




Riesgo de caídas en pacientes operados por fractura de fémur proximal sobre el año de cirugía

Risk of Falls among Patients who Underwent Surgery for Proximal Femur Fracture One Year after Operation

Enrique Cifuentes¹ Héctor Foncea¹  Carolina Becerra² Pablo Silva¹ Eduardo de la Maza¹
Manuel Becerra¹ Leonardo Villarroel¹

¹Instituto Traumatológico, Chile

²Universidad de Valparaíso, Chile

Address for correspondence Héctor Foncea Bobadilla, Instituto Traumatológico, Chile (e-mail: foncea.h@gmail.com).

Rev Chil Ortop Traumatol 2023;64(2):e69–e75.

Resumen

Introducción Las caídas en población geriátrica son un problema de salud pública, tomando mayor relevancia luego de una fractura de fémur proximal (FFP). El test “*timed up and go*” (TUG) se ha relacionado al riesgo de caídas y se utiliza en diversas sociedades de geriatría.

Objetivo Evaluar el riesgo de caídas en pacientes con FFP pasado el año de cirugía.

Materiales y Métodos Se realizó un estudio observacional y transversal de pacientes operados por FFP entre enero 2017 y mayo 2020. Se incluyeron pacientes de 60 a 85 años, con un año o más de evolución desde su cirugía. Se excluyeron individuos con enfermedades neurológicas severas y progresivas, IMC > 40, deterioro cognitivo avanzado y con enfermedades o factores mecánicos que pudieran impedir la adecuada evaluación o rehabilitación. Los pacientes fueron citados y se les realizó evaluación clínica, nutricional y radiológica. Posteriormente se midió la fuerza cuadriceps de extremidades inferiores y se aplicaron los test de aceleración vertical y TUG. Los resultados fueron analizados utilizando modelos estadísticos, test de hipótesis y modelos de aprendizaje automático.

Resultados En los modelos de aprendizaje automático las variables de mayor importancia para clasificar y segmentar a los pacientes en bajo o mediano-alto riesgo de caídas fueron la fuerza cuadriceps del lado operado, fuerza cuadriceps del lado contralateral y la aceleración vertical. Por otra parte, en los modelos de regresión lineal, el IMC y aceleración vertical tuvieron efecto significativo positivo y negativo respectivamente.

Conclusión La fuerza extensora cuadriceps, la aceleración vertical y el IMC se relacionan al riesgo de caídas. Este trabajo nos muestra elementos accesibles y de

Palabras Clave

- ▶ riesgo de caídas
- ▶ fractura de fémur proximal
- ▶ fuerza extensora cuadriceps
- ▶ cronometrado y listo

recibido

12 de abril de 2023

aceptado

14 de agosto de 2023

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-1775883>.

ISSN 0716-4548.

© 2023. Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Abstract**Keyword**

- ▶ risk of falls
- ▶ proximal femur fracture
- ▶ quadriceps extensor strength
- ▶ timed up and go

bajo costo para identificar estos factores de riesgo y focalizar los recursos destinados para su prevención.

Introduction Falls in the elderly population are a public health problem, becoming more relevant after a proximal femur fracture (FFP). The “*timed up and go*” (TUG) test has been linked to the risk of falls and is used in various geriatric societies.

Objective To evaluate the risk of falls in patients with FFP after one year of surgery.

Materials and Methods An observational and cross-sectional study was carried out on patients operated by FFP between January 2017 and May 2020. Patients aged 60 to 85 years, with one year or more since their surgery, were included. Individuals with severe and progressive neurological diseases, BMI > 40, advanced cognitive impairment, and with diseases or mechanical factors that could hinder proper evaluation or rehabilitation were excluded. Patients were summoned and underwent clinical, nutritional and radiological evaluations. Subsequently, the quadriceps strength of the lower extremities was measured and the vertical acceleration and TUG tests were applied. The results were analyzed using statistical models, hypothesis tests and machine learning models.

Results In the machine learning models, the variables of greatest importance for classifying patients as low or medium-high risk of falls were the quadriceps strength on the operated side, quadriceps strength on the contralateral side, and vertical acceleration. On the other hand, in linear regression models, BMI and vertical acceleration had a significant positive and negative effect, respectively.

Conclusion Quadriceps extensor strength, vertical acceleration and BMI are related to the risk of falls. This work shows us accessible and low-cost elements to identify these risk factors and focus the resources for their prevention.

Introducción

Las caídas se presentan en el 40% de las muertes por trauma en población geriátrica. En este grupo, una de cada tres personas cae al menos una vez al año, siendo un problema de salud pública. La causa es multifactorial y se puede atribuir a factores externos, neurológicos o mecánicos. Más aún, la pérdida de masa muscular en ancianos puede alcanzar hasta el 0.64% por año, lo que se acelera en periodos prolongados de reposo.¹ Este panorama es aquel al que nos vemos expuestos de forma frecuente en nuestra práctica al realizar el seguimiento de pacientes operados por fractura de fémur proximal (FFP).

