

LA FRAGILIDAD COMO ÍNDICE PREDICTOR EN CIRUGÍA DE COLUMNA

FRAILTY AS A PREDICTOR INDEX IN SPINE SURGERY

FRAGILIDADE COMO ÍNDICE PREDITIVO EM CIRURGIA DE COLUNA

Matías Pereira Duarte^{1,3}, Omar Lencina^{2,4}, Gastón Camino Willhuber^{1,5}, Gonzalo Kido^{1,6}, Julio Bassani^{1,7}, Matías Petracchi^{1,8}, Carlos Alberto Sola^{1,9}, Marcelo Guenberg^{1,10}.

Este trabajo presenta los beneficios de utilizar el Índice de Fragilidad modificado en la consulta pre-quirúrgica de aquellos pacientes candidatos a cirugías electivas de columna vertebral. Aplicando este score a pacientes específicos, los cirujanos responsables pueden informar de una manera más precisa a sus pacientes y a sus familias sobre las potenciales tasas de morbimortalidad de ese paciente en particular. De esta manera gestionar una mejor preparación pre, intra y postquirúrgica de cada individuo, optimizando la utilización de recursos materiales y humanos.

Conceptos clave:

- La relación entre la edad cronológica y la tasa de complicaciones luego de cirugías de columna vertebral no es lineal.

- La edad cronológica no es igual a la biológica o fisiológica ya que las personas envejecen a diferentes velocidades.

- El Índice de Fragilidad modificado cuantifica la fragilidad, siendo útil, práctico y fácilmente reproducible.

- Un puntaje $\geq 0,18$ triplica las probabilidades de una complicación y quintuplica si consideramos complicaciones infecciosas, luego de cirugías espinales de cualquier tipo de complejidad.

Resumen:

Introducción: La fragilidad es un término utilizado para cuantificar la edad fisiológica de los pacientes. Niveles más altos de fragilidad se correlacionan con mayores tasas de complicaciones y mortalidad luego diferentes procedimientos quirúrgicos. El objetivo de este trabajo es evaluar la relación entre la fragilidad y la tasa de complicaciones y mortalidad posterior a cirugías columna electivas dentro de los 90 días.

Material y Métodos: Se realizó un estudio analítico observacional retrospectivo de pacientes mayores de 18 años operados de manera electiva en su columna vertebral. Se analizaron las siguientes variables de manera diferencial según su Índice de Fragilidad modificado (IFm) con punto de corte en 0,18: edad, sexo, índice de masa corporal, score de ASA, detalles de los procedimientos, días de internación, complicaciones, reinternaciones, reoperaciones, y mortalidad dentro de los 90 días postoperatorios.

Resultados: Se incluyeron 257 pacientes. De las 30 complicaciones, 16 ocurrieron en el grupo de los no frágiles (8%) y 14 a pacientes frágiles (24,5%), ($p=0,02$). Seis complicaciones fueron infecciosas en el grupo de pacientes frágiles (10,5%) y 4 en los no frágiles (2%), ($p=0,009$). No se detectaron diferencias significativas en cuanto a la duración de las cirugías, los días de internación, en la tasa de reoperaciones, reinternaciones ni en la mortalidad.

Conclusión: Los pacientes operados electivamente de columna con un Índice de Fragilidad Modificado $\geq 0,18$ presentaron una probabilidad 3 veces mayor de presentar complicaciones, particularmente infecciosas.

Nivel de Evidencia III

Palabras clave: fragilidad; columna vertebral; complicaciones postoperatorias; mortalidad.

Abstract:

Introduction: Frailty is a term used to quantify the physiological age of patients. Higher levels of frailty correlate with higher complications and mortality rates after different surgical procedures. The objective of this work is to evaluate the relationship between frailty and the complications and mortality rates after elective spinal surgeries within 90 days.

Material and Methods: A retrospective observational analytical study of patients older than 18 years with elective spine surgery was performed. The following variables were analyzed differentially according to their Modified Frailty Index (mFI) with a cut-off point of 0,18: age, sex, body mass index, ASA score, details of the procedures, length of stay, complications, unscheduled rehospitalizations, reoperations, and mortality within 90 postoperative days.

Results: 257 patients were included. Within the 30 complications, 16 occurred in the non-frail group (8%) and 14 in frail patients (24.5%), ($p=0.02$). Six complications were infectious in the group of frail patients (10.5%) and 4 in the non-frail patients (2%), ($p=0.009$). No significant differences were detected regarding the duration of surgeries, the length of stay or the reoperations, re-hospitalizations or mortality rates.

Conclusion: Patients with a modified Frailty Index $\geq 0,18$ who underwent elective spine surgery were 3 times more likely to present complications, particularly, infectious ones.

Level of Evidence III

Keywords: frailty; spine; postoperative complication; mortality.

Resumo

Introdução: Fragilidade é um termo usado para quantificar a idade fisiológica dos pacientes. Níveis mais elevados de fragilidade se correlacionam com maiores taxas de complicações e mortalidade após diferentes procedimentos cirúrgicos. O objetivo deste trabalho é avaliar a relação entre fragilidade e taxa de complicações e mortalidade após cirurgias eletivas de coluna em 90 dias.

Material e métodos: Foi realizado um estudo analítico observacional retrospectivo de pacientes com mais de 18 anos de idade submetidos a cirurgias eletivas na coluna vertebral. As seguintes variáveis foram analisadas diferencialmente de acordo com seu Índice de Fragilidade Modificado (IFm) com ponto de corte de 0,18: idade, sexo, índice de massa corporal, score ASA, detalhes dos procedimentos, dias de internação, complicações, readmissões, reoperações e mortalidade em 90 dias de pós-operatório.

Resultados: 257 pacientes foram incluídos. Das 30 complicações, 16 ocorreram no grupo não frágil (8%) e 14 em pacientes frágeis (24,5%), ($p=0,02$). Seis complicações foram infecciosas no grupo de pacientes frágeis (10,5%) e 4 nos não frágeis (2%), ($p=0,009$). Não foram detectadas diferenças significativas em termos de duração das cirurgias, dias de internação, taxa de reoperações, reinternações ou mortalidade.

Conclusão: Pacientes da coluna operados eletivamente com Índice de Fragilidade Modificado $\geq 0,18$ tiveram 3 vezes mais chance de apresentar complicações, principalmente infecciosas.

