdisciplinaria y secuencial en la recuperación funcional: Se diseñó un estudio “quasi-experimental” con grupo control histórico⁶⁶. El objetivo principal fue valorar si el tratamiento combinado (ortopédico y geriátrico) y secuencial (fases aguda, rehabilitadora y de mantenimiento) aumentaba la proporción de pacientes que recuperaban en 6-12 meses el estado funcional previo a la fractura y el objetivo secundario ver si este tratamiento disminuía la mortalidad y la utilización de recursos sanitarios (estancia hospitalaria e institucionalización) a los 6-12 meses de la fractura.

Este estudio incluyó 510 pacientes mayores de 64 años, 355 recibieron la intervención secuencial y se compararon con los 155 pacientes del control histórico. La intervención se efectuaba en 3 fases:

- a. Fase aguda de hospitalización: se realizó una intervención similar a la descrita en el estudio previo. Tras alcanzar la estabilidad clínica, los pacientes que alcanzaron su situación basal regresaron a su domicilio, a su residencia para hacer rehabilitación, y el resto fueron trasladados a la unidad de rehabilitación
- b. Fase de rehabilitación: la intervención en esta fase consistió en una sesión diaria de 30 a 45 minutos de cinesiterapia específica y reeducación de las AVD.
- c. Fase de mantenimiento: después del alta hospitalaria se programó una revisión presencial en una consulta específica a los 2 meses y seguimiento telefónico a los 3, 6 y 12 meses. Las actuaciones incluyeron: información escrita al alta sobre estilo de vida, medicaciones, movilidad y analgesia, informe de alta al médico de atención primaria y prevención secundaria de nuevas caídas

Esta intervención aumentó de una manera significativa la proporción de pacientes que recuperan la capacidad de caminar previa a los 3 (47% vs 30%) y 6 (62% vs 44%) meses de la fractura de cadera. La estancia hospitalaria se redujo significativamente en el grupo intervención (10.1 vs 17.6 días) y un mayor porcentaje de pacientes fue derivado a un centro de rehabilitación (67% vs 21%).

Hasta ese momento, las unidades de rehabilitación disponibles estaban situadas físicamente a cierta distancia del HGUGM, lo que dificultaba en ocasiones los traslados.

Tras los resultados de los estudios preliminares y la toma de conciencia de la importancia sanitaria de esta patología, en diciembre de 2004, el HGUGM decidió dotar a la unidad de ortogeriatría de agudos de otra unidad, la unidad de ortogeriatría de recuperación funcional, situada en otro pabellón del HGUGM, a corta distancia de donde se ubicaba el servicio de COT. Esta unidad es gestionada por el servicio de Geriatría, en coordinación con los servicios de COT y con el de Rehabilitación. A la ventaja de la cercanía entre centros, se añade la de la agilidad en los traslados y una continuidad mucho mayor del plan de cuidados a todos los niveles: geriátrico, rehabilitador, de enfermería y de trabajo social.

Tras la incorporación al modelo de esta nueva unidad, surge la unidad de ortogeriatría actual, cuyo funcionamiento describimos a continuación, de forma pormenorizada.

La unidad de ortogeriatría del HGUGM actualmente está formada por 2 unidades coordinadas: la unidad de ortogeriatría de agudos y la de recuperación funcional⁶⁷. El funcionamiento de dichas unidades ha sido estandarizado según un “Protocolo de manejo clínico del paciente anciano con fractura de cadera” recientemente desarrollado por nuestro servicio y que se ajusta a las recomendaciones ofrecidas por las guías de práctica clínica²⁹⁻⁴².

Unidad de ortogeriatría de agudos

Se trata de una unidad dotada de 12 camas, instaladas en el propio servicio de COT, en la que ingresan todos los pacientes de más de 64 años con fractura de cadera. La sucesión de acontecimientos desde que el paciente llega al hospital es la siguiente:

El anciano acude a urgencias del HGUGM tras caída desde la propia altura o traumatismo de bajo impacto. En el Servicio de Urgencias de Traumatología se realiza una exploración física y una radiografía. Tras confirmarse el diagnóstico, se realiza además una radiografía de tórax, un electrocardiograma y una analítica prequirúrgica. Se pauta el tratamiento analgésico. Si su situación clínica lo permite, se retira el

tratamiento antiagregante (clopidogrel o dipyridamol; no es necesario retirar la aspirina) y anticoagulante y se sustituye por heparinas de bajo peso molecular, bien a dosis preventivas de tromboembolismo bien a dosis anticoagulante.

El paciente pasa a planta de hospitalización, a la unidad de ortogeriatría. El equipo que le va a atender allí está formado por un médico especialista de Geriatría y otro de COT, una enfermera consultora de Geriatría, las enfermeras y auxiliares de la planta y una trabajadora social. El médico rehabilitador acude como consultor, si es requerido por el equipo.

El equipo de Geriatría realiza una valoración geriátrica general que incluye: medicamentos que toma y alergias a los mismos, circunstancias de la fractura, antecedentes patológicos médicos, quirúrgicos y síndromes geriátricos, estado funcional previo a fractura, medido mediante el índice de Katz⁶⁸ -usada durante los primeros años de funcionamiento de la unidad de ortogeriatría del HGUGM- o mediante el índice Barthel⁶⁹ -usada en los últimos años de funcionamiento de la unidad de ortogeriatría del HGUGM- (para actividades de la vida diaria) y el Functional Ambulation Classification (FAC)⁷⁰ (para valoración de la marcha), estado mental: sospecha o diagnóstico establecido de demencia y tiempo de evolución, antecedentes de cuadro confusional agudo, síntomas psico-conductuales, trastornos del ánimo y del sueño y situación social: red de apoyo socio-familiar, lugar, tipo y condiciones de la vivienda. Tras realizar una exploración física general y una evaluación de las pruebas complementarias, se elabora un listado de problemas y un plan de cuidados a efectuar durante el ingreso. Tras esto, se procede a la estabilización clínica del paciente, de cara a la cirugía precoz de su fractura. Se realiza una valoración anestésica general y el paciente queda listo para ser incluido en el parte de cirugía por Traumatología lo antes posible.

El impacto del tiempo hasta la cirugía y los motivos del retraso quirúrgico en el curso clínico de los pacientes en nuestra unidad, ha sido evaluado en un trabajo reciente⁷¹. El retraso quirúrgico medio es de 72 horas y las causas más frecuentes son la falta de disponibilidad de quirófano (61%) y los problemas médicos agudos (33%), que incluyen la inestabilidad clínica, la espera hasta revertir el efecto por tratamiento antiagregante/anticoagulante o la necesidad de efectuar un ecocardiograma u otras

pruebas complementarias antes de la cirugía. El trabajo muestra como existe una asociación entre el retraso quirúrgico y la morbi-mortalidad durante el ingreso, que se explica fundamentalmente por la existencia de problemas médicos agudos. Ésta asociación no se mantiene tras ajustar por edad, demencia, comorbilidad y situación funcional, aunque persiste cuando el retraso quirúrgico es de 5 días o mayor.

La mayor parte de los pacientes (95%) reciben anestesia raquídea y se utiliza antibioterapia perioperatoria en todos los casos. Menos del 4% de los pacientes son excluidos para cirugía, sobre todo en el caso de síndromes de inmovilidad severa. Las fracturas intracapsulares son tratadas quirúrgicamente mediante artroplastia parcial, fundamentalmente unipolar (Austin Moore y Thompson). La prótesis bipolar (Exeter y Summit) se utiliza en un 30% de los pacientes, generalmente más jóvenes y con buena movilidad previa a la fractura. La prótesis total de cadera se implanta en caso de artrosis severas, en pacientes con una buena situación funcional y aceptable esperanza de vida. Las fracturas per y persubtrocantéreas son intervenidas mediante enclavado intramedular, en nuestro medio, el clavo Gamma. En algunos casos, los tornillos distales y los cerclajes son necesarios para fijar el dispositivo intramedular. Los tornillos canulados se emplean en fracturas subcapitales no desplazadas, siendo poco utilizados en la actualidad.

El primer día tras la cirugía se comienza la movilización en cama y se realiza una radiografía de control postquirúrgico, que es evaluada por el traumatólogo. Al tercer día, tras la retirada de los drenajes, se inicia la carga sobre el miembro intervenido, según tolerancia. En nuestra serie, un 11% de los pacientes quedan en descarga. Éstos requieren más tiempo de hospitalización y un 28% son dados de alta a residencia. A los 3 meses de seguimiento son más dependientes en la marcha con respecto a los que no precisaron tiempo de descarga (FAC 4-5: 53 vs 65%). Sin embargo, a los 6 meses y al año, no existen diferencias significativas en cuanto a mortalidad, recuperación funcional o institucionalización⁷².

Los cuidados en el postoperatorio inmediato incluyen: una analgesia adecuada, oxigenoterapia nocturna en las primeras 48 h tras la cirugía y una analítica, para valorar el control hidro-electrolítico y el hematocrito. Especial atención merecen las estrategias

de prevención de las principales complicaciones postquirúrgicas, como son el cuadro confusional agudo, las complicaciones infecciosas (infección del tracto urinario infección respiratoria, infección precoz de herida quirúrgica), cardiovasculares (arritmias, cardiopatía isquémica, enfermedad cerebro-vascular, etc), tromboembolismo venoso, úlceras por presión, estreñimiento, retención de orina o malnutrición, para las que se aplican las recomendaciones establecidas en las guías de práctica clínica o bien, protocolos propios del servicio de Geriátrica.

La mortalidad intrahospitalaria en nuestra serie es del 5.4%⁷³, que es similar a la media nacional¹⁹ y comparable a la de otra series internacionales⁷⁴. La causa más frecuente de mortalidad en nuestros pacientes es la patología infecciosa (44%), sobre todo la infección respiratoria, seguida de la patología cardiovascular (38%), fundamentalmente por ICC⁷⁵.

Cuando el paciente está estable clínicamente y la carga está autorizada, el equipo valora la idoneidad para realizar rehabilitación intrahospitalaria. Aquellos pacientes con excelente situación previa que hayan alcanzado o sea previsible que alcancen en domicilio su situación funcional basal, son dados de alta a su domicilio. Igualmente, aquellos pacientes que no eran capaces de deambular previamente, una vez estables, se trasladan a su residencia previa. Los pacientes institucionalizados se derivan a su residencia para completar la recuperación funcional. El resto de pacientes (aproximadamente el 65%), de perfil más geriátrico, son trasladados a la unidad de ortogeriatría de recuperación funcional, entre 5-7 días tras la cirugía (cifra válida para los estables clínicamente)

Unidad de ortogeriatría de recuperación funcional

La unidad de ortogeriatría de recuperación funcional está dotada con 14 camas. Su equipo está formado por un geriatra, un rehabilitador, 2 enfermeras y 2 auxiliares, 2 trabajadoras sociales y un fisioterapeuta. Tras su traslado, el paciente es valorado por el geriatra, la enfermera y por el rehabilitador, para definir mejor el pronóstico y los objetivos del tratamiento. La valoración geriátrica incluye una revisión de la historia clínica y síndromes geriátricos, así como de las complicaciones que el paciente ha desarrollado en el postoperatorio, exploración física (con especial atención al estado de

la herida quirúrgica), control analítico y radiológico post-cirugía. Los cuidados generales y prevención de complicaciones en esta fase son superponibles a los expuestos en la fase aguda.

Los pacientes reciben 45 minutos de fisioterapia específica, consistente en marcha en paralelas, adiestramiento en el uso de andador, muletas y para salvar escaleras. El geriatra es responsable al ingreso de medir el grado de independencia funcional del paciente y su recuperación a lo largo del proceso rehabilitador, utilizando escalas validadas como el Barthel o el FAC. Una vez a la semana se realiza una sesión multidisciplinar con todos los miembros del equipo, para evaluar los resultados de la intervención y el curso clínico.

No podemos ofrecer terapia ocupacional reglada pero el equipo fomenta la independencia en marcha y AVD durante todos los turnos de trabajo y educa a familia y cuidadores al respecto. Los familiares reciben información sobre adaptaciones a realizar en el domicilio, como las usadas en el baño y el WC o camas articuladas, y también sobre cómo conseguir un andador (co-financiado) o una silla de ruedas (financiada por el sistema público de salud) si lo necesitan. Tras una valoración nutricional, los pacientes malnutridos reciben suplementos proteicos. Se inicia tratamiento como prevención secundaria de osteoporosis (calcio y vitamina D y bifosfonatos, si indicados) y se hace constar en el informe de alta, junto con las recomendaciones sobre dieta, ejercicio y prevención de caídas. Además se mantienen las heparinas de bajo peso molecular y las medias de compresión hasta un mes después de la cirugía. La estancia media en la unidad de rehabilitación es de 14 días.

Desde que el paciente ingresa en la unidad de ortogeriatría de recuperación funcional, se planifica el alta, de acuerdo con los deseos del paciente y de sus familiares y de forma coordinada con la trabajadora social. Existen múltiples opciones tras el alta de la unidad de recuperación funcional. En nuestro hospital, la mayor parte de los pacientes regresan al domicilio, con ayudas públicas o privadas y con el apoyo de sus familias. Un 20% de los pacientes son trasladados a una residencia, en ocasiones privada pero la mayor parte de las veces co-financiada (pagada por el paciente, en función de sus recursos y el estado), durante 2 meses, con el objetivo de mejorar funcionalmente lo suficiente como

para regresar al domicilio. Un 14% de los pacientes permanece institucionalizado 6 meses tras el alta.

Seguimiento tras el alta de la unidad de ortogeriatría de recuperación funcional

Todos los pacientes son incluidos tras el alta al “Programa del anciano frágil” de Madrid, que coordina la continuidad de cuidados con la comunidad. Además, se realiza una revisión hospitalaria, por el traumatólogo y el geriatra, a los 2 meses del alta, para evaluar la recuperación funcional, el control del dolor, el cumplimiento con el tratamiento de la osteoporosis y los síndromes geriátricos.

En un estudio reciente, analizamos la recuperación funcional y la mortalidad a los 3, 6 y 12 meses tras el alta⁷³. El porcentaje de pacientes que recuperaron el grado de independencia previo a la fractura en la marcha tras el alta y a los 3 y 6 meses es del 40, 55 y 68% y no mejora a partir de ese momento. El porcentaje de pacientes que recuperaron el grado de independencia previo a la fractura en las AVD es del 45% tras el alta de la unidad de ortogeriatría de recuperación funcional y a los 3 meses, de un 60% a los 6 meses y no mejora a partir de ese momento. La mortalidad acumulada al año en nuestra muestra es del 18% (con un rango del 18-25% en estudios previos en nuestro hospital). En un trabajo de investigación reciente de nuestro grupo⁷⁶, se ha demostrado cómo los patrones de recuperación funcional durante el año posterior a la fractura varían en función de la edad de los ancianos con fractura de cadera.

Puntos clave

- El HGU Gregorio Marañón puso en marcha en el año 2001 la primera unidad de ortogeriatría de España, a la que se añadió en 2004 la unidad de ortogeriatría de recuperación funcional
- Su instauración demostró mejorar la recuperación funcional a los 3 y 6 meses así como reducir el tiempo hasta la cirugía, la estancia hospitalaria, las complicaciones y la mortalidad

2.4. Principales parámetros a evaluar en una unidad de ortogeriatría. Registros nacionales de fractura de cadera

Tras revisar los artículos que se han escrito sobre fractura de cadera, se advierte la importancia de conseguir que todos los que nos dedicamos a este tema utilicemos los mismos parámetros para evaluar los resultados de nuestras unidades. Hacerlo nos permitiría compararnos y mejorar el tratamiento de los ancianos con fractura de cadera⁷⁷.

En el pasado las tasas de mortalidad hospitalaria suponían un problema de primera magnitud, describiéndose cifras de mortalidad intrahospitalaria de hasta el 32% en mayores de 80 años⁷⁸. Por aquel entonces, los pacientes con fractura de cadera permanecían ingresados más de un mes en la mayor parte de los casos^{79, 80}. Con el avance de la ortogeriatría y las mejoras en la asistencia, así como con la disminución de la estancia hospitalaria, dicha mortalidad se ha reducido drásticamente, encontrándose en el entorno del 4-7%^{61,81,82} e incluso unidades recientes -con estancias en el hospital de agudos de menos de 5 días- describen cifras de mortalidad menores del 3%⁸³. La mejora actual de la estancia y la consecuente disminución de la mortalidad intrahospitalaria hace que el foco de los estudios actuales y futuros se coloque sobre la mortalidad al mes y en adelante.

El control de la mortalidad ha permitido dirigir la atención hacia otro de los objetivos clásicos de la cirugía por fractura de cadera, que es la recuperación funcional^{60,61,84}. Puesto que la mayor parte de los pacientes sobreviven a la intervención, la eficacia de los nuevos modelos se evalúa actualmente también a través de variables como la recuperación de la independencia en la marcha, en las actividades de la vida diaria o el mantenimiento del paciente en su domicilio tras el alta^{61,84}. Sin embargo, comparar recuperación funcional entre centros no es tarea fácil. A la hora de valorar los resultados obtenidos hasta el momento y de pensar en intervenciones futuras nos encontramos con un obstáculo inherente a nuestra especialidad: la heterogeneidad en los recursos que cada centro destina a la recuperación funcional y también de las escalas que utilizamos para medirla impiden hacer comparaciones válidas⁶¹.

Comparar mortalidad entre centros es mucho más sencillo. La organización de la fase aguda del tratamiento de la fractura de cadera es más homogénea y la mortalidad se mide no siempre igual pero de forma más parecida y es un parámetro fundamental e imprescindible en todos los estudios. Hay que mencionar, no obstante, que la gran variabilidad en la estancia media entre hospitales hace más complicada su comparación a nivel internacional⁷⁷.

Hago referencia al siguiente artículo⁷⁷ de manera pormenorizada para resaltar el papel que tiene el estudio de la variable mortalidad de entre todas las variables resultado que se podrían elegir, no solo como variable objetivo clásica sino como variable objetivo en esta patología específica. También lo menciono por ser el primero que enfatiza la necesidad de estandarizar las variables con las que medimos resultados en los estudios realizados en este ámbito.

En el año 2013, Liem⁷⁷ y colaboradores de otros países como Austria, Suiza, Canadá, USA, China, Reino Unido e Italia, se propusieron como objetivo identificar el conjunto de parámetros que deberían utilizarse como evaluación en todos los estudios sobre manejo compartido ortogerátrico de la fractura de cadera. Lo hicieron a través de una revisión sistemática de la literatura y de un consenso de expertos. Además se determinó el momento en que debían ser medidos: al ingreso, al alta, a los 30 días, a los 90 días y al año. Las variables seleccionadas fueron:

Independencia en la marcha: esta variable es predictora de mortalidad, de deterioro funcional posterior, de institucionalización, de inicio de demencia y de caídas. Además se relaciona con la calidad de vida y con los costes de la asistencia sanitaria. Se propone usar el Parker Mobility Score⁸⁵ y el Timed Up and Go (TUG) test⁸⁶ a los 90 días y al año.

Independencia en las AVD: uno de los principales objetivos del tratamiento de la fractura de cadera. Su deterioro se ha relacionado con un aumento de la mortalidad, de la estancia media y de la institucionalización. Se puede usar el índice de Katz⁶⁸, el Functional Independence Measure (FIM)⁸⁷ y el Barthel⁶⁹, siendo éste último el recomendado por el consenso. Debe evaluarse al ingreso, al alta, a los 90 días y al año.

Estancia prequirúrgica: su reducción se asocia a un descenso en las complicaciones y en la estancia media. Si es menor de 48 h, puede reducir las complicaciones mayores y en caso de ser menor de 24 h, incluso las complicaciones menores. Los programas de manejo compartido ortogerátrico han demostrado reducir el tiempo hasta la cirugía. Ha de ser calculada en horas desde la entrada del paciente en urgencias hasta la entrada en quirófano.

Estancia media: también muy variable entre países porque se ve influenciada por la organización de los diferentes sistemas sanitarios, sus valores, su cultura y las expectativas de la población. Está muy relacionada con el coste del proceso, luego es un parámetro importante para el sistema sanitario y ha de ser medida. La que se considera como más útil es la estancia media en la unidad ortogerátrica de agudos.

Complicaciones: sorprende la ausencia de consenso en la definición, clasificación y método de evaluación de las complicaciones tras la fractura de cadera. En este consenso se recomienda recoger como complicaciones médicas: complicaciones cardíacas, cerebrales, tromboembólicas, pulmonares, insuficiencia renal, infección del tracto urinario, delirium, úlceras por presión, gastrointestinales, reacciones adversas a fármacos y nuevas fracturas. Como complicaciones quirúrgicas: infección de herida quirúrgica y cualquier complicación quirúrgica que requiera reintervención o reingreso (incluidas las fracturas periprotésicas) Las complicaciones médicas se deben recoger al alta y a los 30 días y las quirúrgicas, al alta, a los 30 días y al año.

Mortalidad: la mortalidad intrahospitalaria suele recogerse en muchos estudios pero es difícil de comparar, puesto que cada centro tiene diferentes estancias medias. Por esta razón se propone la mortalidad a 30 días y la mortalidad al año, como los mejores parámetros a medir.

Dolor: se propone el uso de la Verbal Rating Scale (VRS)⁸⁸, que se puede usar también en pacientes con demencia, en el 2º día tras la intervención o tras el ingreso (si el paciente no va a operarse), a los 90 días y al año.

Uso de fármacos: se recomienda el uso de criterios STOPP/START⁸⁹ pero no hasta que se valide un cuestionario reducido. Por el momento recomiendan recoger solo las reacciones adversas a fármacos (adverse drug reactions, ADRs) al alta y a los 30 días. En lo que respecta al uso de fármacos contra la osteoporosis (calcio, vitamina D, bifosfonatos, modulador selectivo de los receptores estrogénicos, hormona paratiroidea, ranelato de estroncio o denosumab) recomiendan recoger su uso al ingreso, al alta, a los 90 días y al año.

Ubicación: relacionado con el coste sanitario. Como existen amplias diferencias entre países, se recomienda reducirlo a: domicilio, residencia (el paciente requiere ayuda con la medicación pero mínima en las AVD), residencia asistida (el paciente requiere ayuda no solo con la medicación sino en las AVD y una atención médica continuada) y otros (incluyendo centros de paliativos). Ha de ser recogida al ingreso, a los 90 días y al año. No se recomienda recogerla al alta porque suelen tratarse de cambios temporales de ubicación.

Calidad de vida: se recomienda usar el EQ-5D⁹⁰ al ingreso y a los 90 días y pasárselo a un familiar autorizado en caso de demencia severa.

Tasa de reingresos: variable importante como medida de la calidad de los cuidados y el coste-efectividad del tratamiento. Se define como un reingreso no programado por alguna causa relacionada con la fractura. Los reingresos de causa médica se medirán a los 30 días, 90 días y los de causa quirúrgica se medirán a los 30 días, 90 días y al año. Como puede que los pacientes reingresen en un hospital diferente al inicial, se ha de preguntar en esos plazos de tiempo al paciente o al familiar o a su médico de familia o bien revisar los registros informatizados del hospital o los disponibles más generales propios de cada sistema de salud.

Costes: como existen importantes diferencias entre países, se recomienda medirlos solo durante la hospitalización. La valoración estándar incluiría: coste cama/día, coste cama/día en UCI, de farmacia, de laboratorio, de pruebas de imagen, costes quirúrgicos y prequirúrgicos, coste de Cardiología, del servicio de Urgencias, coste de material médico y otros costes no incluidos en los previos.

Otros factores como la satisfacción del paciente, las caídas o el uso inapropiado de medicación comentado previamente, no se recomiendan como parámetros a medir por diferentes motivos.

La medición de las mismas variables permite la comparación entre centros, tanto a nivel local, como nacional e internacional⁹¹ y es de vital importancia en el caso de regiones o países que no disponen de un registro oficial de fractura de cadera y sí disponen de bases de datos locales de fractura de cadera. Como dijo Sir William Thomson, primer barón Kelvin, físico y matemático británico de finales del siglo XIX e inventor de la escala de temperatura Kelvin:

*“I often say that when you can measure what you are speaking about, and express it in numbers, you know something about it; but when you cannot express it in numbers, your knowledge is of a meagre and unsatisfactory kind; it may be the beginning of knowledge, but you have scarcely, in your thoughts, advanced to the stage of science, whatever the matter may be”*⁹². Sin medir no se puede objetivar. La medición es el soporte fundamental y característico de la actividad científica.

Pero, además, dicho proceso de medición ha de ser preciso. La aceptación de la disciplina necesaria para dicho ejercicio es a la vez exigente y gratificante⁹³. Como reproduce el autor: *“La inexactitud es el derroche de lo inapreciable, de lo que no puede recuperarse, el tiempo.”* J.S. Bach

En un intento de unificar información, en los últimos años han ido surgiendo numerosos registros a nivel internacional⁹⁴:

- en Europa: Inglaterra, Gales e Irlanda del norte⁹⁵, Suecia⁹⁶, Noruega⁹⁷ o Escocia⁹⁸
- en América del Norte y Canadá^{99,100}
- en Oceanía¹⁰¹

Un ejemplo establecido y bien documentado lo encontramos en la National Hip Fracture Database (NHFD)⁹⁴. Se trata de la mayor base de datos sobre fractura de cadera del mundo. Surgió en 2007 de la necesidad de auditar el cumplimiento de las recomendaciones de la British Orthopedic Association (BOA) y la British Geriatric Society (BGS) sobre el cuidado de pacientes con fractura de cadera y mejorar así sus

resultados clínicos y su coste-efectividad. Recoge información de 182 hospitales de Inglaterra, Gales e Irlanda del Norte. Desde su inicio lleva registrados más de un tercio de millón de casos, con un 95% de todos los nuevos casos de fractura de cadera documentados y 5.700 episodios registrados cada mes.

Dicho registro se audita anualmente¹⁰² usando los siguientes criterios de calidad que se apoyan en las guías NICE¹⁰³:

- medición de la situación cognitiva al ingreso (92% en 2013)
- cirugía en las primeras 48 horas (71,3% en 2013)
- si fractura intracapsular desplazada, implantar hemiartroplastia cementada o prótesis total si procede (80,2% en 2013)
- valoración por rehabilitación el día después de la cirugía y movilización al menos una vez al día salvo contraindicación (nuevo ítem, pendiente de evaluar en el año 2014)
- valoración del riesgo de caídas e intervención individualizada si procede (94,6% en el 2013)
- valoración de osteoporosis, del riesgo de fractura e intervención individualizada si procede antes del alta (79,4% en 2013)

y recibiendo incentivos económicos en caso de cumplimiento con los siguientes estándares:

- cirugía en las primeras 36 horas
- manejo compartido por traumatólogo y geriatra
- tratamiento según protocolo acordado por geriatra, traumatólogo y anestesista
- valoración por el geriatra en las primeras 72 horas
- valoración mediante el Abbreviated Mental Test Score (AMTS) pre y postcirugía
- rehabilitación por equipo multidisciplinar liderado por el geriatra
- prevención secundaria de caídas
- valoración de la osteoporosis

Entre los logros de la implantación del NHFD están: una reducción de la estancia prequirúrgica y total, más disponibilidad de quirófanos, mayor porcentaje de pacientes

derivados a centros de rehabilitación, mayor prevención de caídas y de osteoporosis y una reducción no significativa de la mortalidad¹⁰⁴.

Hasta que la instauración de la historia clínica electrónica se haga extensiva a todos los países y se puedan extraer datos de forma sencilla y automática, los registros nacionales son la alternativa para poder conocer la calidad en la atención a los pacientes con fractura de cadera y su evolución⁹⁶.

Recientemente se ha publicado el protocolo de una revisión¹⁰⁵ que intentará determinar cuáles son los indicadores de calidad en el cuidado de los ancianos con fractura de cadera que debemos usar, a nivel de paciente, institución y sistema, no solo en la fase aguda sino durante todo el contínuum de tratamiento.

Puntos clave

- Se han propuesto recientemente cuáles han de ser los principales parámetros que toda unidad de ortogeriatría debería evaluar de forma estandarizada, a fin de poder comparar resultados a nivel nacional e internacional y mejorar el tratamiento
- La aparición de los registros nacionales de pacientes con fractura de cadera permite auditar el proceso por regiones, en una búsqueda de homogeneizar y mejorar el tratamiento así como facilitar la investigación

2.5. Mortalidad por fractura de cadera

La mortalidad por fractura de cadera ha sido ampliamente estudiada desde antes del inicio de la colaboración orto-geriátrica, cuando los pacientes eran tratados exclusivamente en salas de traumatología^{79,80,106,108}. Existe mucha literatura al respecto, como he comentado previamente, puesto que la mortalidad es un objetivo clásico de éste y de otros tipos de estudios.