Sufrir una FFP, se asocia a 4 veces más riesgo de sufrir una segunda fractura de cadera, estas a su vez tienen peor pronóstico que las primeras.² Por otro lado, estudios han demostrado que solo el 40% de los pacientes que sufren una FFP logran recuperar su funcionalidad previa al año. Esto puede deberse a un déficit y asimetría en el poder extensor de extremidades inferiores. Se ha visto que mujeres con una FFP presentan una acelerada reducción en las fibras de contracción rápida del cuádriceps y que al año de operadas tienen hasta un 70% menos de poder explosivo extensor respecto a la extremidad contralateral.³ Pareciera que este tipo de contracción es necesaria para lograr estabilidad luego de un movimiento erróneo o un desbalance del cuerpo, ya que tanto la debilidad extensora como la asimetría de fuerza han demostrado ser un factor de riesgo independiente para sufrir caídas recurrentes.^{4,5}

El test “*timed up and go*” (TUG) publicado en 1991, es una herramienta desarrollada para medir la movilidad y fragilidad en población geriátrica.⁶ En diversos estudios se ha relacionado al riesgo de presentar caídas.⁷ Consiste en medir el tiempo necesario que demora un paciente en levantarse de una silla, caminar tres metros, girar, regresar y sentarse nuevamente. Es un test sencillo, de bajo costo con excelente variabilidad intra e interobservador y se utiliza en sociedades de geriatría como método de tamizaje para identificar pacientes con riesgo de caídas.⁸

El objetivo de este trabajo es evaluar el riesgo de caídas en pacientes con FFP operadas pasado el año desde la cirugía. Para ello se utilizará el tiempo del TUG, como medición directamente relacionada a este riesgo y su asociación con distintas variables como la fuerza cuádriceps y la aceleración vertical.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio observacional y transversal revisando fichas de pacientes operados en nuestro centro por FFP entre enero 2017 y mayo 2020. Se incluyeron pacientes entre 60 y 85 años, con un año o más de evolución desde la cirugía. Se excluyeron pacientes con enfermedades neurológicas severas y progresivas, comorbilidades que contraindiquen rehabilitación (ASA \geq 3), IMC > 40, deterioro cognitivo avanzado y factores mecánicos que impiden la adecuada evaluación del poder extensor. Los pacientes seleccionados



Fig. 1 A) Medición fuerza cuadriceps; B) Test de aceleración vertical; C) Test "timed up and go".

se citaron para evaluación clínica, nutricional y radiológica. Se realizaron las siguientes mediciones: a) Fuerza cuadriceps bilateral (Kg/F): con paciente en sedente en 90°, se le pidió realizar máxima fuerza de extensión de rodilla, registrando el valor máximo obtenido en un dinamómetro en 3 intentos; b) Test de aceleración vertical (m/s): se fijó un acelerómetro a nivel de vértebra L2 y se pidió al paciente que desde posición sentada se incorpore de pie, registrando el valor máximo en 3 intentos y; c) TUG, mediante el método explicado más arriba en este texto (► **Fig. 1**). Como punto de corte, se determinó TUG ≤ 20 segundos como bajo riesgo de caídas y TUG > 20 segundos como riesgo medio-alto de caídas, basado en los resultados encontrados en la literatura.^{6,9-11}

De la ficha clínica se obtuvo edad, implante utilizado en la cirugía y fecha de la intervención, haciendo énfasis a si el procedimiento fue realizado en periodo de pandemia. Finalmente, se clasificaron las fracturas en base a las radiografías preoperatorias por un cirujano especialista en cadera.

El análisis descriptivo de los resultados se realizó mediante a) test de hipótesis: t de Welch para evaluar la diferencia entre

dos muestras; b) modelo estadísticos: b.1) Regresión lineal LOESS para las variables continuas, calculando los intervalos de confianza del 95% y los valores de p mediante la aproximación de Wald, b.2) Análisis de supuesto para ANOVA (*Shapiro-Wilk*, *Kruskal-Wallis*) y comparación de grupos por método de Tukey para análisis detallado de la diferencia de la asimetría de fuerza y; c) Modelos de aprendizaje automático: Modelo de clustering (*K-means*) y modelo de árbol de decisión (*Classification and Regression Trees CART*) para crear grupos con características similares (clusters). Se obtuvieron las variables más importantes para la creación de los clusters y se compararon mediante ANOVA y método de Tukey. Se determinó mediante *Odd ratio*, el grupo con más riesgo de caídas.