Nível de evidência III

Palavras-chave: fragilidade; coluna vertebral; complicações pós-operatórias; mortalidade.

1- Sector Patología de Raquis del Adulto, Servicio de Ortopedia y Traumatología "Prof. Dr. Carlos E. Ottolenghi", Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

2- Servicio de Ortopedia y Traumatología, Clínica Centro, Junín, Argentina.

3- E-mail de contacto: m.pereiraduarte@hotmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5652-2631>

4- ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1190-7364>

5- ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5684-7679>

6- ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5521-7918>

7- ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3340-8606>

8- ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7350-1816>

9- ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9606-2107>

10- ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7681-7058>

Recibido: 2020-09-22 Aceptado: 2021-02-28

DOI: <http://dx.doi.org/10.31053/1853.0605.v78.n1.30371>



© Universidad Nacional de Córdoba

Introducción

Es sabido que mientras la cantidad de cirugías espinales aumenta año tras año⁽¹⁾, la tasa de complicaciones se mantiene entre el 13 y el 40%⁽²⁾. Esta situación ha impulsado a que profesionales de diferentes especialidades quirúrgicas y ortopédicas se empeñen en diseñar sistemas de estratificación de riesgos que puedan predecir la probabilidad de complicaciones y mortalidad luego de determinados procedimientos. Históricamente, se han utilizado con este fin el score de la Sociedad Americana de Anestesiólogos (American Society of Anesthesiologists, ASA)⁽³⁻⁶⁾ y la edad de los pacientes⁽⁷⁾. Sin embargo, en cirugías de columna, el score de ASA ha obtenido resultados contradictorios como herramienta predictora⁽⁸⁻⁹⁾ y se ha reportado que la edad no guarda una relación lineal con las complicaciones⁽⁷⁻¹⁰⁾, ya que la salud tiende a deteriorarse a diferentes velocidades en cada persona, con la consecuente discrepancia entre la edad fisiológica y la cronológica. Para cuantificar la edad fisiológica se ha desarrollado el concepto de fragilidad y sus índices, los cuales resultaron ser mejores predictores de eventos adversos perioperatorios que la edad cronológica aislada y el score de ASA^(1,10-11).

La fragilidad fue definida como un síndrome médico con múltiples causas y factores que se caracteriza por la disminución progresiva de la fuerza, la resistencia y las funciones fisiológicas, físicas y mentales, que aumentan la vulnerabilidad de un individuo para desarrollar una mayor dependencia y/o muerte⁽¹²⁻¹⁶⁾. Existen 3 categorías generales de medidas de fragilidad: 1) las definiciones regladas, 2) la sumatoria de deficiencias⁽¹⁷⁾ y 3) las clasificaciones operacionales⁽¹²⁾. El Índice de Fragilidad modificado (IFm), desarrollado por Saxton and Velanovich⁽¹⁸⁾, utiliza 11 de las 70 variables dicotómicas utilizadas en el Canadian Study of Health and Aging Frailty Index (CSHA-FI), score que cuantifica los déficits acumulativos en los dominios físicos, cognitivos, funcionales y sociales⁽¹⁹⁻²⁰⁾. El IFm posee un valor predictivo similar al score original⁽²¹⁾ y ha sido validado en diferentes estudios^(1,22-25). Una mayor fragilidad medida por medio del IFm se asoció a tasas mayores de complicaciones postoperatorias, mortalidad y estadías hospitalarias más largas luego de cirugías de columna en diferentes subgrupos poblacionales^(1,4-5,26-31).

El objetivo de este trabajo es evaluar la utilidad del IFm como predictor de complicaciones, mortalidad y estadía hospitalaria dentro de los 90 días posteriores a cirugías electivas de columna en nuestra institución.

Materiales y Métodos

Previa aprobación por el Comité de Ética de nuestra Institución se desarrolló un estudio analítico observacional de una cohorte retrospectiva de pacientes operados por el servicio de Patología de Raquis del Adulto. Se incluyeron todos los pacientes mayores de 18 años, operados de manera electiva entre el 1 de junio de 2018 y el 31 de mayo del 2019. Se excluyeron: a) todos los pacientes que no presentaran una historia clínica completa hasta el punto de corte de la evaluación (90 días postoperatorios), b) aquellas cirugías de emergencia o no electivas, c) pacientes que presentaban heridas abiertas al momento del procedimiento, sepsis o neumonía concurrentes, d) pacientes que hayan requerido una reanimación cardiopulmonar recientemente o una cirugía previa no electiva dentro de los 30 días previos, e) pacientes con patología traumática aguda, con proceso neoplásico o infeccioso a nivel de su columna vertebral⁽¹⁾.

Se analizaron las siguientes variables obtenidas desde la historia clínica electrónica: edad, sexo, índice de masa corporal (IMC) (ésta variable se estratificó en 1) <30 kg/m², 2) 30-40 kg/m² y 3) ≥40 kg/m²), clasificación de ASA⁽³⁾, el Índice de Fragilidad modificado (IFm)⁽¹⁸⁾ (Tabla 1), duración de cirugía (minutos), detalles de los procedimientos realizados (separados por su complejidad según lo propuesto por Camino Willhuber y cols.⁽²⁾), días de internación, complicaciones (neumonía, sepsis, trombosis venosa profunda (TVP), tromboembolismo pulmonar (TEP), complicación de herida, infección profunda, complicación del sistema nervioso central (SNC), shock séptico, paro cardíaco, insuficiencia renal aguda (IRA), infección del tracto urinario (ITU)), reinternaciones no programadas, reoperaciones, y mortalidad. Se registraron todas estas variables ocurridas dentro del período seguimiento establecido de 90 días postoperatorios a la intervención original.

Tabla N°1: Índice de Fragilidad modificado según Saxton and Velanovich⁽¹⁸⁾ (Si/No)

-	Antecedente de Diabetes
-	Estatus funcional quirúrgico (no independiente): 0 = Independiente: el paciente no requiere asistencia de otra persona para ninguna actividad de la vida diaria (AVD) o parcialmente dependiente: el paciente requiere ayuda de otra persona para las AVD; 1= totalmente dependiente: el paciente requiere asistencia total para todas las AVD,
-	Antecedente de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) o neumonía
-	Antecedente de Insuficiencia Cardíaca Congestiva (ICC)
-	Antecedente de Infarto Agudo de Miocardio (IAM)
-	Antecedente de Stenning, intervención coronaria percutánea o angor.
-	Antecedente de Hipertensión Arterial (HTA) que requiere medicación
-	Antecedente de enfermedad vascular periférica o dolor isquémico en reposo.
-	Antecedente de Deterioro del sensorio
-	Antecedente de Accidente Isquémico Transitorio (AIT) o Accidente cerebro Vascular (ACV)
-	Antecedente de ACV con déficit neurológico.