Exceso de mortalidad

Por el hecho de haber sufrido una fractura de cadera, el paciente anciano presenta un aumento de mortalidad respecto a lo esperado para su edad y su género. En

comparación con poblaciones control sin fractura, este exceso de mortalidad se ha estimado entre un 8.4% y un 36% al año. Es casi el doble de la mortalidad de la población control sin fractura, es menos importante en edades avanzadas^{108,109}, mayor en varones que en mujeres, mayor en los días y semanas posteriores a la fractura y permanece elevada durante meses y hasta 12 años tras la fractura de cadera^{110,111}.

La diferencia en el exceso de mortalidad entre hombres y mujeres se ha tratado en un estudio danés reciente que describe cómo la mortalidad acumulada al año, comparado con población general sin fractura, es del 37% en varones (9.9% en población general) y del 26% en mujeres (9.3% en población general) y también demuestra cómo esta diferencia en varones respecto a mujeres se mantiene al controlar por diferentes factores como la edad o la comorbilidad, es decir, no depende exclusivamente de ellos¹¹². Como posible hipótesis explicativa plantean que las complicaciones agudas que sufren los varones en esos meses podrían justificar la diferencia.

El estudio de Omsland¹¹¹, con un seguimiento de 12 años, revela cómo el exceso de mortalidad máximo respecto a la población general se produce en las primeras 2 semanas tras la fractura.

En cuanto a la peculiaridad de que este exceso de mortalidad se mantenga meses o incluso años después de la fractura de cadera, un meta-análisis belga¹¹³ que revisa los principales estudios de cohortes sobre mortalidad tras fractura de cadera, aporta el dato de que las mujeres con fractura de cadera de 80 años tienen un exceso anual de mortalidad a 1, 2, 5 y 10 años del 8, 11, 18 y 22% mientras que los varones lo tienen del 18, 22, 26 y 20%. La explicación que ofrecen es que, aunque el exceso de mortalidad se deba a la condición de fragilidad prefractura unida a las consecuencias de la misma (*failure to thrive*: deterioro funcional, del equilibrio, pérdida de fuerza muscular, deterioro cognitivo, malnutrición, disminución de actividad física y aumento del riesgo de caídas), sin embargo algunos estudios sugieren que sorprendentemente se mueren más a los 2 años aquellos con mejor situación clínico-funcional previa, luego pudiera ser que la fractura de cadera en sí misma acelerase la fragilidad de determinados ancianos por otros mecanismos inflamatorios o inmunomediados¹¹⁴.

Evolución de la mortalidad respecto al momento de la fractura

En la revisión de Abrahamsen¹¹⁰ de los artículos que estudian mortalidad acumulada al año se estima que entre un 25-33% de la mortalidad ocurre en el primer mes, un 50% en los primeros 3 meses y un 70% en los primeros 6 meses tras la fractura. Por tanto, el mayor riesgo de fallecer se encuentra en los primeros 6 meses tras sufrir una fractura de cadera.

Podríamos diferenciar la mortalidad tras fractura de cadera en diferentes fases: la mortalidad precoz y la tardía. La mortalidad **precoz** incluiría la prequirúrgica, la intrahospitalaria y la mortalidad a 30 días. La mortalidad **tardía** comprendería la mortalidad tras el primer mes desde la fractura (3, 6, 12 meses y más allá).

Respecto a la mortalidad **precoz**: la mortalidad antes de la intervención no se ha estudiado de manera independiente, entre el 2 y el 7% de los pacientes fallecen durante la fase hospitalaria aguda, entre el 6 y el 12% durante el mes posterior. En cuanto a la mortalidad **tardía**: entre el 17 y el 33% fallecen al cabo del primer año tras la fractura de cadera⁸¹. Puede estimarse que, en España, de los casi 40.000 pacientes que sufren anualmente una fractura de cadera fallecerán unos 1.800 en el hospital, 3.600 en el primer mes y unos 10.000 durante los doce meses posteriores a la misma.

Evolución de la cifra de mortalidad en los últimos años

Para estimar su evolución en los últimos años tendremos que aclarar a qué mortalidad hacemos referencia.

Si hablamos de la **mortalidad intrahospitalaria**, la comparación entre modelos actuales (con reducción drástica en estancia media) y modelos más antiguos (con estancias más largas) probablemente nos haría sacar conclusiones inexactas.

Si lo que tratamos es la mortalidad anual y el exceso de mortalidad, para estudiarlas requerimos: en el caso de la **mortalidad anual**, muestras hospitalarias grandes y con recursos hospitalarios similares que las hagan comparables y en el caso del **exceso de mortalidad**, muestras poblacionales y estudios epidemiológicos de calidad.

Hechas estas salvedades, aunque pudiera pensarse que los avances técnicos-organizativos actuales habrían hecho disminuir la mortalidad por fractura de cadera, lo cierto es que existe cierta controversia en la literatura en cuanto a si dicha mortalidad ha aumentado, se ha estabilizado o ha disminuido en los últimos años¹¹⁰.

Si consideramos la evolución de la **mortalidad intrahospitalaria**, estudios recientes sugieren un descenso de las cifras tras la introducción de programas de manejo compartido ortogeriátrico¹¹⁵⁻¹¹⁷.

Si nos fijamos en la evolución de la **mortalidad al año ajustada por edad**, el estudio NOREPOS (The NORwegian EPidemiologic Osteoporosis Studies)¹¹¹, tras revisar las contradicciones existentes en la literatura, observa cómo en el periodo de 1999 a 2008 la mortalidad al año descendió un 12% en varones y, exceptuando los datos del año 2008, en mujeres ocurrió algo similar.

Si lo que tratamos es el **exceso de mortalidad por fractura de cadera**, dicho estudio¹¹¹ observó que en el periodo 1999-2008 el exceso de mortalidad respecto a población general no se modificó con los años en varones y sí aumentó en mujeres un 10.9%.

Finalmente, si nos centramos en **España**, el estudio de Azagra³ compara la evolución de la mortalidad intrahospitalaria entre dos periodos de tiempo 1997-2000 y 2007-2010, observando cómo la mortalidad ajustada por edad descendió un 22,4% en varones y un 22,3% en mujeres.

Causas de mortalidad

Nuevamente también hay que diferenciar las causas de muerte precoz y tardía. En cuanto a **mortalidad a 30 días** se postulan como posibles causas las infecciones respiratorias/neumonías y las causas cardiovasculares (sobre todo ICC) (^{110,118,119-121}, mientras que las **causas de muerte al año o posterior** son similares a las de la población general (enfermedad cardiovascular, cáncer y enfermedades pulmonares)⁸¹.

Foss et al¹²² llevan a cabo un estudio descriptivo en Dinamarca sobre 300 pacientes con fractura de cadera, analizando las **causas de los fallecimientos a 30 días** y si éstos se consideraban o no evitables. Un 28% de las muertes se consideraron inevitables (y su

causa más probable fue el cáncer), un 15% probablemente inevitables (y su causa más frecuente fueron las complicaciones cardiovasculares y del aparato respiratorio), un 34% potencialmente evitables pero se limitó el esfuerzo terapéutico (y sus causas más probables fueron las complicaciones del aparato respiratorio, complicaciones quirúrgicas, complicaciones cardiovasculares, ictus o sepsis) y un 23% potencialmente evitables y se realizó tratamiento activo (y sus causas más probables fueron las complicaciones del aparato respiratorio y la muerte súbita sin causa identificada).

Roche¹²³ hace referencia a que determinados factores prequirúrgicos (varones muy mayores con enfermedad pulmonar crónica y uso de corticoides y varias comorbilidades o bien varones muy mayores con antecedente de enfermedad cardiovascular y varias comorbilidades) condicionan complicaciones postquirúrgicas (infección respiratoria o ICC) que a su vez producen un aumento de mortalidad (en los pacientes complicados con infección respiratoria la mortalidad a 30 días es del 65% y al año del 92%; en los pacientes complicados con ICC la mortalidad a 30 días es del 43% y al año es del 91%)

Vestegaard¹²⁴, en un estudio de cohortes con fractura de cadera de 1977 a 2001, describe como principales **causas de muerte en el primer año** las relacionadas con complicaciones derivadas de la fractura y menos frecuentes las cardiovasculares, cáncer y cerebrovasculares. Cuando se eliminan las causas relacionadas con la fractura, al comparar las causas de muerte al año de los que tuvieron fractura de cadera respecto a la población general, coinciden en cardiovasculares, cáncer y cerebrovasculares. Sin embargo, el cáncer tiene menos peso en los fracturados y cobran más peso las infecciones y los problemas psiquiátricos.

Finalmente es importante reseñar que existen pocos estudios que se hayan centrado en la causa directa de muerte en pacientes con fractura de cadera y cómo las series de los que existen, o son cortas y con pocos casos de éxitus (Foss¹²²: N=300, N éxitus=47), o son grandes estudios epidemiológicos en los que el método de codificación de la causa puede modificar los resultados (demasiadas muertes achacadas a relacionadas con la fractura, pocas infecciones como causa principal). A este respecto, haremos dos salvedades:

En el HGUGM realizamos un estudio más amplio (N=1738, N exitus=90) revisando las causas de mortalidad intrahospitalaria en una cohorte prospectiva de ancianos con fractura de cadera, con los siguientes resultados: 32% infección respiratoria/neumonía, 23% ICC, 11% hemorragia digestiva, 9% TEP, 6% sepsis urinaria, 6% sepsis de origen abdominal no urinaria, 6% fallo multiorgánico, 2% ictus, 2% colitis isquémica, 2% IAM⁷⁵.

Nuestros hallazgos están en consonancia con los del estudio más reciente al respecto, realizado en 2015 por Chatterton et al¹¹⁹. Analizan una cohorte de 4426 pacientes con fractura de cadera para determinar los factores asociados a mortalidad y sus causas, con el aliciente de que las causas de muerte fueron extractadas del certificado de defunción y solo de aquellos pacientes con confirmación histológica de la causa (N=220). Por su importancia, a pesar de algunas limitaciones, reproducimos la tabla original:

Tabla 1. Causas primaria de muerte de pacientes ingresados por fractura de cadera que fallecieron en los primeros 30 días desde el ingreso y en los que se practicó necropsia (N=220). Causas de muerte clasificadas según las categorías del ICD-10¹¹⁹:

Causa de muerte	N (%)
Enfermedad del apto. circulatorio	
Cardiopatía isquémica	48 (20.9)
Embolismo pulmonar	9 (4.1)
ICC	29 (13.2)
Ictus	2 (0.9)
Enfermedad del apto. respiratorio	
Bronconeumonía	78 (34.5)
EPOC reagudizado	5 (2.3)
Edema pulmonar	2 (0.9)
Insuficiencia respiratoria	6 (2.7)
Enfermedad del apto. digestivo	
Peritonitis	9 (4.1)
Hemorragia digestiva	3 (1.4)
Perforación gastrointestinal	1 (0.5)
Colitis isquémica	1 (0.5)
Enfermedad del apto. genitourinario	
Insuficiencia renal aguda	3 (1.4)
ITU	3 (1.4)
Enf apto conectivo/musculoesquelético	
Fractura de cuello de fémur	2 (0.9)
Síndrome 2° a cementación	1 (0.5)
Infecciones	
Sepsis	9 (4.1)
Infección viral	1 (0.5)
Enterocolitis por Clostridium	2 (0.9)
Neoplasias	
Neoplasias malignas	9 (4.1)
Enf. mentales	
Demencia	1 (0.5)

Mortalidad potencialmente evitable:

Un porcentaje de pacientes ancianos con fractura de cadera fallecerá durante el ingreso y posteriormente pero: ¿es ese porcentaje inmodificable? ¿Fallecerá ese número de pacientes hagamos lo que hagamos? Según el estudio de Foss¹²², se estima que el 57% de la mortalidad sería potencialmente evitable. Un sorprendente 34% de ella se consideró potencialmente evitable pero se decidió limitar el esfuerzo terapéutico por razones como la situación funcional basal de los pacientes o la presencia de deterioro cognitivo. La muestra, además, era demasiado pequeña como para poder extraer conclusiones de peso.

Detección de factores de riesgo para establecer pronóstico y diseñar intervenciones

El mayor rendimiento de una intervención se consigue actuando sobre patologías frecuentes, prevenibles y de graves consecuencias. La mortalidad intrahospitalaria cumple dichos requisitos, al menos en parte. Tras lo anteriormente expuesto, queda patente la necesidad de conocer qué factores prequirúrgicos determinan una mayor probabilidad de fallecer durante la hospitalización y así diseñar intervenciones dirigidas especialmente a pacientes con ese perfil desde el primer día de ingreso en planta.

Puntos clave

- La mortalidad tras sufrir una fractura de cadera es importante, tanto a corto como a largo plazo, yendo desde el 5% intrahospitalaria al 20-30% al año de la fractura
- Supone un aumento de la mortalidad esperable para su edad y género (exceso de mortalidad por la fractura)
- El mayor riesgo de fallecer se encuentra en los primeros 6 meses tras sufrir la fractura
- Las cifras han mejorado en los últimos años, en parte por la mejora en la organización de los cuidados sobre todo el continuum del proceso
- Las causas más frecuentes de mortalidad intrahospitalaria son las infecciones respiratorias/neumonías y las cardiovasculares (sobre todo ICC)

2.6. Modelos predictivos de mortalidad

2.6.1. Metodología de los modelos predictivos

La práctica de la medicina era mucho más subjetiva en el pasado, antes de la emergencia de la Medicina Basada en la Evidencia (MBE). Ésta aplica el método científico a la práctica médica con la finalidad de usar consciente, explícita y juiciosamente la mejor evidencia disponible para la toma de decisiones en el cuidado de los pacientes¹²⁵.

Los modelos predictivos utilizan una serie de características (relacionadas con el paciente, con la patología en estudio o con un tratamiento) para predecir su diagnóstico (capacidad de un test de predecir un determinado diagnóstico) o su pronóstico (capacidad de varios predictores de anticipar la ocurrencia de un desenlace). Esta metodología de trabajo es crucial no solo para los médicos sino para los gestores que trabajan en el ámbito de la salud, puesto que si uno puede predecir también puede intentar prevenir. Prueba de ello es el incremento del número de publicaciones sobre modelos predictivos, que ha aumentado exponencialmente en los últimos años¹²⁶.

Predecir es fundamentalmente estimar. Por ejemplo: ¿cuál es el riesgo de fallecer al mes de sufrir un infarto de miocardio? Pero predecir también es testar hipótesis. Por ejemplo: ¿es la edad un predictor de mortalidad al mes de sufrir un infarto? Los modelos estadísticos para realizar predicciones pueden ser de diferentes clases: regresión, clasificación y los llamados *neural networks for pattern recognition*.

En Medicina se ha desarrollado un gran interés por la identificación de predictores y los **modelos de regresión** son los más usados para este fin. Éstos pueden ser creados con diferentes finalidades¹²⁷, aunque en general pueden resumirse en: modelos con objetivos de predicción o bien modelos con objetivos de estimación del tamaño/significación del efecto observado. A continuación expongo los pasos generales en el establecimiento de modelos de regresión multivariantes:

1) Determinación del objetivo del modelo

- Predicción (modelos pronósticos)
- Magnitud del efecto (o modelos explicativos)

2) Identificación del criterio de valoración verdadero

- Minimización del error de clasificación de la variable de valoración
- Se prefieren criterios de valoración «duros» para los modelos pronósticos
- Si se usa una variable de valoración combinada, hay que asegurar que el sentido del efecto sea el mismo para todos los componentes
- Considerar el uso de nuevos resultados como el número de días con vida y sin estar hospitalizado en los estudios de la insuficiencia cardiaca

3) Elección del método estadístico apropiado en función del resultado y el tipo de predicción

- Continuo: regresión lineal
- Binario: regresión logística
- Binario con observaciones censuradas
- Regresión proporcional de Cox
- Regresión de supervivencia paramétrica
- Riesgos en competencia
- Variable de valoración longitudinal y tiempo hasta que ocurre el criterio de valoración: enfoque de modelado conjunto
- Datos longitudinales con interés en variables de valoración intermedias: modelos de Markov multiestado

4) Creación del modelo adecuado, incluida la validación interna

- Simplicidad frente a complejidad
- Selección de las variables correctas. Precaución con el uso inapropiado de procedimientos escalonados. Uso de procedimientos retrógrados en vez de anterógrados. Ajuste de la regla de detención según el tamaño muestral
- Evitación de la sobresaturación (regla de EPV, número de eventos por variable)
- No dar por supuesta la linealidad de las variables continuas; transformarlas en caso necesario. Utilizar función polinómica fraccional (FPF) o splines cúbicos restringidos (RCS) para las funciones no lineales complejas

5) Evaluar el rendimiento del modelo

- Validación interna (preferiblemente remuestreo). Parámetros a evaluar
- Medidas de rendimiento global: medida de variación explicada (R^2), puntuación de Brier

- Capacidad de discriminación: área bajo la curva ROC (AUC), estadístico C (equivalente al AUC para datos censurados), índice de discriminación integrado (IDI), índice de reclasificación neta (NRI)
- Calibración (prueba de bondad de ajuste de Hosmer-Lemeshow, gráfico de calibración, pendiente de calibración, prueba de Gronnesby y Borgan, calibración general)
- Validación externa. Los mismos parámetros, pero con datos externos

6) Necesidad de reducción del coeficiente de regresión

- Si la evaluación de calibración muestra coeficientes excesivamente optimistas
- Aplicar una reducción de ajuste a la pendiente de calibración o
- Utilizar métodos de penalización más complejos como least absolute shrinkage and selection operator (LASSO) y estimación de máxima verosimilitud (MLE)

7) Presentación de los resultados

- Sin ajustar frente a ajustados
- Medidas relativas: odds ratio (OR), razón de riesgos (HR)
- Medidas absolutas: diferencia de riesgo absoluto (DRA) , número que es necesario tratar (NNT)

Existen unas **premisas** a la hora de desarrollar un **buen modelo predictivo**¹²⁶:

- Inicialmente, determinar con claridad **qué** es lo que se quiere predecir y qué se sabe ya acerca de los posibles predictores en investigaciones anteriores. A continuación, cómo se han definido dichos predictores en otros estudios. Ésto es importantes de cara a enfrentarse después con los valores perdidos o *missing values*.
- Al comenzar a diseñar un modelo predictivo, lo primero que se debe de hacer es **codificar** correctamente las variables predictores, sean éstas categóricas o continuas.
- Seguidamente pasamos a una de las cuestiones más espinosas: cómo **especificar** el modelo, es decir, qué predictores se deben incluir, cuales son los pros y contras de usar un método de selección por pasos o cómo lidiar con presunciones como la adición o la multicolinealidad.
- Una vez hemos especificado el modelo, hay que **estimar** los parámetros del modelo, es decir, los coeficientes para cada predictor.

- De dicho modelo ya especificado y estimado, debemos determinar su **calidad** mediante las llamadas medidas de funcionamiento del modelo (*model performance measures*)
- Además debemos determinar su **validez**, tanto interna (sobre nuestros propios pacientes) como externa (sobre otras muestras de pacientes) La validez es el grado en que las predicciones coinciden con las observaciones y tiene dos componentes: calibración y discriminación. La calibración compara el número predicho de eventos con el número observado en grupos de individuos, mientras que la discriminación evalúa el grado en que el modelo distingue entre individuos en los que ocurre el evento y los que no. Por ejemplo, se ha ajustado un modelo logístico para predecir muerte en la UCI (3), si la mortalidad observada en la muestra es 27%, el modelo estará perfectamente calibrado si predice una mortalidad de 27%, sin embargo podría no distinguir entre los pacientes que mueren y los que sobreviven. A la inversa, si el modelo asignara una probabilidad de muerte de 2% a todos los pacientes que sobreviven y una probabilidad de 4% a todos los que mueren, el modelo tendría una perfecta discriminación, pero estaría pobremente calibrado¹²⁸
- Por último, es importante saber cuál es la mejor forma de **presentar** los datos. Pueden usarse fórmulas de regresión, nomogramas o gráficos de puntuación (score charts)

La utilización de una metodología incorrecta o poco cuidadosa puede llevar a sacar conclusiones erróneas. Para evaluar la calidad de la literatura existente, Bouwmeester¹²⁹ realiza una revisión sistemática de los estudios predictivos publicados en 2008 en 6 revistas de alto impacto, concluyendo que la mayor parte no cumplen con las recomendaciones metodológicas actuales, lo que limita su validez y su reproducibilidad. Basándose en las recomendaciones CONSORT, REMARK, STARD, STROBE, QUADAS así como en diferentes publicaciones a este respecto, dichos autores crearon la lista de aspectos que debían aparecer descritos en todo buen estudio predictivo. En resumen fueron los siguientes:

- Diseño del estudio
- Participantes
- Variables predictoras candidatas
- Variable resultado

- Poder estadístico
- Selección de predictores
- Descripción de cómo se han tratado los valores perdidos o *missing values*
- Presentación de resultados
- Medidas de funcionamiento del modelo y validación

Estudios como el de Bouwmeester y otros constatan, por tanto, que la investigación en pronóstico (*prognosis research*) con frecuencia no alcanza las altas exigencias en calidad de otras modalidades, como la investigación sobre terapéutica o la epidemiología genética¹³⁰.

Harry Hemingway, profesor de epidemiología clínica del departamento de epidemiología y salud pública del University College de Londres, junto con otros especialistas en el tema, puso en marcha en el año 2013 la iniciativa PROGNosis RESEARCH Strategy (PROGRESS) series¹³¹ un conjunto de 4 publicaciones que abordan diferentes aspectos clave para crear el marco teórico de la investigación en pronóstico, como son:

- *fundamental prognosis research*: describe el **curso natural** de la enfermedad y la calidad del tratamiento actual
- *prognostic factor research*: estudia **factores** específicos, por ejemplo biomarcadores, que se asocian con el pronóstico
- *prognostic model research*: trata acerca del desarrollo, validación e impacto de **modelos** estadísticos que predicen el riesgo individual de un evento futuro
- *stratified medicine research*: utiliza la información pronóstica para **diseñar tratamientos dirigidos** al individuo o a un grupo de individuos con características similares

Puntos clave

- La investigación en pronóstico ha cobrado una relevancia reseñable en los últimos años, por su aplicación a la hora de informar al paciente sobre su pronóstico y la posibilidad de realizar prevención en pacientes de riesgo
- La utilización de una metodología exhaustiva y precisa es ineludible para llegar a conclusiones válidas

2.6.2. Modelos predictivos y factores asociados a mortalidad tras fractura de cadera en la literatura

Antes de empezar a hablar de lo publicado hasta el momento, primeramente habría que decir por qué es interesante desarrollar modelos predictivos en una patología como la fractura de cadera. ¿Qué utilidad puede tener una herramienta que predice el riesgo de fallecer en el hospital? Existen varias posibles aplicaciones:

- ofrecer **información pronóstica a paciente y familiares**¹³²: aunque la mortalidad hospitalaria por fractura de cadera se ha modificado enormemente respecto a las series más antiguas, sigue produciendo una cifra de muertes intrahospitalarias cercana a otras patologías o procesos como la cirugía cardiaca, con una mortalidad intrahospitalaria del 11%¹³³ o la neumonía, con una mortalidad intrahospitalaria del 16,7%¹³⁴.
- **diseñar intervenciones preventivas** para pacientes de alto riesgo: si parte de los factores de riesgo son características modificables y se sospecha que su asociación tiene carácter causal, saber qué factores determinan un peor pronóstico nos puede ayudar a diseñar intervenciones específicamente creadas para mejorar dichos factores en el periodo perquirúrgico (por ejemplo, intervenciones sobre pacientes EPOC)
- desde un punto de vista investigador, nos sirve para **comparar** si los factores de riesgo de mortalidad de nuestro centro se parecen o no a los de otros hospitales de

nuestra ciudad, provincia o país e incluso nos permiten compararlos con los de otros países. Del mismo modo que las causas de mortalidad general difieren entre países, es posible que también difieran los factores de riesgo de mortalidad intrahospitalaria tras fractura de cadera.

Igualmente, antes de empezar a hablar de lo ya estudiado por otros autores, hay que matizar qué tipo de estudios vamos a presentar a continuación. Nuestra revisión se centra en aquellos modelos predictivos de mortalidad en pacientes ancianos con fractura de cadera que cumplen dos características:

- la mortalidad que queremos predecir es la **mortalidad intrahospitalaria**, aunque, dada la escasez de estudios a este respecto y el corto espacio de tiempo que separa ambas mortalidades, también revisaremos los modelos que predicen **mortalidad a 30 días**. No son objeto de esta revisión los modelos que intentan predecir la mortalidad a 3 meses, al año o a más de un año, puesto que creemos que probablemente no sean los mismos factores los implicados en que un paciente fallezca en el hospital o lo haga tras más de 1 año de sufrir la fractura.
- se trata de modelos que predicen con características presentes a su llegada a planta el **día 1**, es decir, características socio-clínico-funcionales basales. No son objeto de esta revisión los modelos que utilizan características presentes posteriormente (existen varios estudios que incluyen las complicaciones postquirúrgicas como posibles factores predictores de mortalidad) aunque hemos revisado algunos que incluyen alguna de estas características por su importancia.

Tras una exhaustiva revisión de la literatura, hemos de distinguir entre aquellos trabajos que desarrollan un **modelo predictivo de mortalidad** y aquellos que solo intentan identificar **factores asociados a mortalidad** sin desarrollar un modelo predictivo.

2.6.2.1. Modelos predictivos de mortalidad tras fractura de cadera:

En este apartado revisaremos 3 artículos: la única revisión publicada hasta el momento sobre modelos predictivos de mortalidad en fractura de cadera (el de Karres et al¹³⁵) y 3

modelos en mayor profundidad, dada su excelente metodología y posible aplicación práctica (los de Jiang²⁰, Maxwell²² y Frost²¹).

2.6.2.1.1. Karres 2014 et al¹³⁵, del departamento de cirugía del Sint Lucas Andreas Hospital de Amsterdam, se propone realizar una revisión de los **modelos predictivos de mortalidad a 30 días** tras cirugía ortopédica, así como evaluar su funcionamiento. En total encuentra publicados 6 modelos predictivos, los 3 últimos diseñados específicamente para predecir mortalidad tras fractura de cadera:

- *Charlson Comorbidity Index (CCI)*¹³⁶
- *Orthopaedic Physiologic and Operative Severity Score for the enUmeration of Mortality and Morbidity (O-POSSUM)*¹³⁷
- *Estimation of Physiologic Ability and Surgical Stress (E-PASS)*¹³⁸
- Modelo desarrollado por Jiang et al.²⁰
- *Nottingham Hip Fracture Score (NHFS)*²²
- Modelo desarrollado por Holt et al.²³

- ***Charlson Comorbidity Index (CCI)***¹³⁶: modelo predictivo basado en una clasificación de la comorbilidad, que atribuye una puntuación a determinados antecedentes quirúrgicos. Se trata de un score que no fue inicialmente diseñado para pacientes con fractura de cadera pero que ha sido utilizado en muchos estudios. La puntuación global es la suma de parciales.

- ***Orthopaedic Physiologic and Operative Severity Score for the enUmeration of Mortality and Morbidity (O-POSSUM)***¹³⁷: herramienta predictiva en cirugía ortopédica. Utiliza 14 variables fisiológicas y 6 intraoperatorias para predecir morbi-mortalidad. Cada una puntúa entre 1 y 8. La mortalidad puede predecirse mediante la siguiente fórmula: $\log_e R1 / (1-R1) = -7.04 + (0.13 \times \text{physiological score}) + (0.16 \times \text{operative severity score})$.

- ***Estimation of Physiologic Ability and Surgical Stress (E-PASS)***¹³⁸: compuesto por un score de riesgo preoperatorio (PRS; edad, comorbilidades, performance status index y el ASA score) y un score de estrés quirúrgico (SSS; cantidad de sangre perdida por peso corporal, tiempo de cirugía y tamaño de la incisión), para formar el

comprehensive risk score (CRS), que se calcula usando esta fórmula: $CRS = 0.328 + (0.936 \times PRS) + (0.976 \times SSS)$.