Análisis estadístico

Para fines del análisis estadístico, se realizó una división de los pacientes en dos cohortes según su puntaje del IFm. Todos aquellos pacientes con un puntaje $\geq 0,18$, pacientes que presentaron 2 o más comorbilidades, se incluyeron en el grupo de los pacientes frágiles, aquellos con un puntaje menor fueron considerados no frágiles. Este punto de corte de 0,18 fue seleccionado junto con el equipo de estadística en base al número de pacientes de la serie y a los trabajos previamente publicados^(5,22,24,32-33).

En el análisis descriptivo los datos continuos fueron presentados como media y sus rangos, o mediana (rango intercuartil), acorde a distribución, y las categóricas como frecuencias absolutas y relativas.

Se estimó la incidencia de complicaciones. Se realizó un análisis de regresión logística múltiple considerando como variable de resultado las complicaciones totales e infecciosas. En todos los casos se consideró un nivel de significancia del 5% ($p = < 0,05$). Se utilizó el software STATA versión 13.

Resultados

Durante el período analizado se realizaron 322 cirugías de raquis en el Servicio de Ortopedia y Traumatología de nuestro Hospital. Sesenta y cinco (65) procedimientos fueron excluidos luego de la revisión de los casos, 20 de ellos por ser patología oncológica, 21 de causa traumática, 21 de causa infecciosa y 3 urgencias relacionadas con procedimientos previos. Doscientos cincuenta y siete (257) pacientes fueron incluidos en nuestra serie.

Información Demográfica

El promedio de edad de toda la muestra fue de 62,5 años (rango de 18 a 92 años), 126 pacientes fueron de sexo masculino (49%) y 131 femeninos. Ajustando la muestra al IFm, los pacientes frágiles fueron significativamente mayores ($p = < 0,001$), presentaron puntajes más altos del score de ASA ($p = < 0,001$), un IMC significativamente más alto ($p = < 0,001$) que los pacientes con menor IFm y porcentualmente predominaron los hombres en este grupo (60% vs 40%) ($p = 0,003$) (Tabla 2).

Tabla N° 2: Datos Demográficos

	Total	%	IFm <0,18		IFm $\geq 0,18$		p
			Total	%	Total	%	
N	257		200		57		
Edad	62,5	18-92	59,8		72,2		< 0,001
Sexo							
Hombres	126	49	92	46	34	60	0,003
Mujeres	131	51	108	54	23	40	
ASA							
1	32	12,5	32	16	0	0	< 0,001
2	176	68,5	152	76	24	42	
3	48	18,7	16	8	32	56	
4	1	0,3	-	-	1	2	
IMC	27,9	17,7-44,6	27,3		29,9		< 0,001
<30 mg/m2	183	71	152	76	31	54,4	0,003
30-40 mg/m2	72	28	46	23	26	45,5	
>40 mg/m2	2	1	2	1	-	-	

ASA = Sociedad Americana de Anestesiólogos; IMC = Índice de Masa Corporal

Tabla 2 - Detalles de datos demográficos: edad, sexo, score de ASA e IMC. Expresado en valores totales y relativos (porcentual) ajustados al IFm.

Índice de Fragilidad modificado

El valor promedio del IFm fue de 0,09, esto significa que en promedio todos los pacientes tenían al menos un factor de riesgo: ciento cinco (105) pacientes (40,9%) obtuvieron un puntaje de 0; 95 pacientes (37%) puntuaron 0,09; 38

pacientes (14,8%) alcanzaron un score de 0,18; 10 pacientes (3,9%) uno de 0,27; 5 pacientes (1,9%) uno de 0,36 y 4 pacientes (1,5%) alcanzaron un puntaje de 0,45 para el IFm (Figura 1).

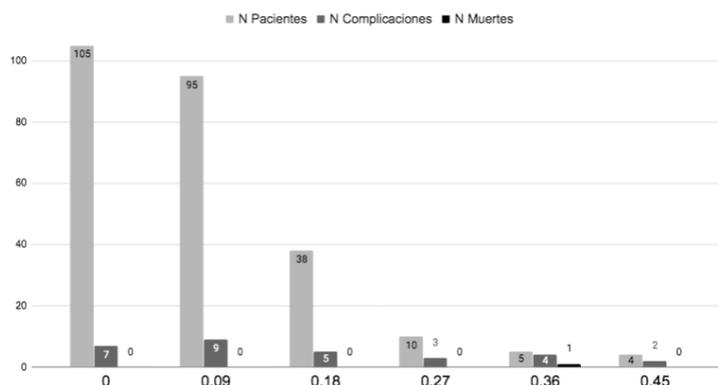


Figura N°1. Índice de Fragilidad modificado (IFm)

Complicaciones

Se documentaron 30 complicaciones (11,7%) dentro de los 90 días posoperatorios, en 25 de los 257 pacientes evaluados. Diez de ellas fueron de índole infecciosa (3,9%). De la totalidad de las complicaciones (30), 16 pertenecieron al grupo de los no frágiles (16/200 = 8%) y 14 se

presentaron en pacientes frágiles (14/57 = 24,5%) (Figura 1). Esta tasa de complicaciones tres veces mayor (8% vs 24,5%) fue estadísticamente significativa $p=0,02$, Odds Ratio 3,7; IC 95% 1,7 - 8,2 (Tabla 3).

Tabla N°3: Complicaciones

	Total	IFm <0,18		IFm ≥ 0,18		p	Odds Ratio
		Total	%	Total	%		
Trombosis Venosa Profunda	-	-	-	-	-		
Tromboembolismo Pulmonar	-	-	-	-	-		
Complicaciones de Herida	8	7	3,5	1	1,8	0,813	
Complicaciones del SNC	3	2	1	1	1,8	1	
Paro Cardíaco	2	-	-	2	3,5	0,071	
Insuficiencia Renal Aguda	7	3	1,5	4	7	0,072	
Neumonía	1	-	-	1	1,8	0,502	
Sepsis	1	-	-	1	1,8	0,502	
Infección Profunda	3	2	1	1	1,8	1	
Shock Séptico	1	-	-	1	1,8	0,502	
Infección del Tracto Urinario	4	2	1	2	3,5	0,457	
Total Complicaciones	30	16	8	14	24,5	0,02	3,7 (IC 95% 1,7-8,2)
Total Complicaciones Infecciosas	10	4	2	6	10,5	0,009	5,7 (IC 95% 1,5-21,2)

Tabla 3 - Detalles de complicaciones individuales y totales, segregando complicaciones infecciosas, ajustadas por IFm con sus valores netos y relativos (porcentuales). Mediante regresión logística se obtuvo el OR de estas variables. Referencias: SNC = Sistema Nervioso Central.

Se analizaron de manera diferencial las complicaciones infecciosas (neumonía, sepsis, shock séptico, infección profunda de herida e ITU) y se detectó una diferencia significativa $p=0,009$ en esta subdivisión, Odds Ratio 5,7; IC 95% 1,5 - 21,2, con 6 complicaciones en el grupo de pacientes Frágiles (6/57 = 10,5%) y 4 en los No Frágiles (4/200 = 2%).

Duración y tipo de cirugías

La duración promedio de todas las cirugías fue de 154 minutos (rango desde 25 a 600 minutos) (Tabla 4). Las

características de los procedimientos totales ajustados según el IFm y según la complejidad se enumeran en la Tabla 5. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la duración de los procedimientos ($p=0,301$) ni en el número de procedimientos dentro de las 3 categorías de complejidad de las intervenciones ($p=0,087$; $p=0,237$; $p=0,053$), demostrando que los subgrupos son homogéneos para la comparación en estas variables.

Tabla N° 4: Detalles Intra y Postoperatorios, Mortalidad.

	Total	%	IFm <0,18		IFm ≥ 0,18		p
			Total	%	Total	%	
Duración de la Cirugía (min)	154	25-600	120	25-535	135	30-600	0,301
Días de Internación	2	1-22	1		2		0,115
Reoperaciones	18	7	15	7,5	3	5,3	0,772
Reinternaciones	20	8	16	8,1	4	7,4	1
Mortalidad	1	0,4	0	0	1	2	0,497

Tabla 4 - Detalles intra y postoperatorios, con tasas de reoperaciones, reinternaciones no programadas y mortalidad dentro de los 90 días, ajustados por IFm con sus valores netos y relativos (porcentuales). Referencia: min = minutos.

Tabla N° 5: Detalles de Procedimientos

	Total	%	IFm <0,18		IFm ≥ 0,18		p
			Total	%	Total	%	
Baja complejidad	135	52,5	107	53,5	28	49	0,087
Descompresión cervical simple (Foraminotomía)	3	1,2	2	1	1	1,75	
Laminectomía Cervical	2	0,8	1	0,5	1	1,75	
Microdiscectomía / Revisión Microdiscectomía	49	19	44	22	5	8,75	
Discoplastia	31	12	23	11,5	8	14	
Descompresión Lumbar (Laminectomía, Foraminotomía)	43	16,8	33	16,5	10	17,5	
Descompresión Lumbar + Discoplastia	7	2,7	4	2	3	5,25	
Complejidad Intermedia	99	38,6	76	38	23	40,5	0,237
Laminoplastia Cervical	3	1,2	3	1,5	-	-	
Artrodesis Cervical Vía Posterior +/- Descompresión	8	3,1	8	4	-	-	
Artrodesis Cervical Vía Anterior	10	3,9	6	3	4	7	
Descompresión Lumbar + Artrodesis Vía Posterior(+/- TLIF)	48	18,7	33	16,5	15	26,5	
Artrodesis torácica	1	0,4	1	0,5	-	-	
Artrodesis Lumbar Vía Anterior (ALIF, OLIF, XLIF)	22	8,6	19	9,5	3	5,25	
Extracción de Osteosíntesis	7	2,7	6	3	1	1,75	
Alta Complejidad	23	8,9	17	8,5	6	10,5	0,053
Doble Abordaje Cervical	2	0,8	2	1	-	-	
Doble Abordaje Lumbar	6	2,3	2	1	4	7	
Revisión de Artrodesis / Osteotomías	15	5,8	13	6,5	2	3,5	
TOTAL	257	100	200	100	57	100	

IFm= Índice de Fragilidad Modificado; TLIF= Transforaminal Lumbar Interbody Fusion; ALIF= Anterior Lumbar Interbody Fusion; OLIF= Oblique Lumbar Interbody Fusion; XLIF= Extreme Lateral Lumbar Interbody Fusion.

Tabla 5 - Detalle de los Procedimientos quirúrgicos realizados. Se estratificó la complejidad de las cirugías según Camino Willhuber y cols.(2) en: 1) Baja (microdiscectomía, discoplastia percutánea, vertebroplastia percutánea, descompresión simple de 1 o 2 niveles lumbar o cervical), 2) Intermedia (descompresión y artrodesis lumbar por vía posterior hasta 4 niveles, laminoplastia, laminectomía y artrodesis cervical hasta 4 niveles, fijación percutánea, artrodesis por vía anterior cervical, dorsal o lumbar [ALIF, anterior lumbar interbody fusion; OLIF, oblique lumbar interbody fusion; XLIF extreme lateral interbody fusion]) y 3) alta (descompresión y artrodesis de más de 4 niveles, doble o triple abordaje, resección en bloque, osteotomías y cirugías de revisión). Resultados ajustados por IFm con sus valores netos y relativos (porcentuales).

Días de internación, tasa de reinternación, reintervención y mortalidad

El análisis no detectó diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en cuanto a los días de internación ($p = 0,115$), en la tasa de reoperaciones (p

$= 0,772$), reinternaciones ($p = 1$) ni en la mortalidad ($p = 0,497$) (Tabla 4).

La mediana de días de internación de toda la muestra fue de 2 días (rango de 1 a 22 días). Sin embargo, ajustado por el IFm, el valor de esta variable fue el doble en el subgrupo de

los pacientes frágiles respecto de aquel registrado en los no frágiles (1 Vs 2 días) ($p = 0,115$).