- **Modelo desarrollado por Jiang et al.**²⁰: desarrolla el modelo predictivo sobre una cohorte de pacientes con fractura de cadera. Los factores predictivos son edad, género, institucionalización y 10 comorbilidades diferentes, cada uno de ellos puntuado de 0 a 20. Los pacientes se dividen en cuartiles de riesgo, con probabilidades de mortalidad intrahospitalaria entre <1% y > 15%.
- **Nottingham Hip Fracture Score (NHFS)**²²: predice la probabilidad de fallecer a 30 días tras la fractura de cadera basándose en variables clínicas. Utilizan regresión logística. Se incluyen las siguientes variables: edad, género, mini-mental test score (MMTS) y número de comorbilidades, cada una puntuada de 0 a 4. Posteriormente el modelo fue recalibrado para corregir la sobrestimación de mortalidad en los grupos de alto riesgo. La mortalidad a 30 días puede ser predicha mediante la fórmula $100 / (1 + e^{[5.012(NHFS - 0.481)])}$.
- **Modelo desarrollado por Holt et al.**²³: utiliza los datos de la *Scottish Hip Fracture Audit* para determinar las variables asociadas con la mortalidad a 30 y 120 días. Éstas son: edad, ASA score, género, ubicación basal, marcha basal y tipo de fractura. Se propone una fórmula basada en dichas variables y sus coeficientes de regresión logística para predecir la mortalidad intrahospitalaria: $mortality = 1 / (1 + e^{-(constant + B(ASA) + B(pre-fracture\ residence) + B(age) + B(sex) + B(type\ of\ fracture) + B(pre-fracture\ mobility))})$

Tabla 2. Variables incluidas en los 6 modelos predictivos de mortalidad tras fractura de cadera¹³⁵:

Modelo predictivo	Variables
CCI	Cardiopatía isquémica ICC EPOC Úlcera péptica Enfermedad vascular periférica Enfermedad hepática leve Enfermedad cerebrovascular Enfermedad del tejido conectivo DM Demencia Hemiplejía Enfermedad renal crónica moderada-grave DM con afectación orgánica Neoplasia en los últimos 5 años Leucemia Linfoma Enfermedad hepática moderada-grave Tumor sólido metastásico SIDA
O-POSSUM	Edad Signos cardiacos Signos respiratorios Tensión arterial sistólica Frecuencia cardíaca Glasgow coma score Urea Sodio Potasio Hemoglobina Recuento leucocitario Electrocardiograma Número de variables operatorias en 30 días Pérdida hemática durante la cirugía Contaminación Presencia de tumor Urgencia de la cirugía
E-PASS	Edad Enfermedad cardíaca grave Enfermedad pulmonar grave DM Performance status index ASA Cantidad de sangre perdida por peso

	corporal Tiempo de cirugía Tamaño de la incisión
Jiang et al.	Edad Género masculino Institucionalización previa EPOC Neumonía Cardiopatía isquémica IAM previo Cualquier arritmia cardíaca ICC Antecedente de neoplasia Malnutrición Alteración electrolítica Insuficiencia renal
NHFS	Edad Género masculino Hemoglobina al ingreso MMTS al ingreso Institucionalización basal Número de comorbilidades Antecedente de neoplasia
Holt et al.	Edad ASA Género Institucionalización basal Marcha basal Tipo de fractura

Los autores aplican dichos scores a una muestra de pacientes propia, de 1017 pacientes, para comparar el funcionamiento de los 6 modelos (validación externa). Todos tienen una aceptable capacidad discriminativa (capacidad del modelo de asignar un resultado correcto a dos pacientes tomados al azar), con un área bajo la curva ROC (AUC) > 0.70 salvo el O-POSSUM (0.69). En este sentido, los mejores son el modelo de Jiang (AUC 0.78), el NHFS (0.77) ó el de Holt (0.76). Sin embargo, dichos modelos muestran falta de calibración ($p < 0.05$), es decir, concordancia entre las predicciones del modelo y los resultados observados, siendo el NHFS es que mejor calibración consigue, con un ratio de mortalidad esperada vs observada de 0.85. El artículo concluye que el NHFS es el modelo que muestra resultados más prometedores, con una razonable capacidad discriminativa y varios trabajos de validación apoyándolo. Por otro lado el autor anima a seguir investigando en el campo de los modelos predictivos en fractura de cadera.

Merece la pena destacar la diferencia entre el funcionamiento de dichos modelos predictivos en la base de pacientes en que fueron creados y el funcionamiento tras realizar la validación externa en otra base de pacientes diferente. Se observan diferencias en discriminación y calibración importantes en algunos de los modelos, muestra de que son robustos a la hora de predecir en la base original pero dejan de serlo al hacerlos predecir en otros pacientes¹³⁹. De ahí la recomendación de no solo crear modelos predictivos sino también realizar la validación externa de los mismos para poder aplicarlos en otros hospitales. La siguiente tabla ilustra este hecho.

Tabla 3. Diferencias en el funcionamiento de los modelos predictivos: de sus propiedades originales a las demostradas en la validación externa sobre otros pacientes¹³⁵:

Modelo predictivo	AUC Artículo original	AUC Karres 2014
O-POSSUM	0.83	0.69
Jiang et al.	0.82	0.78
NHFS	0.719	0.77
Modelo predictivo	H-L Artículo original	H-L Karres 2014
O-POSSUM	-	0.11
Jiang et al.	> 0.5	0.04
NHFS	0.8	0.04

AUC: área bajo la curva ROC; H-L: test de Hosmer-Lemeshow

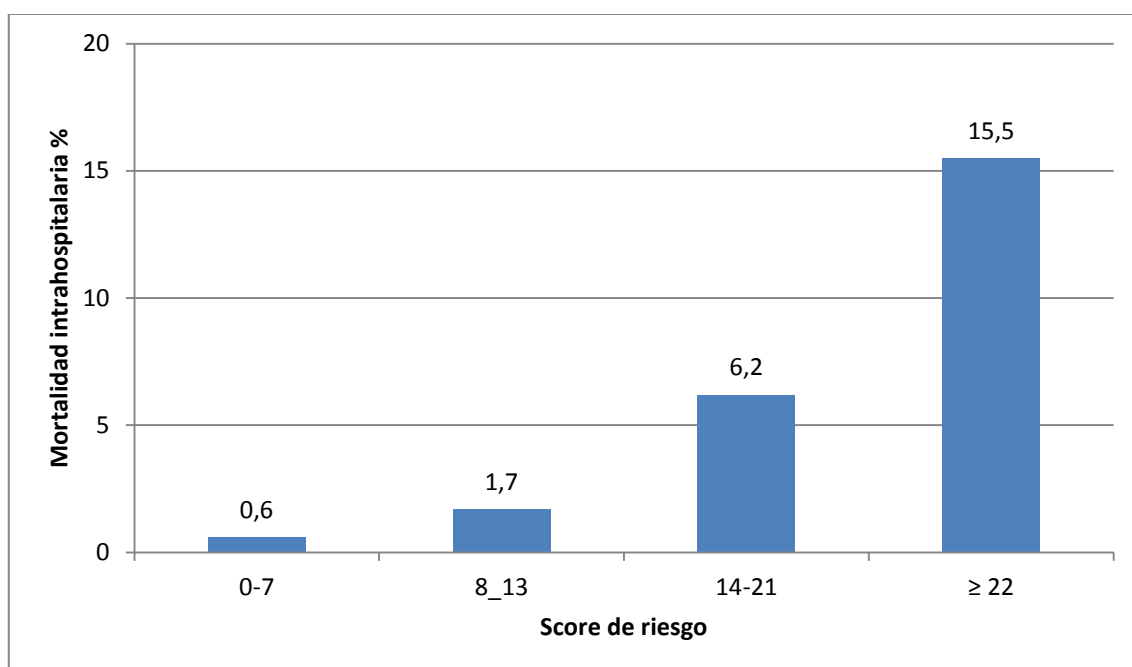
2.6.2.1.2. Hong X Jiang²⁰, del Royal Alexandra Hospital junto con Sumit R Majumdar, del departamento de Medicina, universidad de Alberta, ambos en Edmonton, Canadá, desarrollaron y validaron en el año 2005 un modelo predictivo de mortalidad intrahospitalaria y a un año en pacientes con fractura de cadera. Para ello primeramente crearon el score en una muestra de 2187 pacientes de un hospital y lo validaron en otra muestra de 1794 pacientes de otro centro. La selección de variables se realizó entre todas las comorbilidades basales con prevalencia del 0.5% o mayor, clasificadas según el ICD-9. A continuación presento la tabla con las variables asociadas a mortalidad y su score de riesgo asignado.

Tabla 4. Variables asociadas a mortalidad intrahospitalaria tras fractura de cadera. Odds Ratio no ajustados y ajustados y score de riesgo²⁰:

Variable	Odds ratio no ajustado (IC 95%)	Odds ratio ajustado (IC 95%)	Score de riesgo
Edad			
60-69	1	1	0
70-79	2.1 (1.1–3.9)	1.8 (0.9–3.4)	6
80-89	2.7 (1.57–4.9)	2.0 (1.1–3.9)	7
≥ 90	4.4 (2.3–8.3)	3.5 (1.8–7.1)	13
Varón	2.3 (1.8–3.0)	1.8 (1.3–2.4)	6
Institucionalización	2.1 (1.6–2.7)	1.6 (1.2–2.1)	4
EPOC	2.1 (1.6–2.7)	1.5 (1.1–2.0)	4
Neumonía	7.2 (5.0–10.4)	3.9 (2.6–5.9)	14
Cardiop isquémica	2.0 (1.5–2.6)	1.6 (1.2–2.2)	5
IAM previo	4.4 (2.4–8.2)	3.6 (1.8–7.3)	13
Cualquier arritmia	2.5 (2.0–3.3)	1.7 (1.3–2.3)	5
ICC	3.4 (2.6–4.4)	1.9 (1.4–2.6)	7
Neoplasia	3.3 (2.2–4.9)	3.7 (2.4–5.9)	13
Malnutrición	6.4 (3.5–11.7)	7.4 (3.9–14.1)	20
Alt electrolítica	2.6 (1.9–3.7)	1.7 (1.1–2.5)	5
Insuficiencia renal	9.2 (6.1–13.9)	6.7 (4.2–10.7)	19
HTA	1.0 (0.8–1.3)		
ITU	0.6 (0.3–1.2)		
Enf hepática	2.7 (1.0–7.0)		
E. cerebrovascular	1.3 (0.86–1.9)		
Psicosis o demencia	1.6 (1.2–2.0)		
Hipotiroidismo	0.7 (0.5–1.1)		
DM no complicada	0.9 (0.6–1.3)		
DM complicada	2.1 (1.1–4.2)		
Anemia	1.4 (1.0–1.8)		
Sepsis	7.6 (2.8–20.4)		

En cuanto al funcionamiento del modelo final ajustado, la discriminación es excelente tanto en la base de creación del modelo como en la de validación (estadístico *c*: 0.83 y 0.82, respectivamente) y la calibración fue buena, con un test de Hosmer-Lemeshow con una $p > 0.5$. La puntuación final de cada paciente puede variar de 5 a más de 50. Los pacientes se dividen en cuartiles de riesgo, con probabilidades de mortalidad intrahospitalaria entre $<1\%$ y $> 15\%$, como representa la siguiente figura.

Figura 4. Mortalidad intrahospitalaria de los 1794 pacientes con fractura de cadera dividida en cuartiles de riesgo²⁰:



A pesar de la robustez del modelo, los autores señalan las limitaciones del estudio: no disponen de información sobre la situación funcional basal de los pacientes, su estado cognitivo o la gravedad de la fractura, la recogida de la comorbilidad fue a través de los diagnósticos clínicos de los médicos y no predeterminada por el estudio, no se tuvieron en cuenta otras variables como el tiempo hasta la cirugía, tipo de anestesia, transfusiones o complicaciones posoperatorias, no se consideraron otras variables importantes diferentes de la mortalidad como la recuperación funcional, calidad de vida, satisfacción con la asistencia recibida, sobrecarga del cuidador o costes y, por último, no se realizó validación externa del modelo.

2.6.2.1.3. MJ Maxwell²² junto con Iain Moppett, profesor asociado y consultor honorario de departamento de Anestesia, *Anaesthesia and Critical Care Research Group, Division of Clinical Neuroscience, University of Nottingham, UK*, así como CG Moran, del departamento de Traumatología y Ortopedia del mismo hospital, se propusieron en 2008 desarrollar y validar un modelo preoperatorio predictivo de mortalidad a 30 días en pacientes operados por fractura de cadera, conocido posteriormente como *Nottingham Hip Fracture Score* (NHFS). Las variables consideradas como posibles candidatas fueron seleccionadas entre las asociadas significativamente a mortalidad en la literatura publicada hasta el momento: edad, género, mini-mental test score, hemoglobina y urea al ingreso, historia de enfermedad cardio y cerebrovascular, respiratoria, neoplasia, independencia en las actividades básicas de la vida diaria, institucionalización, número total de comorbilidades (cardiovascular, cerebrovascular, respiratoria, renal, DM o neoplasia). Se recogieron datos sobre todos los pacientes con fractura de cadera durante un periodo de 7 años y cada paciente se asignó al azar para ser incluido en una base de pacientes para la creación del modelo (N=2492) o en otra base de pacientes para la validación del mismo (N=2475). Se utilizó análisis univariante para seleccionar las variables asociadas significativamente a mortalidad a 30 días (aquellas con $p < 0.1$) y posteriormente se realizó un análisis multivariante para construir el modelo predictivo. El funcionamiento del score se comprobó en su discriminación mediante la curva ROC (AUC 0.719) y en su calibración mediante el test de Hosmer-Lemeshow, que mostró buena concordancia entre las muertes observadas y predichas (χ^2 test, $p=0.79$). A continuación muestro en una tabla el resultado de análisis de regresión logística multivariante del que deriva el modelo predictivo final.

Tabla 5. Resultado del análisis de regresión logística multivariante y score de riesgo²²:

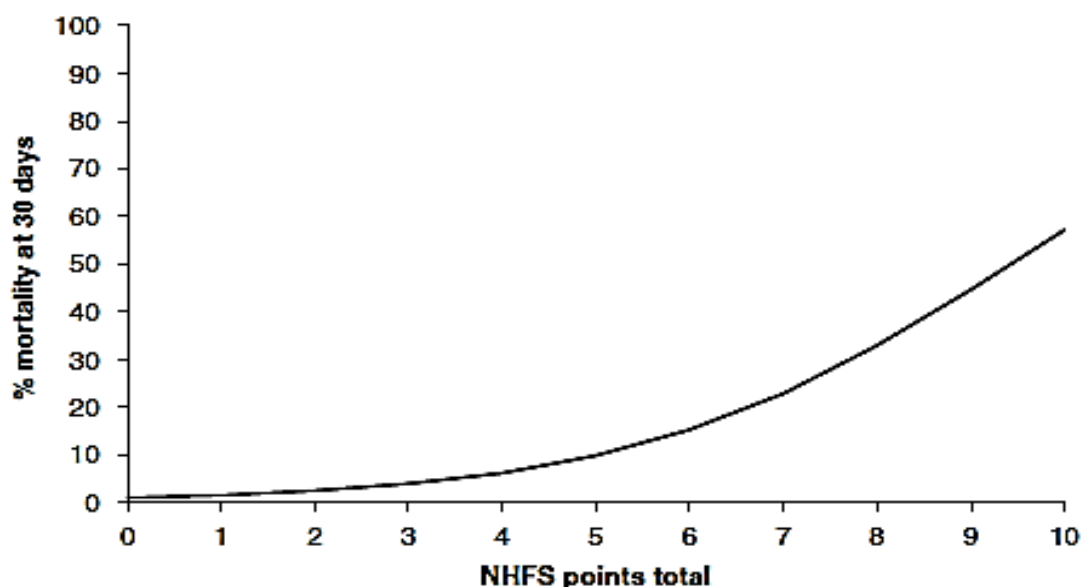
Variable	Valor	Coefficiente	Odds ratio	IC 95%	NHFS score
Edad	66-85 años	1.468	4.34	1.34– 14.0	3
	≥ 86 años	1.986	7.28	2.22– 23.90	4
Género	Varón	0.505	1.66	1.15– 2.39	1
Hb al ingreso	≤ 10g dl	0.441	1.55	1.01– 2.39	1
MMTS	≤ 6 de 10	0.456	1.577	1.10– 2.27	1
Institucionalización	Si	0.411	1.508	0.976 –2.33	1
Número comorbilidades	≥ 2	0.490	1.63	1.15– 2.32	1
Neoplasia	Si	0.564	1.76	1.13– 2.74	1
Constante		-4.721			

Aplicando el score obtenido a la siguiente fórmula o ecuación logística, se obtiene la probabilidad de fallecer a los 30 días de un paciente dado:

$$30 \text{ day mortality (\%)} = 100 / 1 + e^{(4.718 - (\text{NHFS}/2))}$$

Así, la mortalidad a 30 días en función del NHFS score quedaría representada por la siguiente figura, con probabilidades de fallecer entre el 5 y el 60%.

Figura 5. Representación gráfica de la mortalidad a 30 días tras fractura de cadera usando el NHFS²²:



En un estudio posterior¹⁴⁰, de 2012, realizado con la intención de validar externamente el modelo en 3 centros más de UK (Peterborough, Brighton, Nottingham), se usó la regresión logística para recalibrar el modelo y hacerlo más robusto, puesto que el modelo antiguo sobrestimaba la mortalidad en los grupos de riesgo más alto. La fórmula final es la siguiente:

$$30 \text{ day mortality (\%)} = 100/1+e^{[5.0122(\text{NHFS}\times 0.481)]}$$

El modelo final recalibrado resultó un excelente predictor de mortalidad a 30 días en diferentes centros de UK. Asimismo, los autores comentan que, dado que las variables incluidas en el NHFS (edad, género, mini-mental, institucionalización, comorbilidades y neoplasia) son en sí marcadores de fragilidad en el anciano, es posible que en el futuro se pueda validar como modelo predictor de riesgo en otros procesos o patologías, como la fractura de ramas, tras laparotomía o tras ingreso por patología médica.

2.6.2.1.4. Frost et al²¹ (Bone 2011), del Garvan Institute of Medical Research, University of Western Sydney, Liverpool Hospital, en Sydney, Australia, analizaron en 2011 una cohorte de 1504 pacientes con fractura de cadera con la intención de crear un modelo predictivo de mortalidad intrahospitalaria. Inicialmente compararon edad, género, tipo de fractura, tiempo desde el último ingreso en el hospital, estancia media y todas las comorbilidades registradas de cada paciente (Charlson, 1 ó más comorbilidades, IAM, ICC, enfermedad vascular periférica, enfermedad cerebrovascular, demencia, enfermedad pulmonar, enfermedad del tejido conectivo, ulcera péptica, enfermedad hepática, DM, hemi/paraplejia, enfermedad renal, neoplasia, enfermedad inflamatoria intestinal, obesidad, pancreatitis, alcoholismo) entre los pacientes fallecidos y el resto. Posteriormente, usaron regresión logística binomial para construir el modelo pronóstico, que es el mostrado a continuación.

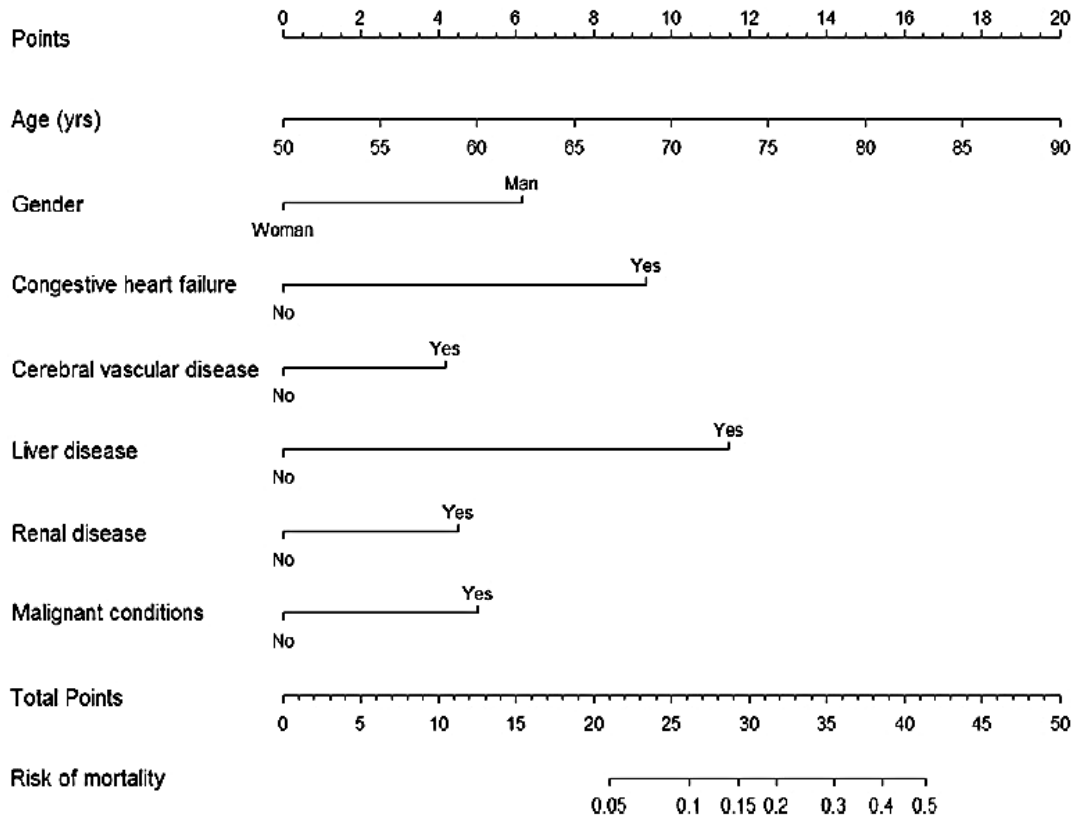
Tabla 6. Factores de riesgo de mortalidad intrahospitalaria en pacientes con fractura de cadera, análisis multivariante²¹:

Variable	Unidad de comparación	de RR	IC 95%	p
Edad	+ 10	2.06	1.55-2.75	<0.001
Varón	vs mujer	2.31	1.47-3.63	<0.001
ICC	vs no	3.00	1.77-5.07	<0.001
Enfermedad cerebrovascular	vs no	1.57	0.83-2.98	0.165
Enfermedad hepática	vs no	4.79	1.94-11.83	<0.001
Enfermedad renal	vs no	1.69	0.88-3.24	0.115
Neoplasia	vs no	1.63	0.69-3.86	0.265

Consideraron las posibles interacciones y calcularon el porcentaje de mortalidad atribuible a cada variable usando el método de riesgo parcial atribuible (partial attributable risk, pAR). Con el modelo final desarrollaron un nomograma pronóstico y evaluaron su funcionamiento mediante el área bajo la curva ROC (discriminación), que

fue de 0.76 y el método *bootstrap* (calibración). A continuación reproducimos el nomograma pronóstico.

Figura 6. Nomograma para predecir el riesgo absoluto de mortalidad intrahospitalaria en pacientes con fractura de cadera²¹:



El nomograma pronóstico, dicen, servirá para seleccionar los pacientes en riesgo sobre los que intervenir. Finalmente, los autores mencionan que, como en toda escala pronóstica que guía tratamiento, está por determinar en estudios venideros el umbral de riesgo a partir del cual es eficaz realizar dicha intervención (porque pueda prevenir el desenlace)

2.6.2.2. Factores asociados a mortalidad tras fractura de cadera: artículos, revisiones sistemáticas y meta-análisis:

Respecto a los estudios que no se proponen crear un modelo predictivo sino solo determinar las variables asociadas a mortalidad tras cirugía por fractura de cadera, comenzaremos analizando la revisión sistemática y meta-análisis de Hu et al de 2012¹⁴¹, del Medical College, Nankai University y del departamento de ortopedia del Chinese

PLA General Hospital de Beijing, China. Dichos autores se proponen revisar la literatura para identificar los factores prequirúrgicos asociados a mortalidad, sobre todo al año, pero también incluyen otros periodos de tiempo (al alta hospitalaria, 1 mes, 3-6 meses, 1 año y 2 años). Lo interesante es que clasifican los estudios según su calidad utilizando una escala estandarizada modificada, que ha sido utilizada con anterioridad para valorar la calidad de estudios observacionales en otras revisiones sistemáticas (tamaño muestral ≥ 200 , tasa de participación $\geq 80\%$, de cohortes, prospectivo, seguimiento ≥ 1 año, abandonos y tratamiento conservador $\leq 10\%$, análisis multivariante, técnicas estadísticas adecuadas, etc). El efecto combinado de los estudios considerados como de “alta calidad” es el que se muestra como resultado final.

Se centran en predictores de mortalidad al año (un 48% de los estudios tiene como objetivo dicha mortalidad) pero se pueden analizar los que predicen mortalidad al alta o al mes de forma independiente, al menos en su calidad y sus características. La siguiente tabla resume dichos estudios.

Tabla 7. Características de los estudios que predicen mortalidad al alta¹⁴¹:

Autor	País	Año	Diseño	Pro spec tivo	Calidad	Edad	N	Mortali dad
Davis 1987	Nueva Zelanda	1982- 1984	Transversal	Si	Alta	79	538	Al alta (6.1%)
Pioli 2006	Italia	2000- 2001	Transversal	Si	Alta	83.6	243	Al alta (4.9%)
Roche 2005	UK	1999- 2003	Transversal	Si	Alta	82	2448	Al mes (9.4%)
Fisher 2007	Australia	2004- 2005	Transversal	Si	Moderada	81	238	Al alta (4.6%)
Foss 2006	Dinamar ca	2002- 2004	Transversal	Si	Moderada	83	600	Al mes (13.5%)
Furlaneto 2007	Brasil	2001- 2002	Cohorte	Si	Moderada	81	103	Al alta (6.9%)
Dawson- Bowling 2008	UK		Cohorte	Si	Moderada		108	Al alta (8.3%)
de-Luise 2008	Dinamar ca	1998- 2003	Transversal	No	Moderada	80	11985	Al mes (17.6%)
Holt 1994	UK	1989- 1992	Transversal	Si	Moderada	79	972	Al alta (12.6%)
Incalzi 1994	Italia	1989- 1990	Caso-control	Si	Moderada	82.4	171	Al alta (12.3%)
Lieberman 2007	Israel	1996- 2003	Cohorte	Si	Baja	78.4	962	Al alta (1.2%)
Alzahrani 2010	Canadá	2007- 2008	Transversal	No	Baja	79	2178	Al alta (5%)
Pages 1998	España	1992- 1993	Transversal	Si	Baja	80.8	459	Al alta (6.1%)

A la hora de identificar factores de riesgo de mortalidad, el trabajo de Hu et al solo describe de forma individual aquellos asociados a mortalidad a 3 meses y posterior. Los asociados a mortalidad a 3 meses son: edad, género masculino, dependencia en la marcha previa, ASA, demencia o deterioro cognitivo, neoplasia y enfermedad cardiaca. Es interesante repasar las limitaciones de estudio que comentan los propios autores: la tercera de ellas comenta cómo el estudio se ve limitado por la significativa

heterogeneidad de los pacientes, de las variables preoperatorias recogidas, de los periodos de seguimiento y de la metodología de análisis. El autor incide en que es tremendamente diferente la forma de medir las variables preoperatorias, por ejemplo, la capacidad para caminar, las actividades de la vida diaria, el estado mental o el deterioro cognitivo, entre los diferentes centros de los estudios incluidos. Como ya hemos resaltado previamente, el uso de diferentes escalas para medir variables en ortogeriatría, y en geriatría en general, supone un inconveniente para la investigación en este campo.

- Pioli et al 2006¹⁴², de la unidad de ortogeriatría del E.O. Galliera Hospital en Genoa, Italia, investigaron la relación entre determinadas características prefractura y también algunas variables periquirúrgicas y la mortalidad a corto y largo plazo (al alta, 3, 6 y 12 meses). Para ello analizaron una cohorte prospectiva de 252 pacientes de 70 años o más con fractura de cadera. Primero realizaron el análisis univariante y las variables significativas fueron introducidas en el análisis de regresión logística por pasos. La mortalidad intrahospitalaria fue del 4.8%

En el **análisis univariante** incluyeron las siguientes variables y resultaron significativas las especificados con el asterisco: edad, género, ubicación basal, vive solo/familia, tipo de fractura, otras fracturas, Acute Physiology Score* (APS, score 0-71) del APACHE II (mide gravedad al ingreso), Cumulative Illness Rating Scale* (CIRS) (mide comorbilidad), actividades de la vida diaria básicas e instrumentales, Pfeiffer, Albúmina sérica*, recuento linfocitario, tratamiento quirúrgico/conservador*, tiempo hasta la cirugía y delirium hospitalario.