La tasa de reintervenciones fue del 7%, incluyendo 18 pacientes. Las mismas se efectuaron en promedio, al decimoquinto día (rango de 1 a 63 días) después del procedimiento inicial. Quince (7,5%) de ellas fueron requeridas en el grupo con un puntaje del IFm $< 0,18$ ($p = 0,772$).

La tasa de readmisión hospitalaria no programada a los 90 días luego del alta fue del 8% (20 pacientes). Trece (13) de estos 20 pacientes requirieron una nueva intervención quirúrgica. Dieciséis (16) sujetos (8,1%) fueron pacientes no frágiles ($p = 1$).

La tasa de mortalidad de toda la serie fue de 0,4% (1/257). Se trató de un paciente de 84 años de edad con diagnóstico de espondilolistesis degenerativa, en quien se realizó una descompresión y artrodesis L4-L5 por vía posterior. El score de ASA era de 3 y un IFm de 0,36, tenía 4 de 11 criterios de fragilidad positivos (diabético, hipertenso, antecedente de enfermedad vascular periférica y de AIT o ACV previo). El mismo falleció a los 17 días postoperatorios debido a una insuficiencia respiratoria, a causa de una neumonía intrahospitalaria. Al diferenciar pacientes según el IFm, la tasa de mortalidad fue 0% para los no frágiles y ascendió al 2% en los pacientes frágiles ($p = 0,497$).

Discusión

Los estudios que abordan los índices de fragilidad en cirugías de columna son análisis retrospectivos de bases de datos recolectadas prospectivamente^(1,5,26-30), de manera similar a lo que se realizó en esta serie. Los principales índices utilizados son el de fragilidad modificado (IFm)^(1,18,27), el de comorbilidad de Charlson (CCI)⁽³⁴⁾, los Índices de deformidad espinal del adulto (Adult Spinal Deformity, ASD-FI)⁽²⁶⁾ y de deformidad cervical (Cervical Deformity, CD-FI)^(4,30).

Miller y cols. presentaron el ASD-FI⁽²⁶⁾ y el CD-FI⁽³⁰⁾. Ambos índices constan de 40 variables cada uno y fueron aplicados a pacientes con deformidad espinal toracolumbar y cervical del adulto, respectivamente. Puntajes más altos de fragilidad medidos mediante el ASD-FI, se relacionaron con un mayor riesgo de complicaciones mayores, infección y dehiscencia de la herida, reoperación y estadías hospitalarias más prolongadas; mientras que valores aumentados del CD-FI solo predijeron tasas más elevadas de complicaciones médicas mayores, pero no de complicaciones quirúrgicas ni de estadías hospitalarias más prolongadas. La posibilidad de utilizar estos índices es prometedora y tienen un alto valor predictivo en pacientes con deformidad espinal, sin embargo, estos resultados no son aplicables a cirugías rutinarias y de menor complejidad propias de la mayoría los centros. Además, contar con 40 variables los hace sumamente complejos y difíciles de aplicar en la práctica clínica habitual, al momento de asesorar a los pacientes y sus familias en el consultorio. Quizás por esto, todos los artículos publicados sobre el ASD-FI fueron realizados por el mismo grupo de autores, el International Spine Study Group (ISSG)^(26,28-29,35-36). El índice elegido ha sido utilizado por múltiples cirujanos espinales^(21-25,32,37) y también en otras subespecialidades dentro de la traumatología⁽³⁸⁾, se basa en variables dicotómicas fácilmente identificables y puede ser calculado rápidamente en la consulta sin el requerimiento de personal capacitado. Esto permite una aplicación más

generalizada, incluso en pacientes mayores de 80 años de edad⁽¹⁰⁾.

Ali y cols.⁽⁵⁾, en un análisis multicéntrico, relacionaron un IFm más alto con un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad postoperatorias a los 30 días de la cirugía. Observaron que el 8,1% de los pacientes con un IFm de 0 tuvieron al menos una complicación, en comparación con el 24,3% de aquellos con un IFm $\geq 0,27$ ($p = < 0,001$); la tasa de mortalidad que reportan fue del 0,1% y 2,3%, para los mismos grupos respectivamente ($p = < 0,001$).

Si bien el punto de corte en el presente trabajo fue más bajo (IFm $\geq 0,18$), las cifras publicadas por Ali son casi idénticas a las aquí encontradas: se presentó una tasa de complicaciones del 8% en pacientes no frágiles y del 24,5% en los frágiles, 3 veces superior ($p = 0,02$, OR 3,7), mientras que la mortalidad fue de 0% en aquellos con un IFm $< 0,18$ y del 2% en aquellos con un puntaje $\geq 0,18$ ($p = 0,49$). A pesar de que los porcentajes son equiparables en ambos trabajos, no se obtuvo una relevancia estadística en este punto debido a un menor número de pacientes enrolados.

Leven y cols. aplicaron el IFm en dos estudios multicéntricos, uno incluyó sólo pacientes intervenidos por deformidad espinal del adulto⁽¹⁾, y el otro, una población más numerosa de pacientes operados con artrodesis de columna lumbar pero sin deformidad⁽²⁷⁾. En ambos reportan que los pacientes con puntajes $\geq 0,36$ tienen un riesgo aumentado de presentar complicaciones mayores, reoperaciones, readmisiones, estadías hospitalarias más prolongadas y de mortalidad ($p = < 0,05$) dentro de los primeros 30 días. Sin embargo, todos los pacientes evaluados fueron instrumentados y, consecuentemente, su complejidad técnica fue superior a la de los procedimientos realizados en nuestra serie. Esto conlleva una diferencia fundamental ya que una mayor invasividad quirúrgica aumenta notablemente el riesgo de complicaciones⁽³⁹⁾. El análisis desarrollado en el marco de esta investigación refleja las cirugías de columna que se realizan diariamente y de rutina en nuestro Hospital, aportando las fusiones espinales un 50% aproximadamente del total. Otro punto diferencial, es el periodo de seguimiento más largo (90 días). Se plantea que este valor es más propicio para detectar la mayoría de las interurrencias postoperatorias mediatas e inmediatas, que guarden una relación directa con la cirugía original. Es de destacar que estos autores hacen referencia a complicaciones mayores y menores, en relación a la necesidad o no de una reintervención quirúrgica, sin embargo, ninguno puntualiza las complicaciones infecciosas específicamente. Dentro de los resultados hallados en este trabajo, se encontró que, en los 90 días posoperatorios de una cirugía espinal, aquel paciente que presentó dos o más comorbilidades del IFm, tuvo una probabilidad cinco veces mayor de presentar alguna complicación de índole infecciosa ($p = 0,009$, OR 5,7, 1,5-21,2). Esto es considerado de suma importancia, ya que no solo prevé la probabilidad de nuevas cirugías (toilettes), sino también, estadías hospitalarias más prolongadas y mayores costos para los sistemas financiadores⁽³⁴⁾.