En el **análisis multivariante**, solo 1 variable se asoció a mortalidad intrahospitalaria de forma independiente: la albúmina sérica (OR 6.82, IC 95% 1.56-29.72)

- Khan et al¹²⁰, del departamento de Traumatología & Ortopedia del Hull Royal Infirmary en Reino Unido, analizaron retrospectivamente en 2013 los factores de riesgo de mortalidad a 30 días tras fractura de cadera en una serie de 467 pacientes. La mortalidad a 30 días fue del 7.5%.

En el **análisis univariante** incluyeron las siguientes variables y resultaron significativas las especificados con el asterisco: edad*, género, ASA, tipo de fractura, ubicación basal*, independencia en la marcha previa*, mecanismo de producción de la fractura,

fracturas asociadas, servicio en el que ingresa, número de comorbilidades*, demencia*, enfermedad cardíaca*, EPOC*, enfermedad renal*, DM, HTA, enfermedad neurológica, enfermedad tiroidea, neoplasia, anemia, enfermedad inflamatoria/autoinmune, dependencia alcohólica, tiempo hasta la cirugía*, tipo de implante, hemoglobina pre* y postquirúrgica.

En el **análisis multivariante**, 3 variables se asociaron a mortalidad a 30 días de forma independiente:

- tiempo hasta la cirugía ≥ 48 h (OR 2.19, IC 95% 0.99-4.79)
- antecedente de enfermedad cardíaca (OR 3.31, IC 95% 1.60-6.88)
- ubicación basal diferente de domicilio (OR 3.56, IC 95% 1.71-7.42).

Aquellos pacientes que cumplían los 3 requisitos, tuvieron una mortalidad del 28% al mes en comparación con aquellos que no cumplían ninguno, cuya mortalidad al mes fue del 0.7%. Las causas de muerte más frecuentes fueron neumonía, síndrome coronario agudo y sepsis, por lo que los autores sugieren un cuidadoso control postquirúrgico para optimizar la función cardio-respiratoria e intervenir precozmente en caso de signos de inestabilidad cardiovascular o infección.

- Roche et al¹²³, del departamento de Traumatología y Ortopedia del *University Hospital Nottingham* de Reino Unido, evaluaron en el año 2005 cuáles fueron los factores pre y postoperatorios que se asociaron a mortalidad a 30 días en pacientes operados por fractura de cadera. Para ello recogieron datos prospectivamente de 2448 pacientes. La mortalidad a 30 días fue del 9.6%.

En el **análisis univariante** se incluyeron las siguientes variables y resultaron significativas las especificadas con el asterisco: género masculino*, edad*, enfermedad cardiovascular*, ictus, enfermedad respiratoria*, enfermedad renal*, DM, enfermedad reumatológica, enfermedad de Parkinson, neoplasia*, e. de Paget, hábito tabáquico, tratamiento con corticoides, número de comorbilidades*, complicaciones postquirúrgicas: infección respiratoria*, ICC*, TVP/TEP* infección profunda, ITU, sangrado gastro-intestinal*, IAM*, ictus*, número de complicaciones*.

El **análisis multivariante** (regresión de Cox) determinó que los factores prequirúrgicos que se asociaron de forma independiente a la mortalidad a 30 días fueron:

- género masculino (HR 2, IC 95% 1.5-2.6)
- edad (80-89 años: HR 2, IC 95% 1.0-3.7 / ≥ 90 años: HR 3, IC 95% 1.5-5.9)
- enfermedad respiratoria previa (HR 1.8, IC 95% 1.3-2.5)
- antecedente de neoplasia (HR 1.5, IC 95% 1.0-2.3)
- enfermedad renal (HR 2, IC 95% 1.2-3.5)

Las complicaciones postquirúrgicas más frecuentes fueron infección respiratoria (9%) e ICC (5%). A los 30 días de la intervención, el 65% de los pacientes que se complicaron con ICC y el 43% de los que presentaron una infección respiratoria habían fallecido. Por este motivo, los autores recomiendan considerar a los pacientes que las desarrollan un grupo especial sobre el que diseñar intervenciones futuras.

- Castronuovo et al¹⁴³, del Lazio Sanità, Agenzia di Sanità Pubblica de Roma, realizaron en 2011 un análisis retrospectivo de una cohorte de 6896 pacientes con fractura de cadera para determinar los factores asociados a mortalidad a corto y largo plazo (1-24 meses). Para ello analizaron la relación entre las siguientes variables y mortalidad al mes: edad, género, estado civil, años de educación, tipo de fractura, volumen anual de cirugías del hospital, tiempo hasta la cirugía y las comorbilidades incluidas en el índice de Charlson modificado (el Deyo index), salvo los tumores sólidos, que son las siguientes: IAM, ICC, enf. vascular periférica, enf. cerebrovascular, demencia, EPOC, enf. reumatológica, úlcera péptica, enf. hepática leve, enf. hepática moderada-grave, DM, DM complicada, hemi/paraplejía, enf. renal, neoplasia no sólida y SIDA). La mortalidad al mes fue del 6.3%.

El **análisis multivariante**, mediante regresión de Cox, determinó que los factores que se asociaron de forma independiente a la mortalidad a 30 días fueron:

- edad (≥ 85 años: HR 2.58, IC 95% 1.80-3.69)
- género masculino (HR 2.50, IC 95% 2.03-3.05)
- estado civil soltero (HR 1.55, IC 95% 1.26-1.91)

- tiempo hasta la cirugía \leq 48 horas (HR 1.45, IC 95% 1.01-2.07)
- cardiopatía (HR 2.59, IC 95% 1.93-3.49)
- EPOC (HR 1.48, IC 95% 1.13-1.94)
- enfermedad renal (HR 1.92, IC 95% 1.38-2.67)
- Chatterton et al 2015¹⁹, del Royal Stoke University Hospital, en Stoke-on-Trent, UK, han realizado en 2015 un estudio de cohortes retrospectivo, sobre una serie de 4426 pacientes con fractura de cadera, para identificar los factores asociados a mortalidad temprana y tardía y las causas de fallecimiento. La mortalidad a 30 días en el 2013 fue del 6.5%.

En el análisis univariante se incluyeron las siguientes variables y resultaron significativas las especificados con el asterisco: género masculino*, edad*, tipo de fractura*, tiempo hasta la cirugía, ASA* e ingreso en fin de semana/día laborable.

El análisis multivariante determinó que los factores que se asociaron de forma independiente a la mortalidad a 30 días fueron:

- género masculino (HR 2, IC 95% 1.32-3.00)
- edad (81-90 años: HR 2.78, IC 95% 1.00-7.80 / \geq 91 años: HR 4.13, IC 95% 1.40-12.23)
- ASA score (HR 4.16, IC 95% 1.99-8.66)

En el análisis multivariante no se encontró asociación entre tiempo hasta la cirugía o ingreso en fin de semana y mortalidad a 30 días. Dado que las causas principales de muerte fueron las infecciones respiratorias, seguidas de cardiopatía isquémica e ICC, los autores recomiendan identificar al ingreso a los pacientes de riesgo y realizar intervenciones preventivas sobre ellos. Algunas de las intervenciones propuestas serían: fisioterapia respiratoria (que ha demostrado reducir las complicaciones postoperatorias en pacientes sometidos a cirugía abdominal), programas transfusionales específicos, elección adecuada del tipo de anestesia o monitorización para optimizar la carga hídrica en el periodo periquirúrgico.

Puntos clave

- Hasta el momento se han publicado 4 modelos predictivos de mortalidad hasta 30 días tras fractura de cadera, creados a partir de variables prequirúrgicas
- Las principales variables incluidas en los modelos son: edad, género masculino, institucionalización previa, marcha basal, Mini-Mental Test Score, ASA, tipo de fractura, Hb al ingreso, alteración electrolítica y un conjunto de comorbilidades que comprende: EPOC, neumonía, cardiopatía isquémica, IAM previo, cualquier arritmia cardíaca, ICC, insuficiencia renal, malnutrición y antecedente de neoplasia

APORTACIÓN PERSONAL

3. APORTACIÓN PERSONAL

3.1. Hipótesis de trabajo

Es posible predecir el riesgo de muerte intrahospitalaria en pacientes ancianos que ingresan en el hospital con fractura de cadera, a partir de ciertas variables clínico-funcionales presentes el primer día del ingreso.

3.2. Objetivos

El objetivo principal es crear y validar un modelo predictivo de mortalidad intrahospitalaria en pacientes ancianos con fractura de cadera

Los objetivos secundarios son:

- Analizar de forma descriptiva el perfil de los pacientes mayores de 64 años que ingresan en una unidad de fractura de cadera
- Describir su curso clínico, incluyendo complicaciones, estancia, mortalidad, traslado a centro de rehabilitación y ubicación al alta

3.3. Metodología

3.3.1. Diseño

Se trata de un estudio observacional prospectivo de una cohorte de pacientes mayores de 64 años que ingresan en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón (HGUGM) por fractura de extremidad proximal del fémur (en adelante, fractura de cadera)

3.3.2. Participantes, descripción del centro hospitalario y del protocolo de manejo del paciente con fractura de cadera en la unidad de Ortogeriatría

Se incluyeron de forma consecutiva a aquellos pacientes mayores de 64 años que ingresaron en el servicio de Traumatología del HGUGM con el diagnóstico de fractura de cadera, extracapsular (perrocantérea o persubrocantérea) o intracapsular (subcapital), de septiembre de 2003 hasta abril 2008. Como consecuencia de la limitada capacidad de la unidad de Ortogeriatría (16 camas), aproximadamente un 10% de todos los pacientes fueron tratados en otras unidades, por lo que no fueron incluidos en el análisis.

Los criterios de exclusión fueron: fracturas de alto impacto (no producidas desde la propia altura), fracturas de fémur en otra localización (diafisaras, extremidad distal, etc) y aquellos pacientes que fallecieron antes de la cirugía.

Los datos fueron recogidos de forma prospectiva por la enfermera de Geriatría y el médico geriatra responsables de la unidad. Esta información se trasladó a una base de datos creada con el programa Filemaker TM y posteriormente volcados al programa SPSS TM, para su posterior análisis. La base de datos final en SPSS fue depurada y los valores extremos discordantes fueron comprobados mediante revisión de la base original y/o mediante revisión de la historia clínica.

La descripción del centro hospitalario así como la descripción del protocolo de manejo del paciente con fractura de cadera se ha expuesto con anterioridad en el apartado **2.3. Ortogeriatría en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón.**

3.3.3. Variable objetivo (dependiente)

La variable objetivo de este estudio, la que se intenta predecir con el modelo, es la mortalidad intrahospitalaria en pacientes mayores de 64 años que ingresan por fractura de cadera en la unidad de Ortopediatria de agudos del Hospital General Universitario Gregorio Marañón. La variable Exitus se recogió de forma prospectiva, durante la recogida de datos evolutivos de los pacientes, bien por asistencia directa bien por revisión de la historia clínica del paciente, en caso de fallecer por la tarde o durante el fin de semana.

3.3.4. Posibles variables predictoras (independientes)

Las variables consideradas como posibles predictores de mortalidad intrahospitalaria fueron seleccionadas tras una revisión exhaustiva de la literatura y tras el análisis de nuestra propia muestra.

De entre los estudios que determinan factores relacionados con la mortalidad intrahospitalaria o relacionados con la mortalidad a 30 días, seleccionamos aquellas variables que resultaron significativamente asociadas a mortalidad tras análisis multivariante y se eligieron como posibles variables predictoras:

- Edad
- Género
- Situación funcional basal (independencia en las actividades de la vida diaria y para caminar)
- Comorbilidad (EPOC, cáncer, cardiopatía)

No seleccionamos como variables predictoras candidatas:

- complicaciones como ICC y neumonía por no ser variables presentes al ingreso y estar directamente relacionadas con la causa de muerte

- institucionalización previa porque no consideramos que la ubicación previa del paciente pueda ser un factor de riesgo en sí misma y creemos que si confiere algún riesgo es por asociarse a una mayor comorbilidad y dependencia.

- deterioro cognitivo/demencia no se incluyó porque la heterogeneidad en su definición de los diferentes estudios es enorme como para sacar conclusiones acerca de su impacto sobre el pronóstico. No existe consenso en la caracterización de este diagnóstico, siendo especificado como deterioro cognitivo, demencia o incluso psicosis. Además, en la literatura la demencia es un factor de riesgo de mortalidad tardía y no temprana¹⁴³. Por último, el análisis de la variable en nuestra propia muestra no muestra diferencias en el porcentaje de pacientes con demencia entre el grupo de supervivientes y el de fallecidos.

- la insuficiencia renal crónica, los valores basales de hemoglobina y la enfermedad hepática, desafortunadamente, no fueron recogidas entre los antecedentes de nuestros pacientes.

Además se incluyeron en el modelo inicial las posibles interacciones: Edad-FAC basal, Edad-Katz basal y FAC basal-Katz basal, puesto que es necesario descartar información redundante al crear un modelo predictivo.

3.3.5. Descripción de las variables registradas

Tanto la enfermera de Geriátrica como el médico geriatra de la unidad revisaron la historia clínica de cada paciente y realizaron una entrevista clínica a paciente y familiares, recogiendo información sobre las siguientes variables: variables sociodemográficas, antecedentes médicos, independencia en la marcha basal (FAC⁷⁰), independencia para las actividades básicas de la vida diaria (AVD) (Índice de Katz⁶⁸), tipo de fractura, grado de la *American Society of Anesthesiologists* (ASA)¹⁴⁴, tiempo hasta la cirugía (horas), tipo de anestesia (regional o general), complicaciones médicas (delirium, neumonía, insuficiencia cardíaca, úlceras por presión, infección de orina, retención aguda de orina, alteración hidroelectrolítica, dolor postquirúrgico grave, enfermedad tromboembólica), complicaciones quirúrgicas (infección de herida quirúrgica, luxación protésica, reintervención), carga autorizada o no, mortalidad intrahospitalaria, estancia hospitalaria y ubicación tras el alta.

El índice de Katz⁶⁸ se utiliza para evaluar el grado de independencia para las 6 AVD básicas: bañarse, vestirse, ir al servicio, realizar transferencias, continencia y alimentación. Cada actividad realizada de forma independiente añade 1 punto a la puntuación global, que varía de 0 (completamente dependiente para las AVD-B) a 6 (completamente independiente para las AVD-B). La escala FAC⁷⁰ (*functional ambulation classification*) se utilizó para evaluar el grado de independencia para la marcha. La escala se puntúa de la siguiente manera: 0, no camina o lo hace con ayuda de 2 personas, 1, camina con gran ayuda de una persona, 2, camina con ligera ayuda de una persona, 3, requiere únicamente supervisión para caminar, 4, camina de forma independiente en llano pero no en escaleras o rampas y 5, camina independiente en llano y en escaleras. La escala ASA¹⁴⁴ se utilizó para evaluar el riesgo quirúrgico y clasifica a los pacientes como se describe a continuación: 1, paciente sano o con enfermedad sistémica leve; 2, paciente con enfermedad sistémica de carácter moderado; 3, paciente con enfermedad sistémica grave que limita su capacidad pero no es incapacitante; 4, paciente con una enfermedad sistémica grave e incapacitante que puede acortar su supervivencia; 5, paciente moribundo que no se espera que viva más de 24 h, con o sin intervención quirúrgica. La variable “Dolor postquirúrgico grave” se definió como aquel dolor que no se llega a controlar con la analgesia habitual prescrita 24 h después de la cirugía (paracetamol, metamizol o anti-inflamatorios no esteroideos). La variable “Carga autorizada” fue determinada por el traumatólogo tras la cirugía, después de realizar el control radiológico y tras considerar las características del paciente y de la intervención. Por ejemplo, factores a considerar para decidir si el paciente puede realizar carga precoz o descarga son: el tipo de cirugía, como es el caso de los tornillos canulados; el tipo de fractura, como son las fracturas subtrocantéreas; la falta de reducción de la fractura; o la osteoporosis severa del paciente, que se hace mucho más patente durante el acto quirúrgico. La mortalidad intrahospitalaria se registró prospectivamente, bien por asistencia directa bien por revisión de la historia clínica del paciente en caso de fallecer por la tarde o durante el fin de semana. La variable “Nueva institucionalización” se definió como la decisión por parte de paciente o familia de ingresar en una residencia tras el alta hospitalaria en pacientes que previamente no estaban institucionalizados.

3.3.6. Poder estadístico

Para dotar al estudio del poder estadístico suficiente como para crear un modelo predictivo estable, se usó la norma habitual de “10 eventos por cada variable candidata predictora”^{129,145}. En este caso, con una mortalidad estimada del 5-10% y un tamaño muestral de unos 2000 pacientes, calculamos que unos 100 pacientes fallecerán durante el ingreso. De este modo podrían incluirse en el modelo unos 10 predictores, dotándolo de suficiente poder estadístico y evitando que estuviera excesivamente saturado. El número de variables candidatas predictoras ha de ser el número de las consideradas inicialmente como potenciales predictoras, incluyendo las posibles interacciones entre ellas como variables adicionales.

3.3.7. Análisis estadístico y selección de variables predictoras

Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo de toda la muestra, estratificado por género. Se calcularon la media y las desviaciones estándar para las variables cuantitativas y los porcentajes para las variables cualitativas. La *t* de Student se utilizó para comparar medias y el test de χ^2 para comparar proporciones.

Posteriormente, se realizó un análisis univariante para comparar las características de los pacientes fallecidos y no fallecidos.

A continuación se utilizó la regresión logística sin estrategia de modelización como método de creación del modelo pronóstico, introduciendo, tras una revisión exhaustiva de la literatura, aquellas variables significativas como predictoras de mortalidad intrahospitalaria tras cirugía de fractura de cadera en ancianos. La interacción entre covariables fue comprobada formalmente.

Se utilizó el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows, versión 15.0.1 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) para el análisis descriptivo de los datos y la representación gráfica del análisis de supervivencia mediante Kaplan-Meier. El programa estadístico y de análisis de datos STATA (StataCorp. 2013. *Stata Statistical Software*: Release 13. College Station, TX: StataCorp LP) se empleó para el análisis de regresión logística sin estrategia de modelización (incluida la estrategia para descartar interacciones entre variables), así como para realizar la calibración, discriminación y validación del

modelo. Por último, el programa R (*free software environment for statistical computing and graphic*) fue usado para construir el nomograma del modelo final.

3.3.8. Variables con valores perdidos

No fue necesario realizar técnicas de imputación múltiple puesto que menos del 3% de los pacientes presentaron valores perdidos en las variables seleccionadas (la imputación multiplex es necesaria si presentan valores perdidos $> 5\%$ de las variables¹²⁷).

3.3.9. Evaluación del funcionamiento del modelo predictor:

- **Calibración:** se utilizó el test de Hosmer-Lemeshow. La calibración es una medida que expresa la concordancia entre los resultados observados y las predicciones del modelo. En otras palabras, es la capacidad del modelo de producir estimaciones no sesgadas de la probabilidad del evento o variable de valoración. Las medidas de calibración más habituales son la calibración general, la pendiente de calibración (ambas derivadas de los gráficos de calibración) y la prueba de Hosmer-Lemeshow (o su equivalente para la regresión de Cox, la prueba de Gronnesby y Borgan)
- **Discriminación:** se utilizó el área bajo la curva ROC (AUC: Area Under Curve). La discriminación es la capacidad del modelo de asignar el resultado correcto a un par de sujetos seleccionados al azar; en otras palabras, permite al modelo clasificar a los sujetos en un contexto de criterio de valoración con predicción binario. El área bajo la curva ROC (AUC) es la medida de discriminación más frecuentemente utilizada para modelos de error normal y resultado binario. Su equivalente para los datos con observaciones censuradas es el estadístico C.
- **Validación:** se realizó la validación interna del modelo utilizando el método *Bootstrap*. Recientemente, se ha recomendado el uso de técnicas de remuestreo (*bootstrap*) como medio de evaluar el grado de estabilidad de los modelos obtenidos mediante procedimientos escalonados. Se ha visto que el *bootstrapping* es superior incluso a técnicas antiguas de validación como la división de la muestra en dos, una para la creación del modelo y la otra para la validación¹⁴⁵. Las técnicas de remuestreo *bootstrap* simulan la estructura de los datos de que se dispone. La frecuencia de las variables seleccionadas en cada muestra, a la que se denomina fracciones de

inclusión de remuestreo *bootstrap* (BIF), podría interpretarse como criterio de la importancia de una variable. Una variable que tenga una correlación débil con otras y sea significativa en el modelo completo deberá seleccionarse en alrededor de la mitad de las pruebas de remuestreo ($BIF \geq 50\%$). Con valores de p inferiores, la BIF aumenta hacia el 100%.

3.4. Resultados

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA: Un total de 2127 pacientes mayores de 64 años fueron incluidos en el estudio. Un 82% de ellos fueron mujeres, en su mayor parte viudas y que residen en el domicilio con algún miembro de su familia. Realizan de forma independiente 4 AVD de media y el 77% caminan sin ayuda. La mayor parte tienen 3 ó más comorbilidades, de entre las que destaca un 61% de hipertensión, 24% de DM2, 32% de cardiopatía y de demencia y un 10% de pacientes con EPOC. Hay que reseñar que un 12% tenían antecedente de fractura de cadera previa y solo un 7% del total de la muestra recibía algún tratamiento para la osteoporosis. El consumo basal de fármacos fue elevado, consumiendo más de 4 de media. Más del 50% del total de pacientes tomaba algún psicofármaco. En cuanto a las diferencias encontradas por género, los varones fueron significativamente más jóvenes, en mayor porcentaje casados y viviendo con su esposa, más independientes en las AVD. Presentaron mayor número de coenfermedades, de entre las que destaca el porcentaje de cardiopatía, cáncer y EPOC. Las mujeres sin embargo presentaron más antecedente de HTA y de patología tiroidea, así como mayor consumo de psicofármacos y fármacos antiosteoporóticos. En la siguiente tabla se exponen sus características basales, diferenciadas por género, dada la influencia de esta variable sobre la mortalidad en estudios previos.

Tabla 8. Características basales, por género:

Características	Total	Mujeres	Hombres	p
N (%)	2127	1745 (82)	379 (17.8)	
Edad, media \pm DE	83.6 \pm 7.2	83.8 \pm 7.1	82.8 \pm 7.5	0.01
Estado civil, n (%)				<0.001
▪ viudos	1265 (61.2)	1128 (66.5)	137 (36.9)	
▪ casados	559 (27)	360 (21.2)	199 (53.6)	
▪ solteros	243 (11.8)	208 (12.3)	35 (9.4)	
Ubicación basal, n (%)				<0.001
▪ residencia	437 (20.8)	375 (21.7)	62 (16.6)	
▪ domicilio con familia	846 (40.3)	716 (41.5)	130 (34.8)	
▪ domicilio con cónyuge	402 (19.1)	269 (15.6)	133 (35.6)	
▪ domicilio solo	369 (17.6)	327 (18.9)	42 (11.2)	
▪ otros	47 (2.2)	40 (2.3)	7 (1.9)	
Nº AVD que realiza independiente, media \pm DE	3.9 \pm 2.1	3.9 \pm 2.1	4.2 \pm 2.1	0.01
Marcha independiente (FAC 4-5), n (%)	1639 (77.3)	1337 (76.8)	302 (80.1)	NS
Comorbilidad \geq 4, n (%)	965 (45.8)	775 (44.7)	190 (50.9)	0.03
Nº de coenfermedades, media \pm DE	3.6 \pm 1.9	3.5 \pm 1.9	3.8 \pm 2.1	0.01
▪ Demencia, n (%)	688 (32.5)	578 (33.2)	110 (29)	NS
▪ HTA	1287 (61.2)	1081 (62.6)	206 (54.9)	0.006
▪ Antecedente de ictus	313 (14.8)	258 (14.8)	55 (14.6)	NS
▪ Artrosis	683 (32.2)	615 (35.3)	68 (17.9)	<0.001
▪ Cardiopatía	673 (31.8)	529 (30.4)	144 (38.1)	0.004
▪ Cáncer	297 (14)	194 (11.2)	103 (27.3)	<0.001
▪ DM	506 (23.9)	426 (24.5)	80 (21.2)	NS
▪ EPOC	209 (9.8)	107 (6.1)	102 (26.9)	<0.001
▪ Patología tiroidea	155 (7.3)	137 (7.9)	18 (4.8)	0.036
▪ Parkinson	102 (4.8)	78 (4.5)	24 (6.4)	NS
▪ Fractura de cadera previa	247 (11.7)	211 (12.2)	36 (9.7)	NS

Características	Total	Mujeres	Hombres	p
Alteración agudeza visual, n (%)	736 (35.1)	608 (35.2)	128 (34.2)	NS
Hª de caídas, n (%)	393 (18.6)	328 (18.9)	65 (17.3)	NS
Nº de fármacos, media ± DE	4.7 ± 2.8	4.7 ± 2.7	4.8 ± 3.1	NS
Consumo de psicofármacos *, n (%)	1053 (50.1)	920 (53.3)	133 (35.5)	<0.001
Tratamiento osteoporosis #, n (%)	156 (7.4)	143 (8.3)	13 (3.5)	0.001

DE: Desviación estándar

FAC: Functional Ambulation Classification

AVD: Actividades de la vida diaria: transferencias, vestido, alimentación, baño, uso de wc y marcha.

* Psicofármacos: Neurolépticos, benzodiazepinas, antidepresivos

Calcio y vitamina D, bifosfonatos, ranelato de estroncio, raloxifeno o teriparatida.

Tabla 9. Distribución de los pacientes por edad y género:

Edad (años)	Total n (%)	Mujeres n (%)	Hombres n (%)	p
65-69	67 (3.2)	51 (2.9)	16 (4.2)	NS
70-79	545 (25.7)	439 (25.2)	106 (28)	
80-89	1036 (48.8)	855 (49)	181 (47.8)	
≥ 90	476 (22.4)	400 (22.9)	76 (20.1)	
Total	2124 (99.9)	1745 (100)	379 (100)	

Al analizar la edad de los pacientes diferenciada por género, encontramos un mayor porcentaje de varones jóvenes, menores de 80 años y un mayor porcentaje de nonagenarias.

Tabla 10. Situación funcional basal, por género:

Características	Total	Mujeres	Hombres	p
Nº AVD que realiza independiente (Katz) , media \pm DE	3.9 \pm 2.1	3.9 \pm 2.1	4.2 \pm 2.1	0.01
Katz 6, n (%)	681 (32.1)	530 (30.4)	151 (39.9)	<0.001
Katz 5-6, n (%)	1141 (53.8)	916 (52.6)	225 (59.5)	0.014
Katz 0, n (%)	208 (9.8)	179 (10.3)	29 (7.7)	0.019
Katz sobre 4 variables (baño, wc, vestido, transferencias), n (%)				
▪ Katz 0	466 (22)	388 (22.3)	78 (20.6)	NS
▪ Katz 4	823 (38.9)	663 (38.2)	160 (42.3)	
Marcha independiente (FAC 4-5), n (%)	1639 (77.3)	1337 (76.8)	302 (80.1)	NS
Marcha nula o con 2 personas (FAC 0), n (%)	64 (3)	54 (3.1)	10 (2.7)	NS

En cuanto a la situación basal pormenorizada por género, destaca el mayor porcentaje de varones completamente independiente para las AVD (Katz 6) y, a la inversa, el de mujeres completamente dependientes (Katz 0), en probable relación con la distribución etaria.

Tabla 11. Tipo de fractura, por género:

Características	Total	Mujeres	Hombres	p
Tipo de fractura, n (%)				
▪ Subcapital	882 (41.5)	721 (41.3)	161 (42.5)	NS
▪ Pertrocantérea	1103 (51.9)	910 (52.1)	193 (50.9)	
▪ Persubtrocantérea	133 (6.3)	111 (6.4)	22 (5.8)	
▪ Otras	6 (0.3)	3 (0.2)	3 (0.8)	
Fractura patológica	10 (1.3)	7 (1.2)	3 (2)	NS

El tipo de fractura más frecuente fue la pertrocantérea, en un 52% de los pacientes. No se observaron diferencias significativas en el tipo de fractura por género.