Recientemente, Simcox y cols.⁽⁴⁾, en una revisión exhaustiva de la literatura narrativa acerca de la aplicación de diferentes índices de fragilidad en cirugías de columna, confirmaron la correlación positiva entre el nivel de fragilidad y la tasa de mortalidad, la tasa de complicaciones postoperatorias y la duración de la estadía hospitalaria. Sin embargo, no pueden definir cuál es el índice de fragilidad óptimo para la estratificación del riesgo en cirugías de

columna, aunque el más ampliamente utilizado sea el IFm. Actualmente, un score que combine parámetros clínicos, radiográficos y de laboratorio, aún no ha sido desarrollado.

El presente estudio tiene limitaciones: en primer lugar, es retrospectivo, con el posible error en el registro de datos que esto conlleva. En segundo lugar, es heterogéneo en cuanto a las técnicas quirúrgicas evaluadas. No obstante, mediante la estratificación de la complejidad de las cirugías, no se encontraron diferencias significativas en los tiempos quirúrgicos ni en las características de los procedimientos entre ambos grupos (Tabla 5), haciéndolos potencialmente comparables. En tercer lugar, es un estudio unicéntrico y esto tiene varias implicancias. Si bien todos los pacientes fueron operados bajo el mismo protocolo quirúrgico (equipo de cirujanos, recursos materiales, programa de rehabilitación y seguimiento post operatorio), la participación monocéntrica aporta un número de pacientes no tan impactante (257 pacientes) comparado con otras series publicadas^(1,5,27). Esto trae aparejado que ciertas tendencias en los resultados, comparables a las de otros estudios internacionales y multicéntricos como la tasa de mortalidad^(1,27), no alcanzarán significancia estadística ($p = 0,497$). Es por este motivo también que, junto al equipo de estadística, se eligió un punto de corte diferente (IFm $\geq 0,18$) al de otras publicaciones para diferenciar los pacientes frágiles de los no frágiles. Un valor más alto habría incluido pacientes moderada a severamente frágiles y probablemente habríamos alcanzado una mayor significancia estadística, pero los resultados podrían haber sido menos relevantes clínicamente ya que, por lo general, no se ofrecen cirugías de columna electivas a personas con tan mala salud. Esto queda evidenciado en el hecho de que durante el periodo evaluado sólo se intervinieron quirúrgicamente a 19 pacientes con tres o más comorbilidades del IFm.

Consideramos que la inclusión de una mayor cantidad de pacientes, así como la incursión en estudios multicéntricos a nivel nacional, nos permitirá obtener datos de relevancia estadística con validez interna y externa que puedan ser adoptados en todo el país y el continente, ya que no se encontraron estudios similares en el territorio latinoamericano. Una mayor cantidad de individuos enrolados también permitirá establecer tasas de complicaciones y mortalidad específicas para cada valor del IFm en la población latinoamericana, y de esa manera proponer un punto de corte más criterioso para definir un paciente como no frágil, leve, moderada o severamente frágil. Un análisis de cohortes de pacientes divididos por procedimientos, sin dudas resultará útil para una mayor especificidad en la utilidad del índice. Confiamos en que esto permitirá al cirujano de columna tomar decisiones con respecto a la selección y asesoramiento preoperatorio de pacientes y sus familias, resultando crítico para la utilización y planificación de recursos. La identificación de factores de fragilidad modificables acompañado de cursos de educación y rehabilitación preoperatoria de pacientes podrían encabezar los futuros protocolos de reducción de riesgos quirúrgicos institucionales.

Consideraciones finales

El IFm es una valiosa herramienta, que podría agregarse al arsenal clínico de evaluación de riesgos preoperatorios para la elección e instrucción de pacientes. Se demostró que los pacientes con un IFm $\geq 0,18$ presentaron un riesgo

significativamente mayor de presentar complicaciones generales y, particularmente, infecciosas luego de una cirugía electiva de columna.

Limitaciones de responsabilidad:

La responsabilidad del trabajo es solo de los autores.

Fuentes de apoyo:

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Originalidad:

El trabajo no ha sido publicado en forma total o en parte, ni enviado a otra revista o medio para su evaluación o publicación

Cesión de derechos:

Se ceden los derechos de autor a la Universidad Nacional de Córdoba para publicar en la Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba y para la traducción al inglés del manuscrito por parte de la RFCM.

Conflicto de interés:

Los autores declaramos no poseer ningún conflicto de interés.