Tabla 13. Complicaciones durante el ingreso, por género:

Características	Total	Mujeres	Hombres	p
Alguna complicación médica, n (%)	1578 (74.8)	1291 (74.6)	287 (75.9)	NS
▪ Delirium	768 (36.3)	621 (35.7)	147 (39)	NS
▪ Neumonía	119 (5.6)	81 (4.7)	38 (10.1)	<0.001
▪ ITU	209 (9.9)	171 (9.8)	38 (10.1)	NS
▪ ICC	119 (5.6)	92 (5.3)	27 (5.3)	NS
▪ TVP/TEP	9 (0.4)	9 (0.5)	0	NS
▪ Alt. electrolítica	310 (14.6)	241 (13.9)	69 (18.3)	0.028
▪ UPP	157 (7.4)	120 (6.9)	37 (9.8)	0.051
▪ RAO	311 (14.7)	260 (14.9)	51 (13.5)	NS
▪ Dolor intenso	182 (8.6)	161 (9.3)	21 (5.6)	0.02
▪ Anemia postqx (transf.)	907 (43.1)	760 (44)	147 (39.4)	NS
Alguna complicación quirúrgica, n (%)	283 (13.5)	247 (14.3)	36 (9.7)	0.019
▪ Infección superficial	50 (2.5)	41 (2.5)	9 (2.5)	NS
▪ Infección profunda	33 (1.6)	29 (1.7)	4 (1.1)	NS
▪ Descarga	218 (10.7)	191 (11.4)	27 (7.5)	0.028
▪ Luxación/desmontaje	8 (0.4)	8 (0.5)	0	NS
▪ Reintervención	23 (1.1)	19 (1.1)	4 (1.1)	NS

Tras la intervención, un 75% de los pacientes desarrolló alguna complicación médica y un 13% quirúrgica. Las más frecuentes fueron el delirium (hasta el 36% de los pacientes lo presentaron), la retención aguda de orina y las alteraciones electrolíticas. Destaca el mayor porcentaje de neumonías y úlceras por presión en varones.

Tabla 14. Variables asistenciales al alta, por género:

Características	Total	Mujeres	Hombres	p
Traslado a Unidad de Orto-Geriatría (UOG), n (%)	1083 (53.4)	873 (52.2)	210 (59.2)	0.017
Estancia HGM, media ± DE	12.1 ± 8.9	11.8 ± 8.4	13.4 ± 10.5	0.008
Mortalidad HGM, n (%)	92 (4.3)	67 (3.8)	25 (6.6)	0.017
Destino al alta HGM, n (%)				
▪ UOG	1083 (53.4)	873 (52.2)	210 (59.2)	NS
▪ Otras unidades Rhb	123 (6.1)	102 (6.1)	21 (6)	
▪ domicilio previo	547 (27)	459 (27.5)	88 (24.8)	
▪ nueva institucionalización	198 (9.8)	170 (10.2)	28 (7.9)	
▪ otro domicilio	54 (2.7)	49 (2.9)	5 (1.4)	
▪ otros	22 (1.1)	19 (1.1)	3 (0.8)	

La estancia media fue de 12 días (rango 3-20) y la mortalidad del 4.3%, siendo ambas mayores en varones. En cuanto al destino tras el alta, el 53% de los pacientes se trasladaron a la unidad de ortogeriatría de recuperación funcional y un 10% requirió ingresar de novo en una residencia.

Tabla 15. Otras variables asistenciales al alta, por género:

Características	Total	Mujeres	Hombres	p
Problema social*, n (%)	387 (19.3)	315 (19)	72 (20.4)	NS
Tratamiento osteoporosis al alta, n (%)	1761 (87.7)	1456 (87.9)	305 (86.6)	NS
Sonda vesical al alta, n (%)	123 (6.1)	81 (4.9)	42 (12)	< 0.001

* Déficit en soporte social que ocasiona demora en la fecha prevista de alta hospitalaria

Respecto a otras variables asistenciales al alta, se consideró que existía un déficit de soporte social que retrasó el alta en un 19% de los pacientes. Como otros datos de interés previos al alta, la prevalencia de sonda vesical fue del 6%, mucho mayor en varones (de hasta el 12%) y un 88% se fueron con tratamiento para la prevención secundaria de la osteoporosis.

Tabla 16. Situación funcional al alta, por género:

Características	Valor
Nº AVD que realiza independiente al alta (Katz) , media \pm DE	1.4 \pm 0.9
Marcha al alta (FAC), media \pm DE	0.9 \pm 1.1

Funcionalmente, tras el ingreso en la unidad de ortogeriatría de agudos, los pacientes pierden gran parte de su independencia previa, realizando de forma independiente apenas la alimentación y caminando con ayuda de 1 persona.

Tras describir el total de la muestra, realizamos a continuación un análisis pormenorizado de la mortalidad intrahospitalaria. De los 2127 pacientes, fallecen durante su estancia hospitalaria 92, lo que supone una mortalidad de 4.3%. En la tabla siguiente se presenta el análisis univariante de las mismas variables presentadas anteriormente para toda la muestra pero esta vez comparadas entre los pacientes que fallecen y los que no durante el ingreso.

Tabla 17. Factores predictores de mortalidad intrahospitalaria. Análisis univariante. Características generales:

Características	Exitus N=92	No exitus N= 2035	P
Edad, media \pm DE	86.5 \pm 7.5	83.5 \pm 7.2	<0.001
Varones, n (%)	25 (27.2)	354 (17.4)	0.017
Estado civil, n (%)			
▪ viudos	59 (66.3)	1206 (60.9)	0.182
▪ casados	25 (28.1)	536 (27.1)	
▪ solteros	5 (5.6)	238 (12)	
Ubicación basal, n (%)			
▪ domicilio con familia	47 (51.6)	800 (39.7)	0.017
▪ residencia	14 (15.4)	423 (21)	
▪ domicilio con cónyuge	22 (24.2)	382 (19)	
▪ domicilio solo	6 (6.6)	363 (18)	
▪ otros	2 (2.2)	45 (2.2)	
Institucionalización, n (%)	14 (15.4)	423 (21)	0.195
Katz basal, media \pm DE	3.1 \pm 2.2	4 \pm 2.1	< 0.001
FAC basal, media \pm DE	3.4 \pm 1.5	4.1 \pm 1.3	< 0.001
Nº de coenferm, media \pm DE	4.19 \pm 2	3.5 \pm 1.9	0.002
▪ Demencia, n (%)	31 (33.7)	659 (32.4)	0.803
▪ Artrosis	24 (26.1)	659 (32.4)	0.203
▪ Cardiopatía	38 (41.3)	635 (31.3)	0.043
▪ Neoplasia	26 (28.3)	271 (13.4)	< 0.001
▪ EPOC	19 (20.7)	190 (9.3)	< 0.001

Características	Exitus N=92	No exitus N= 2035	P
▪ Antecedente de Acv	12 (13.2)	301 (14.8)	0.667
▪ DM	23 (25)	484 (23.9)	0.803
▪ Alt tiroidea	10 (10.9)	145 (7.1)	0.178
▪ Parkinson	4 (4.3)	98 (4.8)	0.832
▪ Fractura de cadera previa	10 (11)	240 (11.9)	0.79
Alteración agudeza visual, n (%)	39 (42.4)	699 (34.8)	0.135
Hª de caídas, n (%)	21 (22.8)	374 (18.5)	0.299
Nº de fármacos, media ± DE	5.2 ± 3.1	4.7 ± 2.8	0.08
Tratamiento osteoporosis, n (%)	3 (3.3)	154 (7.6)	0.123
Psicofármacos, n (%)	42 (47.2)	1013 (50.2)	0.572

Observamos como los pacientes que fallecen son mayores y en mayor porcentaje varones, que viven en domicilio con algún miembro de la familia y con peor situación funcional basal y menor independencia en la marcha. Además presentan una mayor comorbilidad, destacando la mayor presencia de antecedentes de cardiopatía, neoplasia y EPOC. No existen diferencias respecto a otras características como el porcentaje de demencias o la institucionalización previa.

Tabla 18. Factores predictores de mortalidad intrahospitalaria. Análisis univariante. Distribución de los pacientes por edad:

Edad (años)	Total n (%)	Exitus N=92	No exitus N= 2035	P
65-69	67 (3.1)	1 (1.1)	66 (3.2)	<0.001
70-79	547 (25.7)	18 (19.6)	529 (26)	
80-89	1036 (48.7)	35 (38)	1001 (49.2)	
≥ 90	477 (22.4)	38 (41.3)	439 (21.6)	
Total	2127 (100)	92 (4.3)	2035 (95.7)	

El 41% de los pacientes que fallecen tiene 90 años o más.

Tabla 19. Factores predictores de mortalidad intrahospitalaria. Análisis univariante.
Distribución de los pacientes por índice de Katz:

Nº AVD que realiza independiente (Katz), media ± DE	Exitus N=92	No exitus N=2035	P
Katz 6, n (%)	17 (18.9)	665 (32.7)	0.06
Katz 5-6, n (%)	32 (35.6)	1110 (54.6)	< 0.001
Katz 0, n (%)	15 (16.7)	193 (9.5)	0.025
Katz sobre 4 variables (baño, wc, vestido, transferencias), n (%)	38 (42.2)	428 (21.1)	< 0.001
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Katz 0 ▪ Katz 4 	21 (23.3)	803 (39.6)	
Marcha independiente (FAC 4-5), n (%)	52 (57.8)	1589 (78.2)	< 0.001
Marcha nula o con 2 personas (FAC 0), n (%)	7 (7.8)	57 (2.8)	0.017

Como se ha dicho anteriormente, los pacientes que fallecen tienen peor situación funcional basal. Un 17% es dependiente para todas las AVD básicas y un 8% no caminaba antes de la fractura o lo hacía con ayuda de 2 personas.

Tabla 20. Factores predictores de mortalidad intrahospitalaria. Análisis univariante.
Distribución de los pacientes por tipo de fractura:

Tipo de fractura	Exitus N=92	No exitus N=2035	P
Tipo de fractura, n (%)			
▪ Subcapital	39 (42.4)	846 (41.6)	NS
▪ Pertrocantérea	47 (51.1)	1056 (51.9)	
▪ Persubtrocantérea	6 (6.5)	127 (6.2)	
▪ Otras	0 (0)	6 (0.3)	
Fractura patológica	3 (8.1)	7 (1)	0.01

No existieron diferencias en cuanto al tipo de fractura pero sí es destacable el mayor porcentaje de fracturas patológicas en el grupo de pacientes que falleció (8%)

Tabla 21. Factores predictores de mortalidad intrahospitalaria. Análisis univariante. Distribución de los pacientes por características quirúrgicas:

Evolución quirúrgica	Exitus N=92	No exitus N=2035	P
Tipo de cirugía, n (%)			
▪ Prótesis parcial	37 (40.2)	756 (37.1)	NS
▪ Clavo gamma/gamma largo	51 (55.5)	1170 (57.5)	
▪ Tornillos canulados	2 (2.2)	80 (3.9)	
▪ Prótesis total	1 (1.1)	15 (0.7)	
▪ Otros	1 (1.1)	14 (0.7)	
Grado ASA III-IV, n (%)	46 (79.3)	681 (51.7)	< 0.001
Anestesia raquídea, n (%)	82 (89.1)	1903 (93.5)	NS
Tiempo hasta la cirugía (h), media ± DE	113.7 ± 100.5	79.7 ± 61	0.002
Retraso cirugía ≥ 72 h, n (%)	59 (64.1)	999 (49.3)	0.005
Retraso cirugía ≥ 7 días, n (%)	24 (26.1)	165 (8.1)	< 0.001
Causas de retraso, n (%)			
▪ No programación	27 (29.3)	788 (38.7)	< 0.001
▪ Tratamiento antiagregante/anticoagulante	11 (4.7)	222 (10.9)	
▪ Inestabilidad clínica	17 (18.5)	92 (4.5)	

Respecto a las variables quirúrgicas, el 79% de los fallecidos presentaba alto riesgo quirúrgico, ASA III-IV y la demora prequirúrgica fue significativamente mayor (114 horas, 4.7 días). Llama la atención que el 26% de los pacientes que fallecieron esperaron más de una semana a ser operados, el 18% de ellos por inestabilidad clínica preoperatoria.

Tabla 22. Factores predictores de mortalidad intrahospitalaria. Análisis univariante.
Distribución de los pacientes por complicaciones:

Complicaciones durante el ingreso	Exitus N=92	No exitus N=2035	P
Complicación médica, n (%)	87 (97.8)	1492 (73.8)	< 0.001
▪ Delirium	49 (54.5)	720 (35.5)	< 0.001
▪ Neumonía	37 (40.2)	82 (4)	< 0.001
▪ ITU	23 (25.3)	187 (9.2)	< 0.001
▪ ICC	29 (31.5)	90 (4.4)	< 0.001
▪ TVP/TEP	4 (4.3)	5 (0.2)	< 0.001
▪ Alt. electrolítica	47 (51.1)	263 (13)	< 0.001
▪ UPP	23 (25.3)	134 (6.6)	< 0.001
▪ RAO	26 (28.3)	285 (14.1)	< 0.001
▪ Dolor intenso	12 (13)	170 (8.4)	NS
▪ Anemia postqx (transf.)	63 (70.8)	845 (41.9)	< 0.001
▪ Otras	73 (82)	636 (31.5)	< 0.001
Complicación quirúrgica, n (%)	16 (23.2)	267 (13.2)	0.016
▪ Infección superficial	6 (9.4)	44 (2.2)	0.004
▪ Infección profunda	6 (9.4)	27 (1.4)	< 0.001
▪ Descarga	8 (12.1)	210 (10.7)	NS
▪ Luxación/desmontaje	0 (0)	8 (0.4)	NS
▪ Reintervención	2 (3.2)	21 (1.1)	NS

En relación a las complicaciones sufridas durante el ingreso, casi el 98% de los pacientes que fallecieron sufrió alguna complicación médica y un 23% quirúrgica. Las más frecuentes fueron el delirium, las alteraciones electrolíticas, la neumonía y la ICC.

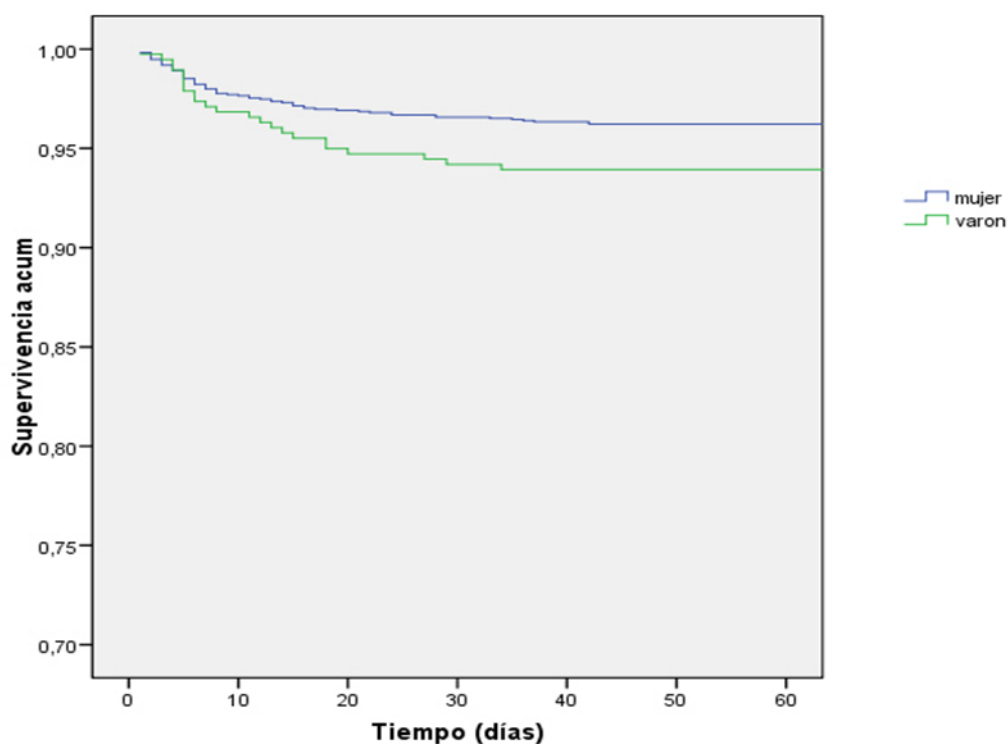
Tabla 23. Factores predictores de mortalidad intrahospitalaria. Análisis univariante. Distribución de los pacientes por estancia hospitalaria:

Estancia hospitalaria	Exitus N=92	No exitus N=2035	P
Estancia HGUGM, media ± DE	18.7 ± 19.4	11.8 ± 8	0.001

Los pacientes que fallecieron en el hospital presentaron además una estancia significativamente más prolongada que el resto de pacientes.

La representación gráfica de la supervivencia intrahospitalaria de los pacientes se realiza a través de la curva de Kaplan-Meier, como muestra la siguiente figura.

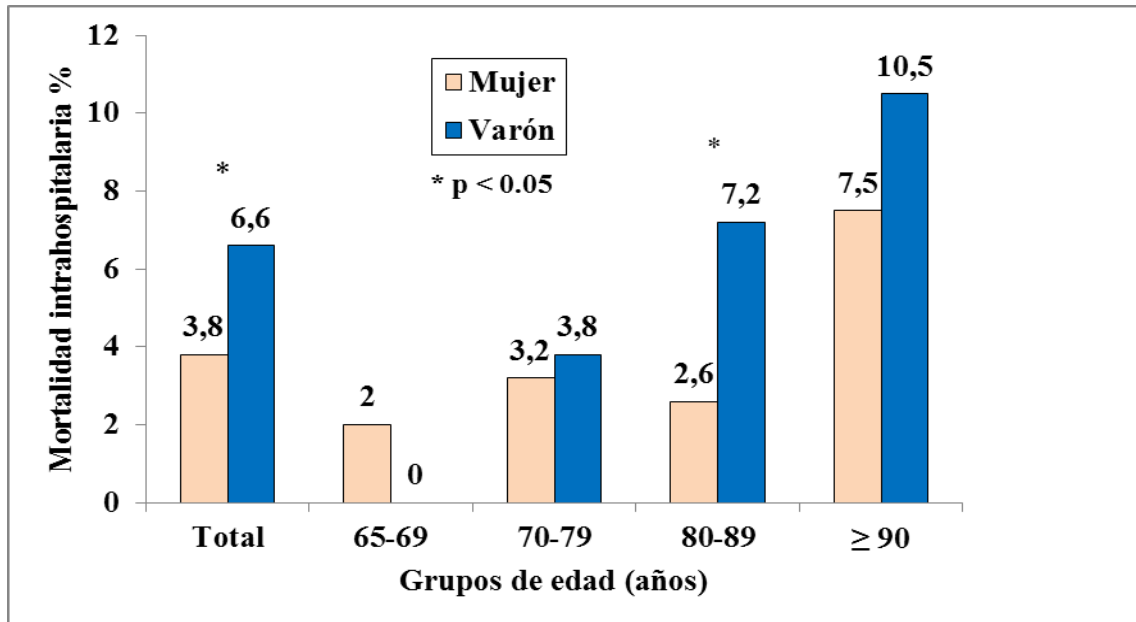
Figura 7. Supervivencia intrahospitalaria estratificada por género. Kaplan-Meier: Log Rank (Mantel-Cox): 0.03



Observamos cómo las curvas se entrecruzan en los primeros días de estancia (cuando no parece existir una clara diferencia de mortalidad por género) y divergen de forma clara posteriormente, con una mayor mortalidad en varones respecto a mujeres.

Resulta interesante representar gráficamente la distribución de la mortalidad por grupos de edad y género, como muestra la siguiente figura.

Figura 8. Mortalidad intrahospitalaria por grupos de edad y género:



Como podemos observar, la mayor diferencia entre varones y mujeres aparece en el rango de edad de entre 80 y 89 años, siendo la mortalidad en varones de más del doble.

Tras comparar las características de los pacientes que fallecen y los que no, a continuación analizamos mediante regresión logística las variables incluidas en el modelo final y relacionadas con la mortalidad hospitalaria. Presentamos en la siguiente tabla el análisis de regresión preliminar que incluye las variables elegidas (edad, género, Katz, FAC, cardiopatía, cáncer y EPOC) y las 3 interacciones posibles: edad / Katz, edad / FAC y Katz / FAC.

Tabla 24. Factores predictores de mortalidad intrahospitalaria. Análisis multivariante preliminar para testar interacciones:

Variables en la ecuación									
		B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95,0% para EXP(B)	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior
Paso 1(a)	sexo_0_1	,277	,271	1,045	1	,307	1,320	,775	2,246
	edad	,048	,037	1,669	1	,196	1,049	,976	1,127
	katz_bas	-1,561	,852	3,355	1	,067	,210	,040	1,115
	fac_basa	1,042	1,148	,824	1	,364	2,835	,299	26,915
	cardiopa	,258	,228	1,284	1	,257	1,294	,828	2,022
	cancer	,820	,255	10,314	1	,001	2,271	1,377	3,746
	epoc	,797	,294	7,375	1	,007	2,220	1,248	3,947
	edad by katz_bas	,018	,010	3,203	1	,074	1,018	,998	1,038
	edad by fac_basa	-,015	,013	1,293	1	,255	,985	,960	1,011
	Constante	-6,484	3,213	4,074	1	,044	,002		

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: sexo_0_1, edad, katz_bas, fac_basa, cardiopa, cancer, epoc, edad * katz_bas , edad * fac_basa .

Variables en la ecuación									
		B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95,0% para EXP(B)	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior
Paso 1(a)	sexo_0_1	,287	,270	1,123	1	,289	1,332	,784	2,262
	edad	,020	,027	,562	1	,454	1,021	,967	1,077
	katz_bas	-,882	,635	1,928	1	,165	,414	,119	1,438
	fac_basa	-,259	,097	7,102	1	,008	,772	,638	,934
	cardiopa	,255	,228	1,258	1	,262	1,291	,826	2,016
	cancer	,817	,255	10,281	1	,001	2,263	1,374	3,729
	epoc	,807	,293	7,601	1	,006	2,241	1,263	3,977
	edad by katz_bas	,010	,007	1,799	1	,180	1,010	,995	1,025
	Constante	-4,136	2,369	3,047	1	,081	,016		

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: sexo_0_1, edad, katz_bas, fac_basa, cardiopa, cancer, epoc, edad * katz_bas .

Variables en la ecuación									
		B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95,0% para EXP(B)	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior
Paso 1(a)	sexo_0_1	,296	,272	1,186	1	,276	1,344	,789	2,289
	edad	,048	,016	8,480	1	,004	1,049	1,016	1,083
	katz_bas	,146	,179	,663	1	,416	1,157	,814	1,644
	fac_basa	-,188	,122	2,393	1	,122	,828	,652	1,052
	cardiopa	,267	,227	1,384	1	,239	1,306	,837	2,037
	cancer	,816	,256	10,200	1	,001	2,262	1,371	3,733
	epoc	,779	,295	6,961	1	,008	2,180	1,222	3,889
	fac_basa by katz_bas	-,046	,042	1,173	1	,279	,955	,880	1,038

	Constante	-6,695	1,450	21,317	1	,000	,001		
a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: sexo_0_1, edad, katz_bas, fac_basa, cardiopa, cancer, epoc, fac_basa * katz_bas .									

El análisis determina que no existe interacción entre ellas y pueden eliminarse del modelo final.

En la siguiente tabla presentamos el análisis de regresión múltiple para la creación del modelo predictivo final.

Tabla 25. Factores predictores de mortalidad intrahospitalaria. Análisis multivariante. Modelo final. Tablas con STATA (25a) y SPSS (25b):

Tabla 25a. Análisis de regresión logística multivariante con STATA:

exitus	Coef.	Std. Err.	z	P>z	[95% Conf.	Interval]
sexo_0_1	.2788359	.2708913	1.03	0.303	-.2521012	.809773
edad	.0507753	.0161394	3.15	0.002	.0191426	.0824079
cardiopa	.2692987	.2271518	1.19	0.236	-.1759107	.714508
cancer	.8077721	.2551414	3.17	0.002	.3077041	1.30784
epoc	.8239211	.2922998	2.82	0.005	.251024	1.396818
katz_bas	-.0353953	.0713237	-0.50	0.620	-.1751871	.1043966
fac_basa	-.2657599	.097793	-2.72	0.007	-.4574307	-.074089
_cons	-6.737841	1.450608	-4.64	0.000	-9.58098	-3.894702

Tabla 25b. Análisis de regresión logística multivariante con SPSS:

Variables en la ecuación									
		B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95,0% para EXP(B)	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior
Paso 1(a)	sexo_0_1	,279	,271	1,060	1	,303	1,322	,777	2,247
	edad	,051	,016	9,898	1	,002	1,052	1,019	1,086
	katz_bas	-,035	,071	,246	1	,620	,965	,839	1,110
	fac_basa	-,266	,098	7,385	1	,007	,767	,633	,929
	cardiopa	,269	,227	1,406	1	,236	1,309	,839	2,043
	cancer	,808	,255	10,023	1	,002	2,243	1,360	3,698

epoc	,824	,292	7,945	1	,005	2,279	1,285	4,042
Constante	-6,738	1,451	21,575	1	,000	,001		
a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: sexo_0_1, edad, katz_bas, fac_basa, cardiopa, cancer, epoc.								

La interpretación clínica del modelo predictivo final sería la siguiente:

- Por cada año de edad que tenga el paciente, aumenta un 5% el riesgo de fallecer en el hospital, respecto a un año menos
- Ser varón implica tener un 32% más de riesgo de fallecer, respecto a ser mujer
- Por cada punto de más en el índice de Katz basal (1 AVD independiente más) se tiene un 4% menos de riesgo de fallecer, respecto a un punto menos
- Por cada punto de más en el FAC basal (mayor independencia para la marcha) se tiene un 23% menos de riesgo de fallecer, respecto a un punto menos
- Tener antecedente de cardiopatía supone un 31% más de riesgo de fallecer, respecto a no tenerlo
- Ser EPOC supone 2.3 veces más riesgo de fallecer, respecto a no serlo
- Tener cáncer significa tener 2.2 veces más riesgo de fallecer durante el ingreso, respecto a no tenerlo

Una vez creado el modelo predictivo final, es momento de evaluar su funcionamiento. Como hemos descrito en el apartado de metodología, debemos considerar su calibración, discriminación y validación interna.

La calibración, es decir, el acuerdo entre lo predicho y lo observado, la valoraremos mediante el test de Hosmer-Lemeshow. Como vemos en la tabla, las frecuencias predichas y observadas tienen una concordancia aceptable, aunque existen discordancias en algunos de los grupos. Se considera que la calibración es buena si la probabilidad es mayor del 0.05. En este caso fue de 0.1048.