Bibliografía

- 1- Leven DM, Lee NJ, Kothari P, Steinberger J, Guzman J, Skovrlj B, Shin JI, Caridi JM, Cho SK. Frailty Index Is a Significant Predictor of Complications and Mortality After Surgery for Adult Spinal Deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016 Dec 1;41(23):E1394-E1401. doi: 10.1097/BRS.0000000000001886.
- 2- Camino Willhuber G, Elizondo C, Slullitel P. Analysis of Postoperative Complications in Spinal Surgery, Hospital Length of Stay, and Unplanned Readmission: Application of Dindo-Clavien Classification to Spine Surgery. *Global Spine J*. 2019 May;9(3):279-286. doi: 10.1177/2192568218792053. Epub 2018 Jul 26.
- 3- Saklad M. Grading of patients for surgical procedures. *Anesthesiology* 1941; 2: 281-4.
- 4- Simcox T, Antoku D, Jain N, Acosta F, Hah R. Frailty Syndrome and the Use of Frailty Indices as a Preoperative Risk Stratification Tool in Spine Surgery: A Review. *Asian Spine J*. 2019 Jun 3;13(5):861-873. doi: 10.31616/asj.2018.0239.
- 5- Ali R, Schwab JM, Nerenz DR, Antoine HJ, Rubinfeld I. Use of the modified frailty index to predict 30-day morbidity and mortality from spine surgery. *J Neurosurg Spine*. 2016 Oct;25(4):537-541. doi: 10.3171/2015.10.SPINE14582.
- 6- u KM, Smith JS, Polly DW Jr, Ames CP, Berven SH, Perra JH, McCarthy RE, Knapp DR Jr, Shaffrey CI; Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. Correlation of higher preoperative American Society of Anesthesiology grade and increased morbidity and mortality rates in patients undergoing spine surgery. *J Neurosurg Spine*. 2011 Apr;14(4):470-4. doi: 10.3171/2010.12.SPINE10486.
- 7- Passias PG, Poorman GW, Jalai CM, Neuman B, de la Garza-Ramos R, Miller E, Jain A, Sciubba D, McClelland S, Day L, Ramchandran S, Vira S, Diebo B, Isaacs E, Bono O, Bess S, Gerling M, Lafage V. Morbidity of Adult Spinal Deformity Surgery in Elderly Has Declined Over Time. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017 Aug 15;42(16):E978-E982. doi: 10.1097/BRS.0000000000002009.
- 8- Whitmore RG, Stephen JH, Vernick C, Campbell PG, Yadla S, Ghobrial GM, Maltentfort MG, Ratliff JK. ASA grade and Charlson Comorbidity Index of spinal surgery patients: correlation with complications and societal costs. *Spine J*. 2014 Jan;14(1):31-8. doi: 10.1016/j.spinee.2013.03.011.
- 9- Somani S, Capua JD, Kim JS, Phan K, Lee NJ, Kothari P, Kim JH, Dowdell J, Cho SK. ASA Classification as a Risk Stratification Tool in Adult Spinal Deformity Surgery: A Study of 5805 Patients. *Global Spine J*. 2017 Dec;7(8):719-726. doi: 10.1177/2192568217700106.
- 10- Kweh B, Lee H, Tan T, O'Donohoe T, Mathew J, Fitzgerald M, Gantner D, Kambourakis T, Tew K, Hunn M, Rosenfeld J, Tee J. Spinal Surgery in Patients Aged 80 Years and Older: Risk

- Stratification Using the Modified Frailty Index. *Global Spine J.* 2020 Mar;30:2192568220914877. doi: 10.1177/2192568220914877.
- 11- Schuurmans H, Steverink N, Lindenberg S, Frieswijk N, Slaets JP. Old or frail: what tells us more? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2004 Sep;59(9):M962-5. doi: 10.1093/gerona/59.9.m962..
- 12- Morley JE, Vellas B, van Kan GA, Anker SD, Bauer JM, Bernabei R, Cesari M, Chumlea WC, Doehner W, Evans J, Fried LP, Guralnik JM, Katz PR, Malmstrom TK, McCarter RJ, Gutierrez Robledo LM, Rockwood K, von Haehling S, Vandewoude MF, Walston J. Frailty consensus: a call to action. *J Am Med Dir Assoc.* 2013 Jun;14(6):392-7. doi: 10.1016/j.jamda.2013.03.022.
- 13- Rockwood K. What would make a definition of frailty successful? *Age Ageing.* 2005 Sep;34(5):432-4. doi: 10.1093/ageing/afi146.
- 14- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M; European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing.* 2010 Jul;39(4):412-23. doi: 10.1093/ageing/afq034.
- 15- Martin FC, Brighton P. Frailty: different tools for different purposes? *Age Ageing.* 2008 Mar;37(2):129-31. doi: 10.1093/ageing/afn011.
- 16- Kulminski AM, Ukraintseva SV, Kulminskaya IV, Arbeev KG, Land K, Yashin AI. Cumulative deficits better characterize susceptibility to death in elderly people than phenotypic frailty: lessons from the Cardiovascular Health Study. *J Am Geriatr Soc.* 2008 May;56(5):898-903. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.01656.x.
- 17 - Mitnitski AB, Mogilner AJ, Rockwood K. Accumulation of deficits as a proxy measure of aging. *ScientificWorldJournal.* 2001 Aug 8;1:323-36. doi: 10.1100/tsw.2001.58
- 18- Saxton A, Velanovich V. Preoperative frailty and quality of life as predictors of postoperative complications. *Ann Surg.* 2011 Jun;253(6):1223-9. doi: 10.1097/SLA.0b013e318214bce7.
- 19- Bhagat S, Vozar V, Lutchman L, Crawford RJ, Rai AS. Morbidity and mortality in adult spinal deformity surgery: Norwich Spinal Unit experience. *Eur Spine J.* 2013 Mar;22 Suppl 1(Suppl 1):S42-6. doi: 10.1007/s00586-012-2627-y.
- 20- Rockwood K, Song X, MacKnight C, Bergman H, Hogan DB, McDowell I, Mitnitski A. A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *CMAJ.* 2005 Aug 30;173(5):489-95. doi: 10.1503/cmaj.050051.
- 21- Rockwood K, Andrew M, Mitnitski A. A comparison of two approaches to measuring frailty in elderly people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007 Jul;62(7):738-43. doi: 10.1093/gerona/62.7.738.
- 22- Karam J, Tsiouris A, Shepard A, Velanovich V, Rubinfeld I. Simplified frailty index to predict adverse outcomes and mortality in vascular surgery patients. *Ann Vasc Surg.* 2013 Oct;27(7):904-8. doi: 10.1016/j.avsg.2012.09.015.
- 23- Rubinfeld I, Farooq M, Velanovich V, Syed Z. Predicting Surgical Risk: How Much Data is Enough? *AMIA Annu Symp Proc.* 2010 Nov 13;2010:777-81.
- 24- Tsiouris A, Hammoud ZT, Velanovich V, Hodari A, Borgi J, Rubinfeld I. A modified frailty index to assess morbidity and mortality after lobectomy. *J Surg Res.* 2013 Jul;183(1):40-6. doi: 10.1016/j.jss.2012.11.059.
- 25- Karam JA, Shepard A, Peters D, Swartz A, Heath A, Rubinfeld IS. A simplified frailty index to predict postoperative adverse outcomes and mortality in vascular surgery patients. *J Am Coll Surg* 2011;213(3):156-157.
- 26- Miller EK, Neuman BJ, Jain A, Daniels AH, Ailon T, Sciubba DM, Kebaish KM, Lafage V, Scheer JK, Smith JS, Bess S, Shaffrey CI, Ames CP; International Spine Study Group. An assessment of frailty as a tool for risk stratification in adult spinal deformity surgery. *Neurosurg Focus.* 2017 Dec;43(6):E3. doi: 10.3171/2017.10.FOCUS17472.
- 27- Leven DM, Lee NJ, Kim JS, Kothari P, Steinberger J, Guzman J, Skovrlj B, Shin JI, Phan K, Caridi JM, Cho SK. Frailty Is Predictive of Adverse Postoperative Events in Patients Undergoing Lumbar Fusion. *Global Spine J.* 2017 Sep;7(6):529-535. doi: 10.1177/2192568217700099.
- 28- Miller EK, Vila-Casademunt A, Neuman BJ, Sciubba DM, Kebaish KM, Smith JS, Alanay A, Acaroglu ER, Kleinstück F, Obeid I, Sánchez Pérez-Gruoso FJ, Carreon LY, Schwab FJ, Bess S, Scheer JK, Lafage V, Shaffrey CI, Pellisé F, Ames CP; European Spine Study Group; International Spine Study Group. External validation of the adult spinal deformity (ASD) frailty index (ASD-FI). *Eur Spine J.* 2018 Sep;27(9):2331-2338. doi: 10.1007/s00586-018-5575-3.
- 29- Miller EK, Lenke LG, Neuman BJ, Sciubba DM, Kebaish KM, Smith JS, Qiu Y, Dahl BT, Pellisé F, Matsuyama Y, Carreon LY, Fehlings MG, Cheung KM, Lewis S, Dekutoski MB, Schwab FJ, Boachie-Adjei O, Mehdi H, Bess S, Shaffrey CI, Ames CP; AOSpine Knowledge Forum Deformity, the International Spine Study Group. External Validation of the Adult Spinal Deformity (ASD) Frailty Index (ASD-FI) in the Scolio-RISK-1 Patient Database. *Spine (Phila Pa 1976).* 2018 Oct 15;43(20):1426-1431. doi: 10.1097/BRS.0000000000002717.
- 30- Miller EK, Ailon T, Neuman BJ, Klineberg EO, Mundis GM Jr, Sciubba DM, Kebaish KM, Lafage V, Scheer JK, Smith JS, Hamilton DK, Bess S, Shaffrey CI, Ames CP; International Spine Study Group. Assessment of a Novel Adult Cervical Deformity Frailty Index as a Component of Preoperative Risk Stratification. *World Neurosurg.* 2018 Jan;109:e800-e806. doi: 10.1016/j.wneu.2017.10.092.
- 31- Phan K, Kim JS, Lee NJ, Somani S, Di Capua J, Kothari P, Leven D, Cho SK. Frailty is associated with morbidity in adults undergoing elective anterior lumbar interbody fusion (ALIF) surgery. *Spine J.* 2017 Apr;17(4):538-544. doi: 10.1016/j.spinee.2016.10.023.
- 32- Farhat JS, Velanovich V, Falvo AJ, Horst HM, Swartz A, Patton JH Jr, et al: Are the frail destined to fail? Frailty index as predictor of surgical morbidity and mortality in the elderly. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;72:1526-1531.
- 33- Makary MA, Segev DL, Pronovost PJ, Syin D, Bandeen-Roche K, Patel P, Takenaga R, Devgan L, Holzmueller CG, Tian J, Fried LP. Frailty as a predictor of surgical outcomes in older patients. *J Am Coll Surg.* 2010 Jun;210(6):901-8. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2010.01.028.
- 34- Horn SR, Liu TC, Horowitz JA, Oh C, Bortz CA, Segreto FA, Vasquez-Montes D, Steinmetz LM, Deforimonte C, Vira S, Diebo BG, Neuman BJ, Raad M, Sciubba DM, Lafage R, Lafage V, Hassanzadeh H, Passias PG. Clinical Impact and Economic Burden of Hospital-Acquired Conditions Following Common Surgical Procedures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2018 Nov 15;43(22):E1358-E1363. doi: 10.1097/BRS.0000000000002713.
- 35- eid DBC, Daniels AH, Ailon T, Miller E, Sciubba DM, Smith JS, Shaffrey CI, Schwab F, Burton D, Hart RA, Hostin R, Line B, Bess S, Ames CP; International Spine Study Group. Frailty and Health-Related Quality of Life Improvement Following Adult Spinal Deformity Surgery. *World Neurosurg.* 2018 Apr;112:e548-e554. doi: 10.1016/j.wneu.2018.01.079
- 36- Passias PG, Segreto FA, Bortz CA, Horn SR, Pierce KE, Naessig S, Brown AE, Jackson-Fowl B, Ahmad W, Oh C, Lafage V, Lafage R, Smith JS, Daniels AH, Line BG, Kim HJ, Uribe JS, Eastlack RK, Hamilton DK, Klineberg EO, Burton DC, Hart RAA, Schwab FJ, Shaffrey CI, Ames CP, Bess S; International Spine Study Group. Probability of severe frailty development among operative and nonoperative adult spinal deformity patients: an actuarial survivorship analysis over a 3-year period. *Spine J.* 2020 Aug;20(8):1276-1285. doi: 10.1016/j.spinee.2020.04.010.
- 37- Adams P, Ghanem T, Stachler R, Hall F, Velanovich V, Rubinfeld I. Frailty as a predictor of morbidity and mortality in inpatient head and neck surgery. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013 Aug 1;139(8):783-9. doi: 10.1001/jamaoto.2013.3969.
- 38- Patel KV, Brennan KL, Brennan ML, Jupiter DC, Shar A, Davis ML. Association of a modified frailty index with mortality after femoral neck fracture in patients aged 60 years and older. *Clin Orthop Relat Res.* 2014 Mar;472(3):1010-7. doi: 10.1007/s11999-013-3334-7.
- 39- Lee MJ, Konodi MA, Cizik AM, Bransford RJ, Bellabarba C, Chapman JR. Risk factors for medical complication after spine surgery: a multivariate analysis of 1,591 patients. *Spine J.* 2012 Mar;12(3):197-206. doi: 10.1016/j.spinee.2011.11.008.