Tabla 26. Calibración del modelo mediante el test de Hosmer-Lemeshow:

Logistic model for exitus, goodness-of-fit test

(Table collapsed on quantiles of estimated probabilities)

Group	Prob	Obs_1	Exp_1	Obs_0	Exp_0	Total
1	0.0131	1	2.4	216	214.6	217
2	0.0175	3	3.2	205	204.8	208
3	0.0209	3	4.1	208	206.9	211
4	0.0252	7	4.8	203	205.2	210
5	0.0297	7	5.8	204	205.2	211
6	0.0363	7	7.0	205	205.0	212
7	0.0446	8	8.5	203	202.5	211
8	0.0580	18	10.8	194	201.2	212
9	0.0847	6	14.9	206	197.1	212
10	0.5165	30	28.6	180	181.4	210

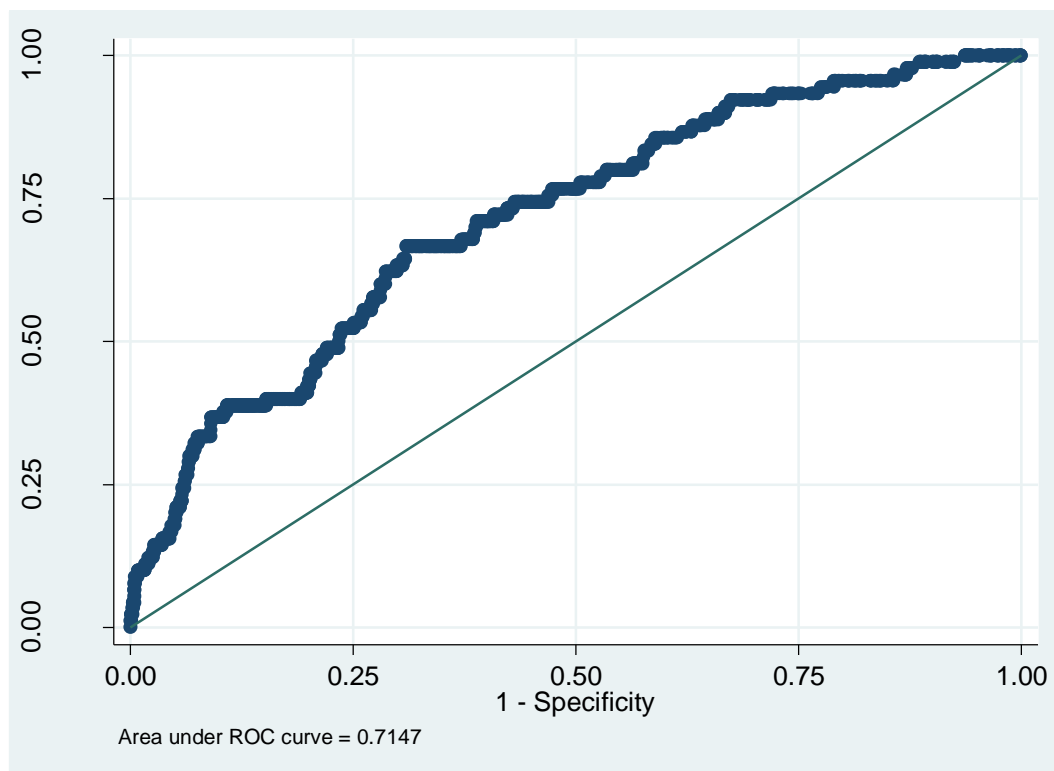
```

number of observations =      2114
number of groups =         10
Hosmer-Lemeshow chi2(8) =    13.21
Prob > chi2 =              0.1048

```

La discriminación del modelo predictivo la evaluaremos con el área bajo la curva ROC. La siguiente figura representa dicha curva y el área bajo la curva es de 0.715 con un intervalo de confianza al 95% de 0.661-0.769. Se considera aceptable la capacidad del modelo final para clasificar los pacientes con y sin el evento, en este caso, el fallecimiento. Como cuando se usa para valorar tests diagnósticos, el eje de abscisas representa el inverso de la especificidad y el de ordenadas la sensibilidad del test para predecir el evento. La línea diagonal representaría un test que no es capaz de predecir nada (AUC 0.5 es igual que tirar una moneda al aire a la hora de predecir)

Figura 9. Discriminación del modelo: curva ROC y AUC:



Logistic model for exitus

number of observations = 2114
area under ROC curve = 0.7147

Por último, realizaremos la validación interna del modelo predictivo creado y lo haremos con la técnica del remuestreo o *bootstrap*. Se trata de ver cuántas veces se elegiría cada variable como predictiva si se pasara el modelo a un 1000 muestras seleccionadas al azar de entre nuestra muestra total. Que una variable quede seleccionada más del 500 veces significa que tiene mucho peso predictivo en el modelo.

Tabla 26. Validación del modelo mediante *Bootstrap*. Variable y número de veces que la variable es seleccionada en el remuestreo:

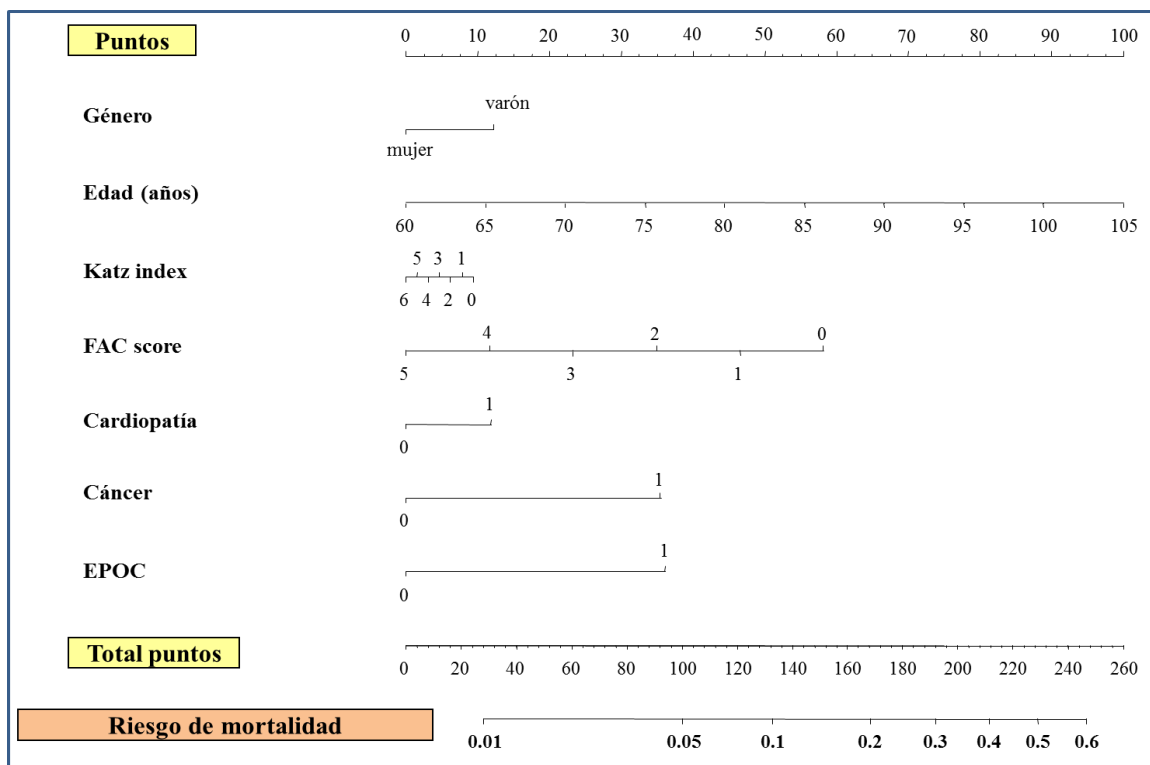
- Sexo: 289
- Edad: 933
- Katz basal: 205
- FAC basal: 889
- Cardiopatía: 341
- Cáncer: 900
- EPOC: 863

Como podemos observar en el *bootstrap*, las variables que resultan más predictivas son la edad, el FAC, el antecedente de cáncer y el EPOC.

Tras crear el modelo predictivo final y comprobar su funcionamiento, pasamos a representarlo gráficamente para poder usarlo en el ámbito clínico de manera más sencilla. Presentaremos 2 formas diferentes: el nomograma y la tabla de puntuación ó *score chart*.

El nomograma, o diagrama bidimensional que permite el cómputo gráfico y aproximado de una función de cualquier número de variables, presenta la ventaja de la fácil interpolación visual, aunque su precisión se ve limitada por la precisión del gráfico. En el siguiente nomograma observamos como trazando una línea vertical desde cada opción de cada variable a la línea de puntuación parcial (horizontal superior) se obtienen las puntuaciones parciales. Una vez sumadas éstas, volcamos el valor final sobre la línea de puntuación total (horizontal inferior) y se obtiene el riesgo de mortalidad intrahospitalaria del paciente en cuestión.

Figura 10. Nomograma pronóstico de mortalidad intrahospitalaria:

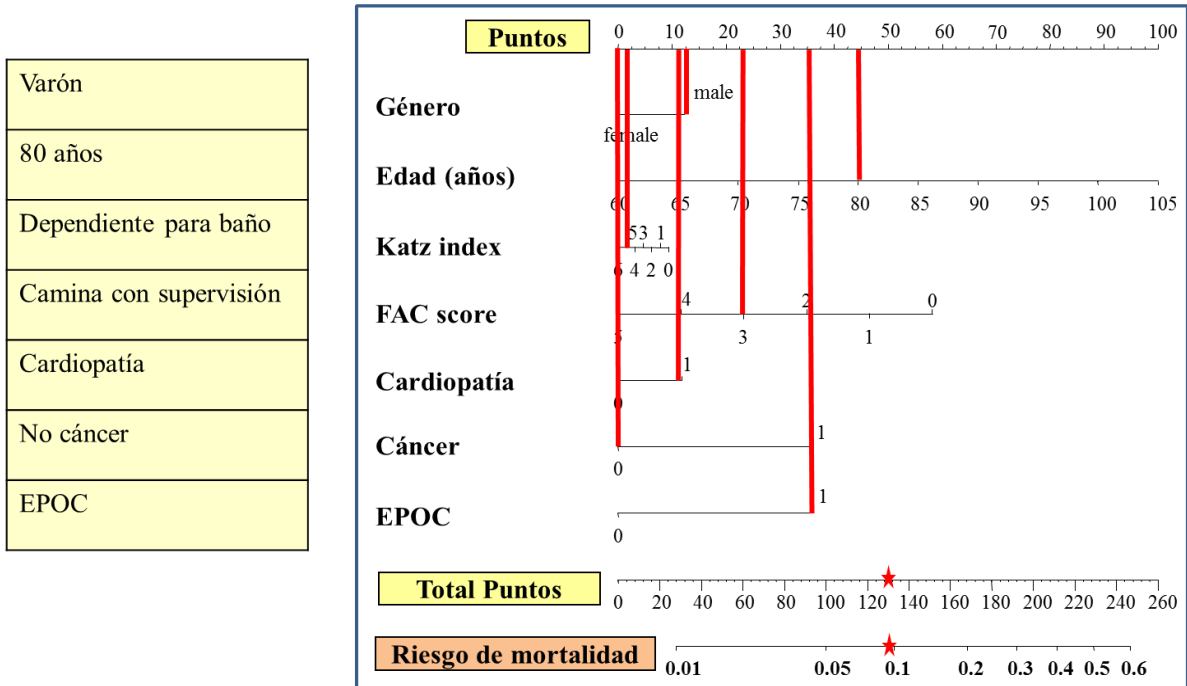


A continuación presentamos un ejemplo de uso del nomograma en un paciente concreto, en este caso, un paciente varón, de 80 años, dependiente únicamente para el baño, que camina con supervisión, es EPOC y cardiópata y no tiene antecedente de cáncer.

Figura 11. Ejemplo de uso del nomograma

Nuestro paciente...

Su nomograma...



Según este ejemplo, aplicando el nomograma podríamos estimar que el riesgo de que éste paciente fallezca en el hospital es del 10%.

La siguiente forma de representar gráficamente un modelo predictivo es el *score chart*. Se crea a través de la asignación de una puntuación concreta a cada opción de cada variable.

Tabla 27. *Score chart* del modelo predictivo de mortalidad final (Variable: Puntos asignados):

Sexo	Edad	Katz	FAC	Cardiopatía	Cáncer	EPOC
Mujer: 0	60:0	0: 9	0: 58	0: 0	0: 0	0: 0
Varón: 12	65: 11	1: 8	1: 47	1: 12	1: 35	1: 36
	70: 22	2: 6	2: 35			
	75: 33	3: 5	3: 23			
	80: 44	4: 3	4: 12			
	85: 56	5: 2	5: 0			
	90: 67	6: 0				
	95: 78					
	100: 89					
	105: 100					

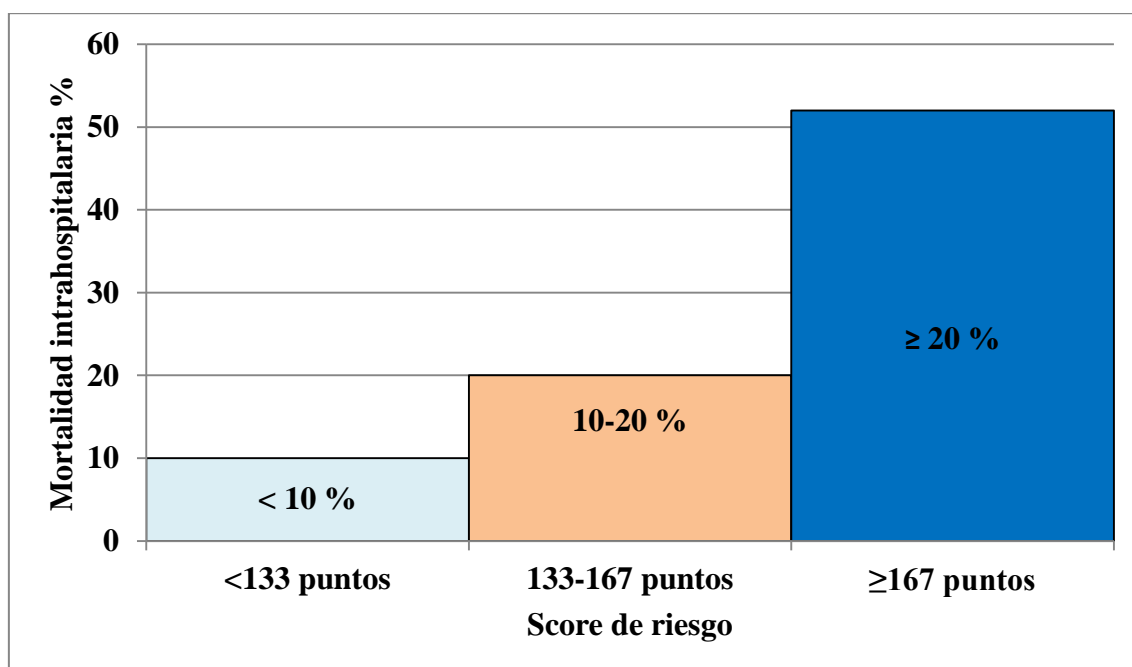
Si utilizamos el paciente ejemplo presentado previamente, para usar el *score chart* en él asignaríamos un número determinado de puntos a cada variable, como representa la siguiente figura:

Figura 11. Ejemplo de uso de *score chart*:

Nuestro paciente...	Puntos
Varón	12
80 años	44
Katz 5	2
FAC 3	23 +
Cardiopatía	12
No cáncer	0
EPOC	36
	129 → 10% riesgo de mortalidad

Por último, resulta bastante explicativo mostrar un gráfico con los grupos de riesgo en función de la puntuación del modelo predictivo, como muestra la siguiente figura.

Figura 12. Mortalidad intrahospitalaria según grupos de riesgo:



3.5. Discusión

El modelo predictivo desarrollado en esta tesis doctoral permite estimar el pronóstico de un paciente anciano que ingresa en el hospital con una fractura de cadera, y hacerlo mediante la consideración de determinadas variables presentes el primer día del ingreso, como son la edad, el género, la independencia previa a la fractura para las actividades de la vida diaria y para caminar y los antecedentes de cardiopatía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y neoplasia. La representación gráfica de dicho modelo predictivo, bien en forma de nomograma o bien como score chart o gráfico de puntuación, nos ayudará a aplicar de forma sencilla esta herramienta pronóstica en nuestra práctica diaria, para informar de manera más precisa y ayudarnos en la toma de decisiones.

Nuestro modelo pronóstico incluye 3 de las variables que ya han demostrado predecir mortalidad en los modelos desarrollados con anterioridad: la edad, el género y el antecedente de neoplasia forman parte de los modelos predictivos de Jiang²⁰, del *Nottingham Hip Fracture Score* (NHFS)²² y de Frost²¹.

Además nuestro modelo incluye dos variables funcionales, cuya interacción hemos descartado incluyéndola en el desarrollo del modelo. De las dos, la independencia para la marcha tiene más poder predictivo de mortalidad que la independencia para las AVD. Llama la atención que de los modelos existentes en la literatura, únicamente el de Holt²³, basado en la *Scottish Hip Fracture Audit*, incluya variables funcionales. Además también destaca que ninguno de los autores de los artículos aparece afiliado explícitamente a un servicio de Geriátrica salvo Sahota, del Nottingham Hip Fracture Score. Puede que esto explique la ausencia de variables funcionales de entre los posibles predictores de mortalidad. La dependencia para las AVD, sin embargo, es un factor relacionado con morbi-mortalidad tanto en series de pacientes quirúrgicos^{132,146-148} como médicos¹⁴⁹.

Las dos últimas variables incluidas en nuestro modelo, cardiopatía y EPOC, fueron seleccionadas también en los modelos de Jiang²⁰ y en el NHFS²². Parte de la importancia de estas variables radica, probablemente, en su relación con la causa directa de muerte (infecciones respiratorias e ICC). De las dos, el antecedente de EPOC es el que posee mayor poder pronóstico.

La utilidad del modelo predictivo, como hemos comentado, reside en dos importantes criterios: si puede **discriminar** un paciente de alto riesgo de uno de bajo y si está bien **calibrado** porque produce estimaciones precisas de la probabilidad del evento, en este caso, la probabilidad de fallecer durante el ingreso.

Nuestro modelo predictivo satisface ambos criterios: presenta una aceptable capacidad discriminativa (AUC: 0.715) y una adecuada calibración ($p=0.11$).

Ninguno de los modelos predictivos publicados hasta el momento ha demostrado una excelente capacidad **discriminativa** (AUC > 0.8). El que más se acerca es el modelo de Jiang²⁰, con un AUC de 0.82, seguido por el de Frost²¹ (AUC 0.76) y el NHFS²² (AUC 0.719). Al aplicar en la práctica dichos modelos sobre una muestra de pacientes diferente (validación externa), como hace Karres¹³⁵ en su trabajo, dicha capacidad discriminativa se modifica en un sentido u otro (Jiang pierde discriminación y el NHFS la gana) por lo que sería recomendable comprobar cómo funciona nuestro modelo mediante validación externa.

Del mismo modo, la **calibración** de nuestro modelo es menor que la de Jiang²⁰ ($p>0.5$) y que la del NHFS²² ($p=0.79$). Sin embargo, de nuevo, al validar estos modelos externamente¹³⁵, la calibración disminuye drásticamente (0.04 en ambos modelos). El autor del trabajo explica este hallazgo por dos razones. La primera, porque el test de calibración Hosmer-Lemeshow puede sobrestimar dicha falta de calibración cuando se aplica a muestras grandes, en las que pequeñas diferencias pueden fácilmente pasar a ser significativas. Y la segunda, por el uso de regresión logística multivariante de la que derivan fórmulas logísticas de cálculo de riesgo complejas que pueden determinar diferencias más acusadas en la clasificación en deciles de los resultados esperados frente a observados. De todos modos, no se recomienda rechazar un modelo simplemente por perder calibración, mientras mantenga una buena discriminación.

Una característica adicional a tener en cuenta a la hora de elegir un modelo de entre los existentes es si cumple con el **principio de parsimonia**. La navaja de Ockham¹⁵⁰, principio de economía o de parsimonia es un principio metodológico y filosófico atribuido al fraile franciscano inglés del siglo XIV Guillermo de Ockham, que reza: *“Pluralitas non est ponenda sine necessitate”* (la pluralidad no se debe postular sin necesidad) o *“Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem”* (no ha de presumirse

la existencia de más cosas que las absolutamente necesarias). Implica que, cuando dos teorías en igualdad de condiciones tienen las mismas consecuencias, la teoría más simple tiene más probabilidades de ser correcta que la compleja. El principio de parsimonia tiene aplicaciones de importancia en el análisis exploratorio de modelos de regresión lineal múltiple. De un conjunto de variables explicativas que forman parte del modelo a estudiar, debe seleccionarse la combinación más reducida y simple posible, teniendo en cuenta la varianza residual, la capacidad de predicción y la multicolinealidad. Sin embargo, no exageremos en la sencillez del modelo. También existe la navaja de Einstein¹⁵¹: *"It can scarcely be denied that the supreme goal of all theory is to make the irreducible basic elements as simple and as few as possible without having to surrender the adequate representation of a single datum of experience"* [A duras penas se puede negar que el objetivo supremo de toda teoría es convertir sus elementos básicos en simples y tan pocos como sea posible, pero sin tener que rendirse a la adecuada representación de un sólo dato de la experiencia]. Es decir, que un modelo debe ser tan simple como sea posible, pero sin que pierda parte de su potencialidad. Teniendo en cuenta el principio de parsimonia, a similar funcionamiento del modelo, uno más simple resultaría elegido en la práctica. Modelos como el de Jiang²⁰, que implican medir tantas variables, son menos parsimoniosos que otros como el NHFS²² o nuestro modelo, más sencillos y rápidos de aplicar.

Por último, es preciso comentar el **uso que en la práctica** se hace de los modelos predictivos que existen hasta el momento. Nuestro modelo es aplicable como herramienta predictiva a nuestros propios pacientes en nuestro hospital. Sin embargo, para poder generalizar su uso necesitaríamos validarlo externamente en otro hospital u hospitales de nuestro entorno o incluso a nivel internacional, siempre que sean poblaciones y modelos organizativos similares. Ninguno de los modelos que existen actualmente se ha validado externamente salvo en el trabajo de Karres y la del NHFS. Éste último es el que más trabajos de validación externa ha publicado en los últimos años, no solo en UK^{24,152} sino en otros países¹⁵³. Por tanto, es importante recordar que no solo hemos de crear modelos predictivos para ayudarnos en la toma de decisiones sino esforzarnos en completar el proceso y validarnos externamente y así extender su uso en la propia comunidad, país o a nivel internacional.

Tras revisar lo publicado al respecto sobre predicción de mortalidad tras fractura de cadera en el anciano y tener una visión de conjunto, se aprecia la importancia de utilizar una metodología correcta para poder sacar conclusiones fiables. No se puede comparar nuestros resultados con los de la literatura sin hacer mención expresa a las **diferencias en la metodología empleada**, tanto en la **elección de la variable dependiente**, como en la **selección de las posibles variables predictoras** como en la decisión de **usar regresión logística multivariante sin método de modelización**.

La revisión de la literatura científica sobre mortalidad tras fractura de cadera entraña dificultad puesto que los trabajos que estudian factores de riesgo de mortalidad utilizan como **variable dependiente** distintos plazos de mortalidad: intrahospitalaria, a 30 días, a tres meses, a 12 meses e incluso mortalidad transcurridos 2 o más años. Es razonable pensar que los factores que determinan que un paciente anciano con fractura de cadera fallezca durante el mismo ingreso o como mucho al mes serán probablemente diferentes de los que determinan su muerte a los 3, 6, 12 meses por no decir más allá de ese periodo. Por tanto, las conclusiones de aquellas revisiones sistemáticas o meta-análisis que combinan resultados sin tener en cuenta que incluyen estudios con diferentes plazos de mortalidad, pueden resultar poco informativas y/o equívocas.

La mortalidad objeto de esta tesis es la mortalidad intrahospitalaria. Elegir este tipo de mortalidad fue una tarea obligada por las circunstancias, puesto que solo disponemos de la mortalidad a 30 días en una muestra de algo más de 700 pacientes cuyo análisis respondía a otros objetivos. La mortalidad intrahospitalaria ha sido una variable objetivo tradicional en diferentes estudios. La cifra de mortalidad intrahospitalaria de nuestro estudio, 4.3%, es equiparable a las de otros estudios internacionales, como el de Davis¹⁴² con un 6.1%, Pioli¹⁴³ con un 4.8%, Fisher¹⁵⁵ con un 4.7%, Furlaneto¹⁵⁶ con un 6.9%, Dawson-Bowling¹⁵⁷ con un 8.3%, Alzahrani¹⁵⁸ con un 5% o Pages¹⁵⁹ con un 6.1%.

La elección de la mortalidad intrahospitalaria como variable dependiente puede tener también su contrapartida: el fallecimiento en el hospital puede suceder en el día 3 o en el 21. La influencia de la estancia media en las cifras de mortalidad intrahospitalaria es clara: centros con estancias excesivamente cortas también presentan mortalidades extremadamente bajas y esto limita las comparaciones con otros hospitales. Como

respuesta a estas cuestiones surge la recomendación actual de uso de la mortalidad a 30 días, que intenta resolver este problema y homogeneizar la comparación entre centros. A pesar de ésto, de los 4 modelos predictivos de mortalidad tras fractura de cadera publicados hasta el momento, 3 de ellos utilizan como variable objetivo la mortalidad intrahospitalaria (modelo de Jiang²⁰, de Holt²³ y de Frost²¹) y solo el Nottingham Hip Fracture Score²⁴ elige la mortalidad a 30 días.

Como argumento a favor de elegir la mortalidad intrahospitalaria en este estudio podemos decir que: la estancia media de nuestro hospital es comparable a la de otros centros (3 días prequirúrgica y 12 días de estancia total), el medio en el que se encuentra el paciente es el mismo durante toda la fase aguda, existen pocos pacientes con estancias *outliers* o extremas y es bastante improbable que consiguiéramos diferenciar factores en un periodo tan corto de tiempo.

Una salvedad serían aquellos pacientes que fallecen antes de operarse y por este motivo nos planteamos excluirlos del análisis. Podríamos pensar que los factores que favorecen que uno fallezca muy precozmente no son los mismos que hacen que lo haga más tarde. En este sentido parece interesante analizar las características de los 23 pacientes que fallecieron antes de la cirugía (23/2150=1.1%). Son 5 años mayores, con peor Katz y FAC basal y más comorbilidad: 78% cardiopatía, 91% ASA 3-4. El 100% presenta alguna complicación: neumonía 42%, ICC 29%, alteraciones electrolíticas 50% y otras complicaciones 85%. Por tanto, son pacientes mayores, comórbidos y dependientes y que sufren complicaciones en todos los casos, falleciendo antes de llegar a intervenir.

Una última pregunta sobre la elección de esta variable objetivo sería: por qué si la mortalidad intrahospitalaria es solo del 5% y la mortalidad a 30 días o al año es mucho mayor (10-25%) no se elige predecir dichas mortalidades que implican muchas más vidas. Pues la respuesta es sencilla: para un paciente sano la fractura es una ruptura biográfica que puede terminar siendo una anécdota o un punto de partida de fragilidad y muerte inmediata. Como sistema asistencial, además de procurar que los ancianos caminen como antes, debemos asegurar tener la menor tasa de mortalidad intrahospitalaria posible, si es que este fallecimiento era potencialmente evitable (un 57%). La complejidad etiológica de la mortalidad intrahospitalaria parece, a priori,

menor que la que justifica la mortalidad posterior (sumatorio de: comorbilidad + el proceso de recuperación funcional ofrecido por el sistema sanitario + el *failure to thrive* causado por la propia fractura en algunos casos). Por tanto, parece más sencillo intervenir para prevenir la primera que la segunda.

La selección de las **variables potencialmente predictoras** determina el modelo predictivo final. Es una etapa crucial. En este estudio dicha selección se realizó basándose en el conocimiento teórico y clínico previo, según se recomienda¹²⁹ y posterior **regresión logística multivariante sin estrategia de modelización**. Otros autores han utilizado métodos diversos para elegir las variables candidatas. Jiang²⁰, Holt²³ y Frost²¹ utilizaron todas las comorbilidades presentes al ingreso y regresión logística para construir el modelo final. Maxwell (NHFS)²⁴ se basó en la literatura para elegir las variables iniciales, luego realizó un análisis univariante y con las variables significativas construyó el modelo multivariante final.

La institucionalización previa es una variable que seleccionan 3 de los 4 modelos predictivos publicados hasta la fecha. Sin embargo no está claro que dicha variable sea un predictor puro de mortalidad, sino que más bien podría estar asociada a otras variables que sí lo son. La relación de variables como la institucionalización previa o la demencia con la mortalidad ha sido estudiada por algunos autores como Pioli¹⁴³, quien observó cómo ambas se relacionan con la mortalidad en el análisis univariante pero cuando se introduce en el multivariante otras variables, como la comorbilidad o el estado funcional, esa relación deja de existir. Lo mismo ocurre con otras variables, prequirúrgicas pero no presentes en el día 1 del ingreso, como el tiempo hasta la cirugía o el operarse en fin de semana en el estudio de Chatterton¹¹⁹, en el que en el análisis multivariante desaparece el efecto de ambas sobre la mortalidad.

El motivo de no elegir una estrategia de selección escalonada (*stepwise*), como hacen los modelos previamente publicados, es que existen numerosos problemas asociados al uso de ese tipo de estrategias. Es frecuente que: primero, no logren incluir todas las variables que realmente influyen en la variable de evaluación o que seleccionen variables que no tiene influencia alguna; segundo, se han asociado a un aumento de la probabilidad de identificar al menos una de las variables significativas por azar, error

tipo I, a causa de la realización de pruebas múltiples sin la introducción simultánea de ajuste por el número de comparaciones: y, por último, los resultados de los procedimientos escalonados tienden a ser inestables en el sentido de que cambios tan sólo ligeros de los datos pueden conducir a resultados diferentes en cuanto a las variables que conformen el modelo final y la secuencia en la que se incorporan a él. Así, este tipo de procedimiento no es apropiado para jerarquizar la importancia relativa del predictor en el modelo¹²⁷.

Son muy destacables las **fortalezas** de este estudio. Primeramente, que se trata de una serie grande y prospectiva de pacientes ancianos con fractura de cadera, factor imprescindible para una buena modelización pronóstica cuando estudiamos un evento con una probabilidad de entre el 5-10%, como es la mortalidad intrahospitalaria. Segundo, es uno de los pocos estudios que incluye función como predictor. Y finalmente, el uso de una metodología robusta, cuidadosa y clara nos permite saber con exactitud qué predice y cuánto podemos esperar del modelo predictivo desarrollado en esta tesis doctoral.

También podemos aprender de las **limitaciones**. Como he comentado, usar mortalidad intrahospitalaria y no a 30 días puede suponer una limitación para el conocimiento en profundidad de los factores predictivos de mortalidad, puesto que puede haber pacientes que se trasladen muy rápido a centros de rehabilitación, que precisamente sean esos los más frágiles y que nos perdamos las variables basales asociadas a esa mortalidad tan temprana. Segundo, tomar como variables continuas lineales las que no lo son (Katz, FAC) hace que presupongamos que aumentar 1 punto en independencia cuando se pasa de un índice de Katz 5 a 6 sea considerado de igual peso que hacerlo de 1 a 2 y así lo considera el modelo predictivo. Además, dichas variables no se suelen usar con frecuencia para medir función a nivel internacional, lo que limita la posibilidad de realizar la validación externa del modelo. Otra limitación podría ser el no haber podido estudiar variables como la enfermedad renal crónica, considerada importante por otros autores²⁰.

Finalmente, este estudio ofrece nuevas **oportunidades**. La más importante de todas sería la de usar el modelo predictivo para diseñar intervenciones preventivas sobre

pacientes de riesgo (EPOC, ICC). Además el uso del modelo también permitiría iniciar comparaciones de las variables asociadas a mortalidad en diferentes países. Por último, nos invitaría a realizar investigación colaborativa, ya que la validación externa del modelo puede realizarse mediante un estudio multicéntrico a nivel nacional o internacional, y de esta forma contribuir a crear lazos entre grupos interesados en investigación en ortogeriatría, como vienen impulsando algunos autores en los últimos años¹⁶⁰.

CONCLUSIONES

En definitiva, las siguientes **PREMISAS** han sido desarrolladas en la primera parte de esta tesis doctoral:

- Es importante disponer de herramientas pronósticas que nos ayuden a estimar el riesgo de mortalidad en ancianos que ingresan por fractura de cadera y no solo nos aporten información sino que nos ayuden a intervenir sobre posibles factores modificables.
- Esas herramientas son los modelos predictivos, o fórmulas matemáticas que se sirven de determinadas variables para predecir un resultado.
- Existe poca investigación sobre modelos predictivos de mortalidad en fractura de cadera y los que se han publicado, con frecuencia no se han validado externamente, lo que limita su aplicación práctica en otros centros
- La investigación en pronóstico debe alcanzar las altas exigencias en calidad de otras modalidades, como la investigación sobre terapéutica o la epidemiología genética, mediante el uso de una metodología cuidadosa y sistemática
- El número de variables predictoras candidatas y el método para seleccionarlas influenciará el modelo final multivariable y la interpretación de los resultados. El mejor método para seleccionar dichas variables es el basado en el conocimiento teórico previo.

Y a partir de dichas premisas llegamos a las **CONCLUSIONES** que se exponen a continuación:

1. El modelo predictivo desarrollado en este trabajo de investigación permite estimar el pronóstico de un paciente anciano que ingresa en el hospital con una fractura de cadera, y hacerlo mediante la consideración de determinadas variables presentes el primer día del ingreso, como son la edad, el género, la independencia para las actividades de la vida diaria y para caminar y los antecedentes de cardiopatía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y neoplasia.
2. El modelo presenta una aceptable discriminación, o habilidad de distinguir entre un paciente de alto riesgo de uno de bajo, y una adecuada calibración o capacidad de realizar estimaciones precisas de la probabilidad del evento, en este caso, la probabilidad de fallecer durante el ingreso. Además, ha sido validado internamente mediante técnicas de remuestreo.
3. La representación gráfica de dicho modelo, bien en forma de nomograma o bien como gráfico de puntuación, nos ayudará a aplicar de forma sencilla esta herramienta pronóstica en nuestra práctica diaria, para informar de manera más precisa y ayudarnos en la toma de decisiones.
4. La validación externa de este modelo predictivo de mortalidad intrahospitalaria en pacientes ancianos con fractura de cadera permitirá extender el uso de esta herramienta pronóstica a nivel local o nacional.

BIBLIOGRAFÍA

4. BIBLIOGRAFÍA

1. La atención a la fractura de cadera en los hospitales del SNS. Instituto de información sanitaria. Estadísticas comentadas. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. 2010. Disponible en: http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/docs/Estadisticas_comentadas_01.pdf. Consultado el 8 de junio de 2015.
2. Stewart NA, Chantrey J, Blankley SJ, et al. Predictors of 5 year survival following hip fracture. *Injury*. 2011; 42:1253-6.
3. Azagra R, López-Expósito F, Martín-Sánchez JC, et al. Changing trends in the epidemiology of hip fracture in Spain. *Osteoporos Int*. 2014; 25:1267-74.
4. Ortiz-Alonso FJ, Vidán-Astíz M, Alonso-Armesto M, et al. The pattern of recovery of ambulation after hip fracture differs with age in elderly patients. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012; 67:690-7.
5. Johnell O, Kanis JA. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporos Int*. 2006; 17:1726–33.
6. Duclos A, Couray-Targe S, Randrianasolo M, et al. Burden of hip fracture on inpatient care: a before and after population-based study. *Osteoporos Int*. 2010; 21:1493-501.
7. Bass E, French DD, Bradham DD, Rubenstein LZ. Risk-adjusted mortality rates of elderly veterans with hip fractures. *Ann Epidemiol*. 2007; 17:514–9.
8. Empana JP, Dargent-Molina P, Bréart G, EPIDOS Group. Effect of hip fracture on mortality in elderly women: the EPIDOS prospective study. *J Am Geriatr Soc*. 2004; 52:685–90.
9. Farahmand BY, Michaëlsson K, Ahlbom A, et al. Survival after hip fracture. *Osteoporos Int*. 2005; 16:1583–90.
10. Forsén L, Sogaard AJ, Meyer HE, et al. Survival after hip fracture short- and long-term excess mortality according to age and gender. *Osteoporos Int*. 1999; 10:73–8.
11. Franzo A, Francescutti C, Simon G. Risk factors correlated with post-operative mortality for hip fracture surgery in the elderly: a population-based approach. *Eur J Epidemiol*. 2005; 20:985–91.
12. Giverson IM. Time trends of mortality after first hip fractures. *Osteoporos Int*. 2007; 18:721–32.

13. Haleem S, Lutchman L, Mayahi R, et al. Mortality following hip fracture: trends and geographical variations over the last 40 years. *Injury*. 2008; 39:1157–63.
14. Holt G, Macdonald D, Fraser M, Reece AT. Outcome after surgery for fracture of the hip in patients aged over 95 years. *J Bone Joint Surg Br*. 2006; 88:1060–4.
15. Kanis JA, Oden A, Johnell O, et al. The components of excess mortality after hip fracture. *Bone* 2003; 32:468–73.
16. Tosteson AN, Gottlieb DJ, Radley DC, et al. Excess mortality following hip fracture: the role of underlying health status. *Osteoporos Int*. 2007; 18:1463–72.
17. Tsuboi M, Hasegawa Y, Suzuki S, et al. Mortality and mobility after hip fracture in Japan: a ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br*. 2007; 89:461–6.
18. Liem 2013, Kates SL, Mendelson DA, Friedman SM. Co-managed care for fragility hip fractures (Rochester model). *Osteoporos Int*. 2010; 21:S621–5.
19. Álvarez-Nebreda ML, Jiménez AB, Rodríguez P, Serra JA. Epidemiology of hip fracture in the elderly in Spain. *Bone*. 2008; 42:278-85.
20. Jiang HX, Majumdar SR, Dick DA, et al. Development and initial validation of a risk score for predicting in-hospital and 1-year mortality in patients with hip fractures. *J Bone Miner Res*. 2005; 20:494-500.
21. Frost SA, Nguyen ND, Black DA, et al. Risk factors for in-hospital post-hip fracture mortality. *Bone*. 2011; 49:553-8.
22. Maxwell MJ, Moran CG, Moppett IK. Development and validation of a preoperative scoring system to predict 30 day mortality in patients undergoing hip fracture surgery. *Br J Anaesth*. 2008; 101:511-7.
23. Holt G, Smith R, Duncan K, et al. Early mortality after surgical fixation of hip fractures in the elderly: an analysis of data from the scottish hip fracture audit. *J Bone Joint Surg Br*. 2008; 90:1357-63.
24. Moppett IK, Parker M, Griffiths R, et al. Nottingham Hip Fracture Score: longitudinal and multi-assessment. *Br J Anaesth*. 2012; 109:546-50.
25. De Laet C, Reeve J. Epidemiology of osteoporotic fractures in Europe. En: Marcus R, Feldman D, Kelsey J, editors. *Osteoporosis*. San Diego: Academic; 2001. p. 585–97.
26. Hernández JL, Olmos JM, Alonso MA, et al. Trend in hip fracture epidemiology over a 14-year period in a Spanish population. *Osteoporos Int*. 2006; 17:464–70.

27. Instituto Nacional de Estadística. Proyección de la Población de España a Corto Plazo, 2008-2018. 2009. Disponible en: <http://www.ine.es/prensa/np538.pdf> . Consultado el 8 de junio de 2015.
28. Etxebarria-Foronda I, Arrospide A, Soto-Gordoa M, et al. Regional variability in changes in the incidence of hip fracture in the Spanish population (2000-2012). *Osteoporos Int.* 2015; 26:1491-7.
29. Best practice evidence-based guideline. Acute management and immediate rehabilitation after hip fracture amongst people aged 65 years and over. New Zealand Guidelines Group (NZCG). 2003. Disponible en: <http://www.health.govt.nz/publication/acute-management-and-immediate-rehabilitation-after-hip-fracture-amongst-people-aged-65-years-and>. Consultado el 8 de junio de 2015.
30. The Care of patients with fragility fracture. The Blue Book. British Orthopaedic Association. 2007. Disponible en: <http://www.boa.ac.uk/Publications/Documents/The%20Care%20of%20Patients%20with%20Fragility%20Fracture.pdf>. Consultado el 8 de junio de 2015.
31. Guía de buena práctica clínica en Geriátria. Anciano afecto de fractura de cadera, Sociedad Española de Geriátria y Gerontología -Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatológica (SEGG-SECOT). 2007. Disponible en: http://www.ssmaule.cl/paginas/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=2140&Itemid=123. Consultado el 8 de junio de 2015.
32. Prevention and management of hip fracture in older people. A National Clinical Guideline. Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) 2009. Disponible en: <http://www.sign.ac.uk/pdf/sign111.pdf>. Consultado el 8 de junio de 2015.
33. Hip fracture. The management of hip fracture in adults. CG124. National Institute for Health and Clinical Excellence. 2011. Disponible en: <http://www.nice.org.uk/guidance/cg124/resources/guidance-hip-fracture-pdf>. Consultado el 8 de junio de 2015.
34. Management of hip fracture in adults. National Institute for Health and Clinical Excellence. 2012. Disponible en: <http://www.nice.org.uk/guidance/cm46>. Consultado el 8 de junio de 2015.
35. Hip Fracture: Evidence Update march 2013. National Institute for Health and Clinical Excellence. 2013. Disponible en:

<https://arms.evidence.nhs.uk/resources/hub/946207/attachment>. Consultado el 8 de junio de 2015.

36. Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland, Griffiths R, Alper J, Beckingsale A, et al. Management of proximal femoral fractures 2011. *Anaesthesia*. 2012; 67: 85–98.

37. British Orthopaedic Association Standards for Trauma (BOAST). Hip fracture in the older person. 2012. BOAST 1, version 2. <https://www.boa.ac.uk/wp-content/uploads/2014/12/BOAST-1.pdf>. Consultado el 8 de junio de 2015.

38. National Confidential Enquiry into Patient Outcome and Death. An age old problem. A review of the care received by elderly patients undergoing surgery. 2010. Disponible en: http://www.ncepod.org.uk/2010report3/downloads/EESE_summary.pdf . Consultado el 8 de junio de 2015.

39. The National Hip Fracture Database. National Report. 2011. Disponible en: http://www.nhfd.co.uk/003/hipfractureR.nsf/NHFDNationalReport2011_Final.pdf. Consultado el 8 de junio de 2015.

40. Kerns RJ, Moss L, Kinsella J. A comparison of clinical practice guidelines for proximal femoral fracture. *Anaesthesia*. 2013; 68:159-66

41. Mak JC, Cameron ID, March LM. Evidence-based guidelines for the management of hip fractures in older persons: an update. *Med J Aust*. 2010; 192:37-41

42. The orthogeriatric model of care: Clinical Practice Guide 2010. The Agency for Clinical Innovation (ACI) orthogeriatric model of care collaborative group. Disponible en:

http://www.aci.health.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0013/153400/aci_orthogeriatrics_clinical_practice_guide.pdf. Consultado el 8 de junio de 2015.

43. Vía clínica del tratamiento multidisciplinar de la fractura de cadera. 2011. Grupo de Estudio e Investigación de la Osteoporosis de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (GEIOS). Disponible en: https://www.secot.es/uploads/descargas/grupos_trabajo/geios/GEIOS_20121123092230_ViaClinicaDeLaCadera2011.pdf. Consultado el 8 de junio de 2015.

44. Vía clínica de rehabilitación de la cadera. Hospital de la Fuenfría. Disponible en: <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1158609848572&ssbinary=true>.

Consultado el 8 de junio de 2015.

45. Lau TW, Fang C, Leung F. The effectiveness of a geriatric hip fracture clinical pathway in reducing hospital and rehabilitation length of stay and improving short-term mortality rates. *Geriatr Orthop Surg Rehabil* 2013; 4:3-9
46. Della Rocca GJ, Crist BD. Hip fracture protocols: what have we changed? *Orthop Clin North Am* 2013; 44:163-82
47. Saltvedt I, Prestmo A, Einarsen E, et al. Development and delivery of patient treatment in the Trondheim Hip Fracture Trial. A new geriatric in-hospital pathway for elderly patients with hip fracture. *BMC Res Notes* 2012; 5:355.
48. Ollivere B, Rollins K, Brankin R, et al. Optimising fast track care for proximal femoral fracture patients using modified early warning score. *Ann R Coll Surg Engl* 2012; 94:267-71
49. Löfgren S, Hansson J, Øvretveit J, Brommels M. Context challenges the champion: improving hip fracture care in a Swedish university hospital. *Int J Health Care Qual Assur.* 2012; 25:118-33.
50. Leigheb F, Vanhaecht K, Sermeus W, et al. The effect of care pathways for hip fractures: a systematic overview of secondary studies. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013; 23:737-45.
51. Leigheb F, Vanhaecht K, Sermeus W, et al. The effect of care pathways for hip fractures: a systematic review. *Calcif Tissue Int* 2012; 91:1-14.
52. Kumar G. Protocol-guided hip fracture management reduces length of hospital stay. *Br J Hosp Med (Lond).* 2012; 73:645-8.
53. Folbert EC, Smit RS, van der Velde D, et al. Geriatric fracture center: a multidisciplinary treatment approach for older patients with a hip fracture improved quality of clinical care and short-term treatment outcomes. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2012; 3:59-67.
54. Kates SL, Mendelson DA, Friedman SM. Co-managed care for fragility hip fractures (Rochester model). *Osteoporos Int.* 2010; 21:S621-5.
55. Ciaschi A, Caprara A, Gillespie F, et al. Changing doctors' behaviours: an educational program to disseminate a new clinical pathway for the hospital management of hip fractures in elderly patients in the Lazio Region, Italy. *J Eval Clin Pract.* 2011; 17:811-8.
56. Friedman SM, Mendelson DA, Kates SL, McCann RM. Geriatric co-management of proximal femur fractures: total quality management and protocol-driven

care result in better outcomes for a frail patient population. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56:1349-56.

57. Pioli G, Giusti A, Barone A. Orthogeriatric care for the elderly with hip fractures: where are we? *Aging Clin Exp Res*. 2008; 20:113-22.

58. González Montalvo JI, Alarcón Alarcón T, Pallardo Rodila B, Gotor Pérez P, Mauleón Álvarez de Linerab JL, Gil Garay E. Ortogeriatría en pacientes agudos (I). Aspectos asistenciales. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2008; 43:239-51.

59. Kammerlander C, Roth T, Friedman SM, et al. Ortho-geriatric service--a literature review comparing different models. *Osteoporos Int*. 2010; 21:S637-46.

60. Giusti A, Barone A, Razzano M, Pizzonia M, Pioli G. Optimal setting and care organization in the management of older adults with hip fracture. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2011; 47:281-96.

61. Grigoryan KV, Javedan H, Rudolph JL. Orthogeriatric care models and outcomes in hip fracture patients: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Trauma* 2014; 28:e49-e55.

62. González Montalvo JI, Gotor Pérez P, Martín Vega A, et al. [The acute orthogeriatric unit. Assessment of its effect on the clinical course of patients with hip fractures and an estimate of its financial impact]. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2011; 46:193-9.

63. Aw D, Sahota O. Orthogeriatrics moving forward. *Age Ageing*. 2014; 43:301-5.

64. Memoria del año 2013 del Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Disponible en: http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1354351425031&language=es&pageid=1142582146744&pagename=HospitalGregorioMaranon%2FHOSP_Contentido_FA%2FHGMA_generico. Consultado el 8 de junio de 2015.

65. Vidán M, Serra JA, Moreno C, Riquelme G, Ortiz J. Efficacy of a comprehensive geriatric intervention in older patients hospitalized for hip fracture: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2005; 53:1476-82.

66. Ortiz J, Vidán M, Marañón E, et al. Evolución prospectiva de un programa de intervención geriátrica interdisciplinaria y secuencial en la recuperación funcional del anciano con fractura de cadera. *Trauma Fund (MAPFRE)*. 2008; 19:13-21.

67. Álvarez-Nebreda ML, Vidán MT, Serra JA. Hip fracture management and outcomes in Spain. *Eur Geriatr Med*. 2010; 1: 108-111.

68. Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, Jackson BA, Jaffe MW. Studies of illness in the aged. The index of ADL: a standardized measure of biological and psychosocial function. *JAMA*. 1963; 185:914–9.
69. Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel index. *Md State Med J*. 1965; 14:61-5.
70. Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L. Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. *Phys Ther*. 1984; 64:35-40.
71. Vidán MT, Sánchez E, Gracia Y, Marañón E, Vaquero J, Serra JA. Causes and effects of surgical delay in patients with hip fracture. *Ann Intern Med*. 2011; 155:226-233.
72. Álvarez-Nebreda M, Marañón E, Coca F, et al. Elderly patients with a hip fracture and a non-weight-bearing period of time: differences on in-hospital and one-year outcome. 19th IAGG World Congress of Gerontology and Geriatrics. Paris, 5-9 Julio 2009. Abstracts book: PB7 244, p. S425.
73. Álvarez-Nebreda ML, Marañón E, Nieto S, Gallego E, Gracia Y, Serra JA. Differences in characteristics and in-hospital and one-year outcome between intra and extracapsular hip fractures in the elderly. 2009 American Geriatrics Society Annual Scientific Meeting. Chicago (USA): Abstracts book: *J Am Geriatr Soc*; 2009. C137. p. S159.
74. Haleem S, Lutchman L, Mayahi R, Grice JE, Parker MJ. Mortality following hip fracture: trends and geographical variations over the last 40 years. *Injury*. 2008; 39:1157–63.
75. Álvarez-Nebreda L, Marañón E, González de Villaumbrosia C, Gallego E, Gracia Y, Serra JA. In hospital mortality of elderly patients with hip fracture: clinical profile by causality. 2010 American Geriatrics Society Annual Scientific Meeting. Florida (USA). Mayo 2010. Abstracts book, *Journal of the American Geriatrics Society* 2010; 58:s73.
76. Álvarez-Nebreda L, Marañón E, González de Villaumbrosia C, Gallego E, Gracia Y, Serra JA. In hospital mortality of elderly patients with hip fracture: clinical profile by causality. 2010 American Geriatrics Society Annual Scientific Meeting. Florida (USA). Mayo 2010. Abstracts book, *Journal of the American Geriatrics Society* 2010; 58:s73.

77. Liem IS, Kammerlander C, Suhm N, et al. Identifying a standard set of outcome parameters for the evaluation of orthogeriatric co-management for hip fractures. *Injury*. 2013; 44:1403-12.
78. Devas MB. Fractures in the elderly. *Geront Clin*. 1964;6:347-59.
79. Jensen JS, Tøndevold E. Mortality after hip fractures. *Acta Orthop Scand*. 1979; 50:161-7.
80. Dahl E. Mortality and life expectancy after hip fractures. *Acta Orthop Scand*. 1980; 51:163-70.
81. González-Montalvo JI, Alarcón T, Hormigo Sánchez AI. ¿Por qué fallecen los pacientes con fractura de cadera? *Med Clin (Barc)*. 2011; 137:355-60.
82. González Montalvo JI, Gotor Pérez P, Martín Vega A, et al. La unidad de ortogeriatría de agudos. Evaluación de su efecto en el curso clínico de los pacientes con fractura de cadera y estimación de su impacto económico. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2011; 46:193-9.
83. Friedman SM, Mendelson DA, Bingham KW, et al. Impact of a comanaged Geriatric Fracture Center on short-term hip fracture outcomes. *Arch Intern Med*. 2009; 169:1712–1717.
84. Alarcón T, González-Montalvo JI. Fractura de cadera en el paciente mayor. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2010; 45:167-70.
85. Parker MJ, Palmer CR. A new mobility score for predicting mortality after hip fracture. *J Bone Joint Surg Br*. 1993; 75:797-8.
86. Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the “get-up and go” test. *Arch Phys Med Rehabil*. 1986; 67:387–9.
87. Granger CV, Hamilton BB, Linacre JM, Heinemann AW, Wright BD. Performance profiles of the functional independence measure. *Am J Phys Med Rehabil*. 1993; 72:84–9.
88. Pesonen A, Kauppila T, Tarkkila P, Sutela A, Niinisto L, Rosenberg PH. Evaluation of easily applicable pain measurement tools for the assessment of pain in demented patients. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2009; 53:657–64.
89. Delgado Silveira E, Montero Errasquín B2, Muñoz García M, et al. Mejorando la prescripción de medicamentos en las personas mayores: una nueva edición de los criterios STOPP-START. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2015; 50:89-96.

90. Tidermark J, Bergström G. Responsiveness of the EuroQol (EQ-5D) and the Nottingham Health Profile (NHP) in elderly patients with femoral neck fractures. *Qual Life Res.* 2006; 16:321–30.
91. González-Montalvo JI, Alarcón Alarcón T. Orto geriatria en pacientes agudos: actuar, pero también evaluar y comparar, como medidas para mejorar. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2014; 49:101-2.
92. Sir William Thomson. Lecture on "Electrical Units of Measurement". *Popular Lectures and Addresses.* Vol. I, p. 73. London: MacMillan and Co. 1889. Disponible en: <https://archive.org/stream/popularlecturesa01kelvuoft#page/72/mode/2up>. Consultado el 8 de junio de 2015.
93. Sanchis Aldás J. La necesidad de objetivar en medicina y sus tribulaciones. *Arch Bronconeumol.* 2002; 38:431-5.
94. Parker MJ. Databases for hip fracture audit. *Acta Orthop.* 2008;79(5):577-9.
95. The National Hip Fracture Database. Disponible en: <http://www.nhfd.co.uk/20/hipfractureR.nsf/welcome?readform>. Consultado el 8 de junio de 2015.
96. Thorngren KG. National registration of hip fractures. *Acta Orthop.* 2008; 79:580-2.
97. Gjertsen JE, Engesaeter LB, Furnes O, et al. The Norwegian Hip Fracture Register: experiences after the first 2 years and 15,576 reported operations. *Acta Orthop.* 2008; 79:583-93.
98. Scottish Hip Fracture Audit. Disponible en: <http://www.shfa.scot.nhs.uk>. Consultado el 8 de junio de 2015.
99. Fragility fracture registries in North America. Disponible en: <http://fragilityfracturenetwork.org/global-regions/north-america/fragility-fracture-registries-in-north-america/>. Consultado el 8 de junio de 2015.
100. Hip Fracture Registry. Disponible en: http://www.kpimplantregistries.org/registries/Hip_Fracture.htm. Consultado el 8 de junio de 2015.
101. Australian & New Zealand Hip Fracture registry. Disponible en: <http://www.anzhfr.org/> Consultado el 8 de junio de 2015.

102. National Hip Fracture Database (NHFD) annual report 2014. Disponible en: [http://www.nhfd.co.uk/20/hipfractureR.nsf/vwcontent/2014reportPDFs/\\$file/NHFD2014SummaryReport.pdf?OpenElement](http://www.nhfd.co.uk/20/hipfractureR.nsf/vwcontent/2014reportPDFs/$file/NHFD2014SummaryReport.pdf?OpenElement). Consultado el 8 de junio de 2015.
103. NICE quality standard [QS16]. Disponible en: <http://www.nice.org.uk/guidance/QS16>. Consultado el 8 de junio de 2015.
104. Patel NK, Sarraf KM, Joseph S, Lee C, Middleton FR. Implementing the National Hip Fracture Database: An audit of care. *Injury*. 2013; 44:1934-9.
105. Pitzul KB, Munce SE, Perrier L, et al. Quality indicators for hip fracture patients: a scoping review protocol. *BMJ Open*. 2014; 4:e006543.
106. Gordon PC. The probability of death following a fracture of the hip. *Can Med Assoc J*. 1971; 105:47-51.
107. Kolind-Sorensen V. Mortality in intertrochanteric fracture of the femoral neck. *Acta Orthop Scand*. 1975; 46:654-6.
108. Vestergaard P, Rejnmark L, Mosekilde L. Loss of life years after a hip fracture. *Acta Orthop*. 2009; 80:525-30.
109. Finnes TE, Meyer HE, Falch JA, Medhus AW, Wentzel-Larsen T, Lofthus CM. Secular reduction of excess mortality in hip fracture patients >85 years. *BMC Geriatr*. 2013; 13:25.
110. Abrahamsen B, van Staa T, Ariely R, Olson M, Cooper C. Excess mortality following hip fracture: a systematic epidemiological review. *Osteoporos Int*. 2009; 20:1633-50.
111. Omsland TK, Emaus N, Tell GS, et al. Mortality following the first hip fracture in Norwegian women and men (1999-2008). A NOREPOS study. *Bone*. 2014; 63:81-6.
112. Kannegaard PN, van der Mark S, Eiken P, Abrahamsen B. Excess mortality in men compared with women following a hip fracture. National analysis of comedications, comorbidity and survival. *Age Ageing*. 2010; 39:203-9.
113. Haentjens P, Magaziner J, Colón-Emeric CS, et al. Meta-analysis: excess mortality after hip fracture among older women and men. *Ann Intern Med*. 2010; 152:380-90.
114. Miller RR, Cappola AR, Shardell MD, et al. Persistent changes in interleukin-6 and lower extremity function following hip fracture. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006; 61:1053-8.

115. Thwaites JH, Mann F, Gilchrist N, Frampton C, Rothwell A, Sainsbury R. Shared care between geriatricians and orthopaedic surgeons as a model of care for older patients with hip fractures. *N Z Med J.* 2005; 118:U1438.
116. Adunsky A, Lerner-Geva L, Blumstein T et al. Improved survival of hip fracture patients treated within a comprehensive geriatric hip fracture unit compared with standard of care treatment. *J Am Med Dir Assoc.* 2011; 12:439-44.
117. Kates SL, Mendelson DA, Friedman SM. The value of an organized fracture program for the elderly: early results. *J Orthop Trauma.* 2011; 25:233-7.
118. van Zeeland ML, Genovesi IP, Mulder JW, Strating PR, Glas AS, Engel AF. POSSUM predicts hospital mortality and long-term survival in patients with hip fractures. *J Trauma.* 2011; 70:E67-72.
119. Chatterton BD, Moores TS, Ahmad S, Cattell A, Roberts PJ. Cause of death and factors associated with early in-hospital mortality after hip fracture. *Bone Joint J.* 2015; 97-B:246-51.
120. Khan MA, Hossain FS, Ahmed I, Muthukumar N, Mohsen A. Predictors of early mortality after hip fracture surgery. *Int Orthop.* 2013; 37:2119-24.
121. Deakin DE, Boulton C, Moran CG. Mortality and causes of death among patients with isolated limb and pelvic fractures. *Injury.* 2007; 38:312-7.
122. Foss NB, Kehlet H. Mortality analysis in hip fracture patients: implications for design of future outcome trials. *Br J Anaesth.* 2005; 94:24-9.
123. Roche JJ, Wenn RT, Sahota O, Moran CG. Effect of comorbidities and postoperative complications on mortality after hip fracture in elderly people: prospective observational cohort study. *BMJ.* 2005; 331:1374.
124. Vestergaard P, Rejnmark L, Mosekilde L. Increased mortality in patients with a hip fracture-effect of pre-morbid conditions and post-fracture complications. *Osteoporos Int.* 2007; 18:1583-93.
125. Guyatt GH, Haynes RB, Jaeschke RZ, et al. Users' guide to the medical literature: XXV. Evidence-based medicine: principles for applying the users' guides to patient care. Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA.* 2000; 284:1290-6.
126. Steyerberg EW. *Clinical prediction models.* New York: Springer; 2009. p. 2.
127. Núñez E, Steyerberg EW, Núñez J. Estrategias para la elaboración de modelos estadísticos de regresión. *Rev Esp Cardiol.* 2011; 64:501-7.

128. Evaluación de los modelos de regresión logística (no condicional). Material docente de la Unidad de Bioestadística Clínica. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Disponible en: http://www.hrc.es/bioest/Reglog_10.html. Consultado el 8 de junio de 2015.
129. Bouwmeester W, Zuithoff NP, Mallett S, et al. Reporting and methods in clinical prediction research: a systematic review. *PLoS Med.* 2012; 9:1-12.
130. Hemingway H, Croft P, Perel P, et al; PROGRESS Group. Prognosis research strategy (PROGRESS) 1: a framework for researching clinical outcomes. *BMJ.* 2013; 346:e5595.
131. MRC PROGnosis RESearch Strategy Partnership. Disponible en: <http://progress-partnership.org>. Consultado el 8 de junio de 2015.
132. Elliott J, Beringer T, Kee F, Marsh D, Willis C, Stevenson M. Predicting survival after treatment for fracture of the proximal femur and the effect of delays to surgery. *J Clin Epidemiol.* 2003; 56:788-95.
133. López-Rodríguez FJ, González-Santos JM, Dalmau MJ, Bueno M. Cirugía cardíaca en el anciano: comparación de resultados a medio plazo entre octogenarios y ancianos de 75 a 79 años. *Rev Esp Cardiol.* 2008; 61:579-88.
134. Zubillaga Garmendia G, Sánchez haya E, Benavente Claveras J, et al. Neumonía en el anciano mayor de 80 años con ingreso hospitalario. *An Med Interna (Madrid).* 2008; 25: 117-21.
135. Karres J, Heesakkers NA, Ultee JM, Vrouwenraets BC. Predicting 30-day mortality following hip fracture surgery: evaluation of six risk prediction models. *Injury.* 2015; 46:371-7.
136. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis.* 1987; 40:373-83.
137. Mohamed K, Copeland GP, Boot DA, et al. An assessment of the POSSUM system in orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Br.* 2002; 84:735-9.
138. Hirose J, Mizuta H, Ide J, Nomura K. Evaluation of estimation of physiologic ability and surgical stress (E-PASS) to predict the postoperative risk for hip fracture in elder patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008; 128:1447-52.

139. Siontis GC, Tzoulaki I, Castaldi PJ, Ioannidis JP. External validation of new risk prediction models is infrequent and reveals worse prognostic discrimination. *J Clin Epidemiol.* 2015; 68:25-34.
140. Moppett IK, Parker M, Griffiths R, Bowers T, White SM, Moran CG. Nottingham Hip Fracture Score: longitudinal and multi-assessment. *Br J Anaesth.* 2012; 109:546-50.
141. Hu F, Jiang C, Shen J, Tang P, Wang Y. Preoperative predictors for mortality following hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. *Injury.* 2012; 43:676-85.
142. Davis FM, Woolner DF, Frampton C, et al. Prospective, multi-centre trial of mortality following general or spinal anaesthesia for hip fracture surgery in the elderly. *Br J Anaesth.* 1987; 59:1080–8.
143. Pioli G, Barone A, Giusti A, et al. Predictors of mortality after hip fracture: results from 1-year follow-up. *Aging Clin Exp Res.* 2006; 18:381-7.
144. Castronuovo E, Pezzotti P, Franzo A, Di Lallo D, Guasticchi G. Early and late mortality in elderly patients after hip fracture: a cohort study using administrative health databases in the Lazio region, Italy. *BMC Geriatr.* 2011; 11:37.
145. Saklad M. Grading of patients for surgical procedures. *Anesthesiology* 1941; 2:281-4.
146. Babyak MA. What you see may not be what you get: a brief, nontechnical introduction to overfitting in regression-type models. *Psychosom Med.* 2004; 66:411-21.
147. Easterlin MC, Chang DC, Wilson SE. A practical index to predict 30-day mortality after major amputation. *Ann Vasc Surg.* 2013; 27:909-17.
148. Gupta H, Gupta PK, Schuller D, et al. Development and validation of a risk calculator for predicting postoperative pneumonia. *Mayo Clin Proc.* 2013; 88:1241-9.
149. Dayama A, Pimple P, Badrinathan B, et al. Activities of daily living is a critical factor in predicting outcome after carotid endarterectomy in asymptomatic patients. *Stroke.* 2014; 45:1703-8.
150. Inouye SK, Peduzzi PN, Robison JT et al. Importance of Functional Measures in Predicting Mortality Among Older Hospitalized Patients. *JAMA.* 1998; 279:1187-93.
151. Robert Audi, editor. *The Cambridge Dictionary of Philosophy* (2nd Edition). New York: Cambridge University Press; 1999. p. 629. Disponible en:

<http://stoa.usp.br/rdeangelo/files/1/10954/Cambridge+Dictionary+of+Philosophy.pdf>.

Consultado el 8 de junio de 2015.

152. Albert Einstein. On the Method of Theoretical Physics. *Philosophy of Science*. 1934; 1:163-9. Disponible en: https://www.stmarys-ca.edu/sites/default/files/attachments/files/On_The_Method_of_Theoretical_Physics.pdf. Consultado el 8 de junio de 2015.

153. Rushton PR, Reed MR, Pratt RK. Independent validation of the Nottingham Hip Fracture Score and identification of regional variation in patient risk within England. *Bone Joint J*. 2015; 97-B:100-3.

154. Kau CY, Kwek EB. Can Preoperative Scoring Systems be Applied to Asian Hip Fracture Populations? Validation of the Nottingham Hip Fracture Score (NHFS) and Identification of Preoperative Risk Factors in Hip Fractures. *Ann Acad Med Singapore*. 2014; 43:448-53.

155. Fisher AA, Southcott EK, Srikusalanukul W, et al. Relationships between myocardial injury, all-cause mortality, vitamin D, PTH, and biochemical bone turnover markers in older patients with hip fractures. *Ann Clin Lab Sci*. 2007; 37:222–32.

156. Furlaneto ME, Garcez-Leme LE. Impact of delirium on mortality and cognitive and functional performance among elderly people with femoral fractures. *Clinics (Sao Paulo)*. 2007; 62:545–52.

157. Dawson-Bowling S, Chettiar K, Cottam H, et al. Troponin T as a predictive marker of morbidity in patients with fractured neck of femur. *Injury*. 2008; 39:775–80.

158. Alzahrani K, Gandhi R, Davis A, Mahomed N. In-hospital mortality following hip fracture care in southern Ontario. *Can J Surg*. 2010; 53:294–8.

159. Pages E, Cuxart A, Iborra J, et al. Factors associated with mortality and gait impairment in elderly patients with hip fractures. *Med Clin (Barc)*. 1998; 110:687–91.

160. Bhandari M, Sprague S, Schemitsch EH; International Hip Fracture Research Collaborative. Resolving controversies in hip fracture care: the need for large collaborative trials in hip fractures. *J Orthop Trauma*. 2009; 23:479-84.

ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

5. ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ASA: American Society of Anaesthesiologists physical status classification

AUC: Area Under the Curve (área bajo la curva)

AVD-B: Actividades de la Vida Diaria Básicas

COT: Cirugía Ortopédica y Traumatología

DE: Desviación estándar

DM: Diabetes Mellitus

EKG: Electrocardiograma

EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

EQ-5D: EuroQol-5D

FAC: Functional Ambulation Classification

Hª: Historia

Hb: Hemoglobina

HGUGM: Hospital General Universitario Gregorio Marañón

HR: Hazzard Ratio

HTA: Hipertensión arterial

IAM: Infarto Agudo de Miocardio

IC: Intervalo de confianza

ICC: Insuficiencia Cardíaca Congestiva

ICD-9: International Classification of Diseases, 9th Revision

ITU: Infección del Tracto Urinario

IRC: Insuficiencia Renal Crónica

MMTS: Mini-Mental Test Score

NHFS: Nottingham Hip Fracture Score

NICE: National Institute for Health and Care Excellence

NRL: Neurológica

Nº: Número

OR: Odds Ratio

Qx: Quirúrgico/a

Rhb: Rehabilitación

ROC: Receiver Operating Characteristic, o Característica Operativa del Receptor

SIDA: Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida

sO₂c: Saturación de Oxígeno

TA: Tensión arterial

Tª: Temperatura

TEP: Tromboembolismo Pulmonar

TVP: Trombosis Venosa Profunda

T/T: Turno de Tarde

T/M: Turno de Mañana

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos

UK: United Kingdom (Reino Unido)

UME: Unidad de Media Estancia

UOG: Unidad de Orto geriatría

VGI: Valoración Geriátrica Integral

WC: Servicio

RESÚMEN

TRATAMIENTO INTEGRAL DE LA FRACTURA DE CADERA EN EL ANCIANO: MODELO PREDICTIVO DE MORTALIDAD INTRAHOSPITALARIA

M^a Loreto Álvarez Nebreda

INTRODUCCIÓN

La fractura de cadera en el anciano, en su mayor parte de origen osteoporótico, es la causa más frecuente de ingreso en los servicios de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

A pesar de los programas de prevención, el número de ingresos por fractura de cadera aumentará en los próximos años debido al envejecimiento poblacional. Se trata de una patología no solo frecuente sino de notables consecuencias, como un aumento de morbilidad, un mayor deterioro funcional, un aumento del riesgo de institucionalización y conlleva un coste elevado para el sistema sanitario. Además, aumenta el riesgo de mortalidad, tanto intrahospitalaria, como tras el alta, incluso años después de sufrir la fractura.

Aproximadamente un 5% de los pacientes ancianos que ingresan con fractura de cadera fallece en el hospital y hasta un 12% lo hace en el primer mes tras la fractura. Estudios previos, de metodología muy heterogénea, han investigado qué factores se relacionan con fallecer durante la hospitalización. Sin embargo, solo unos pocos han intentado modelizar esa relación con la intención de predecir mortalidad, es decir, construir un modelo estadístico con diferentes variables presentes al ingreso, para predecir el riesgo que tiene un paciente determinado de fallecer durante la hospitalización.

Por este motivo, esta tesis doctoral tiene como objetivo desarrollar un modelo predictivo de mortalidad intrahospitalaria en pacientes ancianos que ingresan por fractura de cadera.

OBJETIVOS

El objetivo principal es crear y validar un modelo predictivo de mortalidad intrahospitalaria en pacientes ancianos con fractura de cadera.

Los objetivos secundarios son:

- Analizar de forma descriptiva el perfil de los pacientes mayores de 64 años que ingresan en una unidad de fractura de cadera.
- Describir su curso clínico, incluyendo complicaciones, estancia, mortalidad, traslado a centro de rehabilitación y ubicación al alta.

MÉTODOLOGÍA

Se trata de un estudio observacional prospectivo de una cohorte de pacientes mayores de 64 años que ingresaron en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón por fractura de extremidad proximal del fémur (fractura de cadera), extracapsular (pertrocantérea o persubtrocantérea) o intracapsular (subcapital), de septiembre de 2003 hasta abril 2008. La variable objetivo de este estudio, la que se intenta predecir con el modelo, es la mortalidad intrahospitalaria. Las variables consideradas como posibles predictores de mortalidad intrahospitalaria fueron seleccionadas tras una revisión exhaustiva de la literatura y tras el análisis de nuestra propia muestra. Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo de toda la muestra, estratificado por género. Posteriormente, se realizó un análisis univariante para comparar las características de los pacientes fallecidos y no fallecidos. A continuación se utilizó la regresión logística sin estrategia de modelización como método de creación del modelo pronóstico. La interacción entre covariables fue comprobada formalmente. Se evaluó el funcionamiento del modelo predictor mediante la comprobación de su calibración, discriminación y validación interna del mismo. Por último, se construyó el nomograma, o representación gráfica, del modelo final.

RESULTADOS

Se incluyó un total de 2127 pacientes en el estudio, falleciendo durante su estancia hospitalaria 92 de ellos, lo que supone una mortalidad de 4.3%. Los pacientes que fallecieron eran mayores y en mayor porcentaje varones, que vivían en domicilio con algún miembro de la familia y con peor situación funcional basal y menor independencia en la marcha. Además presentaron una mayor comorbilidad, destacando la mayor presencia de antecedentes de cardiopatía, neoplasia y EPOC. No se observaron diferencias respecto a otras características como el porcentaje de demencias o la institucionalización previa. El 79% de los fallecidos presentó alto riesgo quirúrgico,

ASA III-IV. El 26% de los pacientes que fallecieron esperaron más de una semana a ser operados, el 18% de ellos por inestabilidad clínica preoperatoria. Casi el 98% de los pacientes que fallecieron sufrió alguna complicación médica y un 23% quirúrgica, siendo las más frecuentes el delirium, las alteraciones electrolíticas, la neumonía y la ICC. Además, su estancia media fue significativamente más prolongada.

Tras el análisis de regresión logística sin estrategia de modelización se obtuvo el modelo predictivo final:

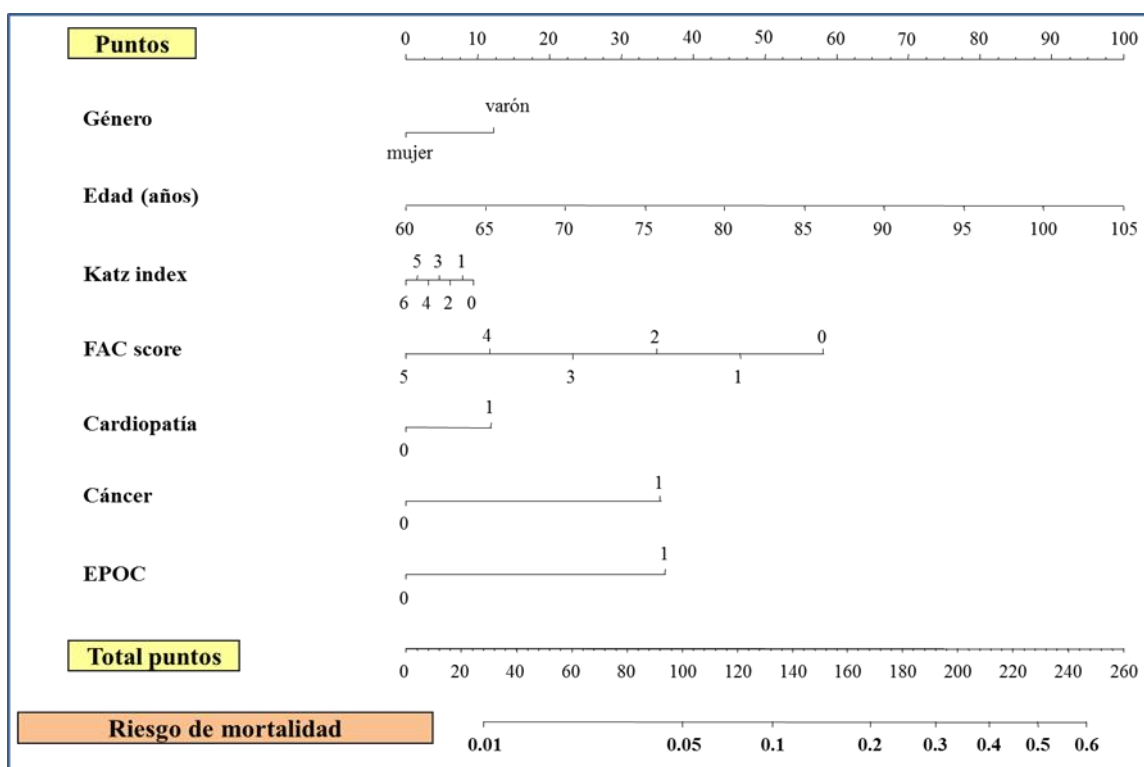
Análisis de regresión logística multivariante con STATA:

exitus	Coef.	Std. Err.	z	P>z	[95% Conf.	Interval]
sexo_0_1	.2788359	.2708913	1.03	0.303	-.2521012	.809773
edad	.0507753	.0161394	3.15	0.002	.0191426	.0824079
cardiopa	.2692987	.2271518	1.19	0.236	-.1759107	.714508
cancer	.8077721	.2551414	3.17	0.002	.3077041	1.30784
epoc	.8239211	.2922998	2.82	0.005	.251024	1.396818
katz_bas	-.0353953	.0713237	-0.50	0.620	-.1751871	.1043966
fac_basa	-.2657599	.097793	-2.72	0.007	-.4574307	-.074089
_cons	-6.737841	1.450608	-4.64	0.000	-9.58098	-3.894702

Dicho modelo presentó una aceptable capacidad discriminativa (AUC: 0.715) y una adecuada calibración ($p= 0.11$) y fue validado internamente mediante técnicas de remuestreo o *bootstrap*.

La representación gráfica del modelo, su nomograma, facilita su aplicación clínica. La probabilidad de fallecer en el hospital de un paciente determinado se obtiene trazando una línea vertical desde cada opción de cada variable a la línea de puntuación parcial (horizontal superior) para conseguir las puntuaciones parciales y, una vez sumadas éstas, volcando el valor final sobre la línea de puntuación total (horizontal inferior) para obtener el riesgo de mortalidad intrahospitalaria del paciente en cuestión.

Nomograma pronóstico de mortalidad intrahospitalaria:



PREMISAS Y CONCLUSIONES:

- Es importante disponer de herramientas pronósticas que nos ayuden a estimar el riesgo de mortalidad en ancianos que ingresan por fractura de cadera y no solo nos aporten información sino que nos ayuden a intervenir sobre posibles factores modificables.
- Esas herramientas son los modelos predictivos, o fórmulas matemáticas que se sirven de determinadas variables para predecir un resultado.
- Existe poca investigación sobre modelos predictivos de mortalidad en fractura de cadera y los que se han publicado, con frecuencia no se han validado externamente, lo que limita su aplicación práctica en otros centros
- La investigación en pronóstico debe alcanzar las altas exigencias en calidad de otras modalidades, como la investigación sobre terapéutica o la epidemiología genética, mediante el uso de una metodología cuidadosa y sistemática
- El número de variables predictoras candidatas y el método para seleccionarlas influenciará el modelo final multivariable y la interpretación de los resultados. El

mejor método para seleccionar dichas variables es el basado en el conocimiento teórico previo.

CONCLUSIONES

1. El modelo predictivo desarrollado en este trabajo de investigación permite estimar el pronóstico de un paciente anciano que ingresa en el hospital con una fractura de cadera, y hacerlo mediante la consideración de determinadas variables presentes el primer día del ingreso, como son la edad, el género, la independencia para las actividades de la vida diaria y para caminar y los antecedentes de cardiopatía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y neoplasia.
2. El modelo presenta una aceptable discriminación, o habilidad de distinguir entre un paciente de alto riesgo de uno de bajo, y una adecuada calibración o capacidad de realizar estimaciones precisas de la probabilidad del evento, en este caso, la probabilidad de fallecer durante el ingreso. Además, ha sido validado internamente mediante técnicas de remuestreo.
3. La representación gráfica de dicho modelo, bien en forma de nomograma o bien como gráfico de puntuación, nos ayudará a aplicar de forma sencilla esta herramienta pronóstica en nuestra práctica diaria, para informar de manera más precisa y ayudarnos en la toma de decisiones.
4. La validación externa de este modelo predictivo de mortalidad intrahospitalaria en pacientes ancianos con fractura de cadera permitirá extender el uso de esta herramienta pronóstica a nivel local o nacional.

COMPREHENSIVE CARE FOR ELDERLY PATIENTS WITH HIP FRACTURES: PREDICTING MODEL OF IN-HOSPITAL MORTALITY

M^a Loreto Álvarez Nebreda

INTRODUCTION

Hip fracture in elderly patients, mostly due to osteoporosis, is the most frequent cause of admission in Orthopedic Surgery services.

Despite all preventive programs, the number of admissions due to hip fracture will increase in the foreseeable future owing to population ageing. Besides being rather common, this pathology also entails remarkable consequences such as a raise in morbidity, a greater functional impairment, and an increase risk in institutionalization, while also leading to a substantial cost for the health system. In addition, it raises the risk in both in-hospital and after-discharge mortality, even when some years have passed after the fracture.

Around 5% of elderly patients admitted with a hip fracture die within the hospitalization, and up to a 12% die within the first month right after the fracture. Previous studies –which made use of a very heterogeneous methodology- have done some research into the factors related to death occurring during admission. Yet only a few have tried to create a mathematical model with the intention of predicting mortality, that is, to create an statistical model considering a number of variables present at admission, in order to predict the risk of dying during the hospitalization.

For this reason, the PhD thesis aims at developing a predictive model of in-hospital mortality in elderly patients admitted with a hip fracture.

OBJECTIVES

The main objective is to develop and validate a predicting model of in-hospital mortality in elderly patients with a hip fracture

The secondary objectives are:

- To analyze the characteristics of patients older than 64 years who are admitted to an orthogeriatric unit
- To describe their in-hospital clinical outcome, such as complications, length of stay, mortality, rate of transfer to rehabilitation units and final placement

METHODS

This is a prospective longitudinal study of a cohort of elderly patients over the age of 64 who were admitted to the Hospital General Universitario Gregorio Marañón because of an extra or intracapsular hip fracture from September 2003 to April 2008. The main variable, the one we were trying to predict with the model, is in-hospital mortality. The variables which were considered candidate predictors of in-hospital mortality were selected after a careful review of the existent literature and after analyzing our own sample. Firstly, we performed a descriptive analysis of the whole sample, stratified by gender. After that, an univariable analysis was performed to compare basal characteristics of patients by vital status. Next, logistic regression without modelling strategy was used to create the final model. Interaction between covariates was formally checked. The performance measures of the model were assessed: calibration (Hosmer-Lemeshow statistic), discrimination (area under the receiver operating characteristic (ROC) curve (AUC) and internal validation (bootstrapping techniques). From the final model, a prognostic nomogram was finally developed.

RESULTS

2127 patients were included in the study. The in-hospital mortality rate was 4.3%. Significantly, Patients who died in the hospital were older, men, living with family, more dependent for BADL and for walking ability. They had also more comorbidities, mostly heart disease, COPD and malignancy. No differences were observed in other variables as dementia or basal institutionalization. 79% of the patients who died had high surgical risk (ASA score III-IV), they had longer delays in surgery (26% more than a week, 18% of them because of preoperative acute complications). Near 98% of the patients who died developed one or more medical complications, mostly delirium, electrolyte disturbances, pneumonia or heart failure, and 23% developed surgical complications. Patients who died in the hospital had also longer length of stay.

After multivariable logistic regression without modelling strategy, the final predicting model included the following variables: age (5% risk/each year), gender (32% risk in male), previous independence in ADL (4% less risk/1 point) and for walking (23% less risk/each point) and history of heart disease (31% risk), COPD (2.3 times risk) and malignancy (2.2 times risk).

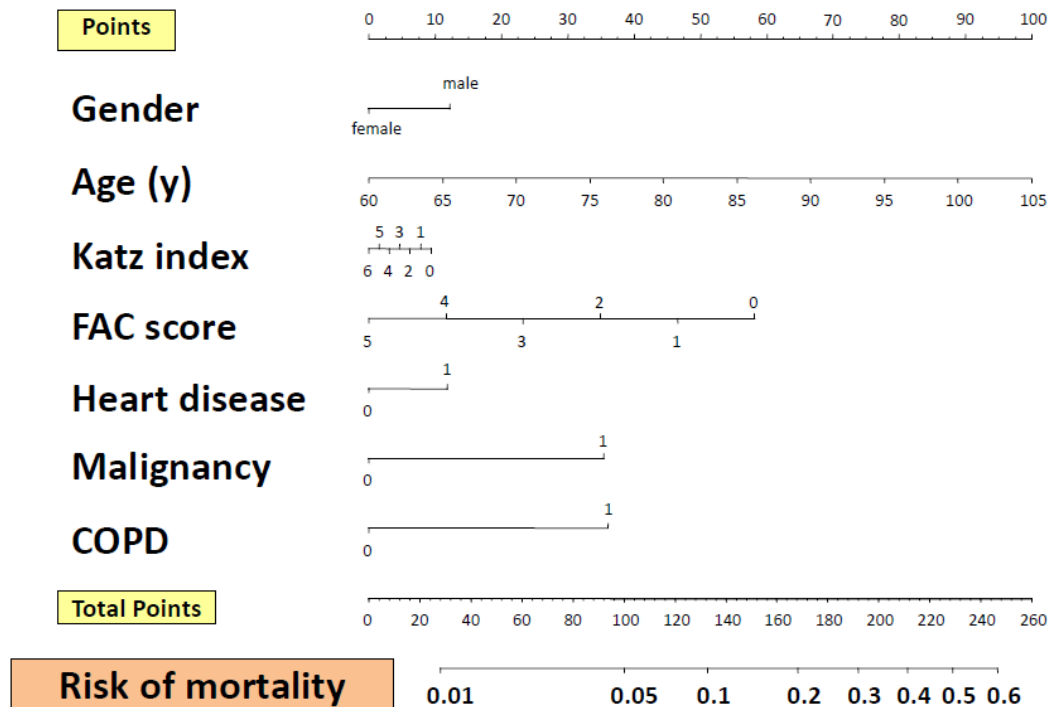
Multivariable logistic regression with STATA:

Variable	Coef.	Std. Err.	z	P>z	[95% Conf.	Interval]
gender	.2788359	.2708913	1.03	0.303	-.2521012	.809773
age	.0507753	.0161394	3.15	0.002	.0191426	.0824079
heart dis	.2692987	.2271518	1.19	0.236	-.1759107	.714508
malignancy	.8077721	.2551414	3.17	0.002	.3077041	1.30784
COPD	.8239211	.2922998	2.82	0.005	.251024	1.396818
katz_index	-.0353953	.0713237	-0.50	0.620	-.1751871	.1043966
FAC score	-.2657599	.097793	-2.72	0.007	-.4574307	-.074089
_cons	-6.737841	1.450608	-4.64	0.000	-9.58098	-3.894702

The calibration was good (probability of Hosmer-Lemeshow test statistic: 0.10) as it was the discrimination (AUC was 0.715) and the model was internally validated by bootstrap.

The nomogram was finally developed to apply the prognostic information for individual patients. The individual risk of in-hospital mortality is obtained by drawing a vertical line from each option of each variable to the partial score bar (superior horizontal) to get all the partial scores and, after adding all of them, drawing another line from the summatory score to the total score bar (inferior horizontal).

Prognostic nomogram of in-hospital mortality:



STATEMENTS AND CONCLUSIONS:

- It seems important to have prognostic tools that help us estimate the risk of in-hospital mortality of elderly patients admitted with a hip fracture. These tools do not only provide us with prognostic information, but also help us design interventions for possible modifiable factors.
- Those tools are called prognostic models, or mathematical formulas that use specific variables to predict a result.
- There are few studies of predictive models of in-hospital mortality in elderly patients with a hip fracture and most of them are not externally validated. This limits its applicability to other settings
- Prognosis research must reach the highest quality level of other types of research, as treatment research or genetic epidemiology, by using a systematic and precise methodology.
- The number of candidate predictive variables and the method to select them will influence the final multivariable model and the interpretation of the results. The best method to select those variables is based in previous theoretical knowledge.

CONCLUSIONS

1. The predictive model developed in this PhD thesis let us accurately estimate at admission the prognosis of an elderly patient with a hip fracture, through consideration of multiple characteristics, including age, gender, previous independence in ADL and for walking and history of heart disease, COPD or malignancy.
2. The discrimination, or the ability to separate patients with and without the outcome, was good as it was the calibration or the agreement between predicted and observed outcome. Besides, the model has been internally validated through bootstrapping techniques.
3. The prognostic nomogram developed in this study can be easily used to provide more precise prognostic information to patient and relatives and to guide treatment decisions.
4. The external validation of this predictive model in elderly patients admitted with a hip fracture will let us extend its use to national level.