Resultados

De un total de 1093 pacientes, luego de filtrar a fallecidos y a aquellos que no aceptaron participar, cumplieron con los criterios de inclusión 55 pacientes, 39 mujeres (70.9%) y 16

Tabla 1 Distribución de porcentajes obtenidos según tipo y clasificación de fractura

FRACTURA	N	PORCENTAJE
Basicervical	2	3.60%
Lateral	29	52.70%
Medial	20	36.40%
Subtrocantérica	4	7.30%
Total	55	100%

CLASIFICACIÓN	N	PORCENTAJE
Fx Cuello Garden 1	1	1.80%
Fx Cuello Garden 2	3	5.50%
Fx Cuello Garden 3	11	20.00%
Fx Cuello Garden 4	5	9.10%
Fx Cuello por estrés tipo B	1	5.50%
Fx Pertrocantérica A1.1	5	1.80%
Fx Pertrocantérica A1.2	5	9.10%
Fx Pertrocantérica A2.1	3	5.50%
Fx Pertrocantérica A2.2	8	14.50%
Fx Pertrocantérica A2.3	5	9.10%
Fx Pertrocantérica A3.1	1	1.80%
Fx Pertrocantérica A3.3	5	9.10%
Fx Subtroc. Seinsheimer III	1	1.80%
Fx Subtroc. Seinsheimer IV	1	1.80%

FRACTURA/SEXO	MUJERES	HOMBRES
Basicervical	1 (2.56%)	1 (6.2%)
Lateral	22 (56.4%)	7 (43.7%)
Medial	12 (30.7%)	8 (50%)
Subtrocantérica	4 (10.2%)	0 (0%)
Total	39 (100%)	16 (100%)

hombres (29.1%). La edad promedio fue de 75 años (rango 66-84) y el IMC promedio resultó en 27.6 (rango 20.4-36.5). Las fracturas más frecuentes fueron las de cadera laterales (62.5%), seguidas por mediales (36.4%), subtrocantéricas (7.3%) y basicervicales (3.6%). Esta relación se mantuvo aproximadamente similar al desglosar los pacientes por sexo en el caso de mujeres y se invirtió en hombres, donde las fracturas mediales resultaron con mayor prevalencia. Las clasificaciones más frecuentes encontradas fueron las de cuello femoral *Garden* 3 (20.0%) y las *pertrocantéricas* *AO* A2.2 (14.5%) (► **Tabla 1**). La fuerza cuadricepsital del lado operado resultó menor que la contralateral (media 14.1 Kg/F v/s 17.4 Kg/F) y el TUG tuvo un amplio rango (10.6-92.0 segundos), con valores agrupados principalmente bajo los 30 segundos.

La aceleración vertical tuvo una relación significativa negativa con el TUG ($p=0,003$) y el IMC en valores ≥ 30

resultó con una relación estadísticamente significativa positiva ($p=0.013$) utilizando el modelo de regresión lineal (► **Fig. 2**)

No resultaron con una relación significativa las variables edad ($p=0,168$), cirugía en periodo de pandemia ($p=0,445$), implante utilizado ($p=0,112$) y la clasificación de la fractura ($p=0,322$).

Los análisis de varianza (ANOVA) entre los grupos de tiempo de TUG no mostraron diferencias significativas en la asimetría de fuerza de extremidades (Shapiro-Wilk: $p=1.015e-06$, Kruskal-Wallis $p=0.196$), tampoco al segmentar resultados en intervalos de 5 Kg/F (Tukey $p=0.176 - 0.999$). 10 de los 55 pacientes del estudio (18.2%) presentaron asimetría negativa, es decir mayor fuerza en la pierna operada que en la contralateral.

Utilizando los modelos de aprendizaje automático (K-means y Classification and Regression Trees CART), se logró

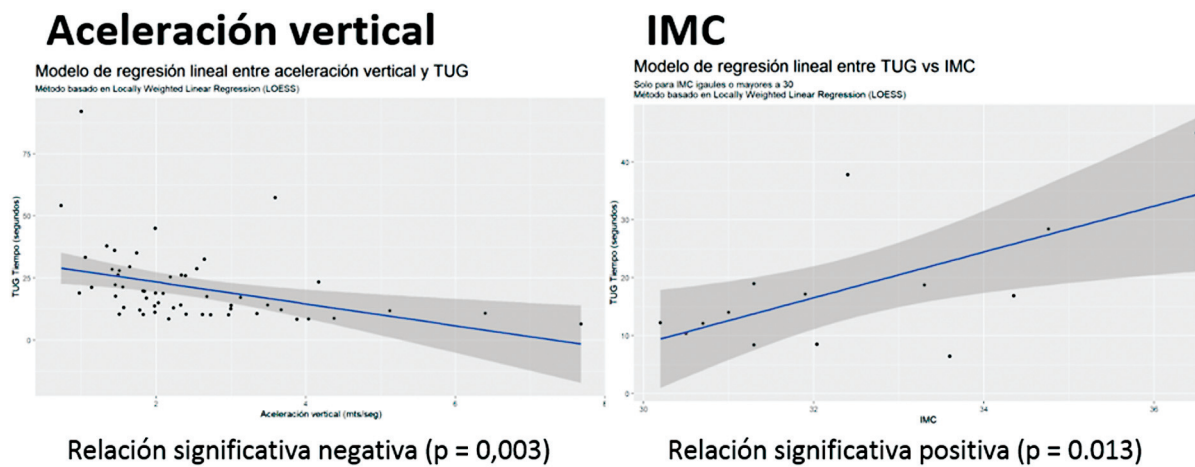


Fig. 2 Modelo de regresión lineal entre aceleración vertical e IMC versus TUG. La aceleración vertical resultó con una relación significativa negativa y el IMC con una relación significativa positiva.

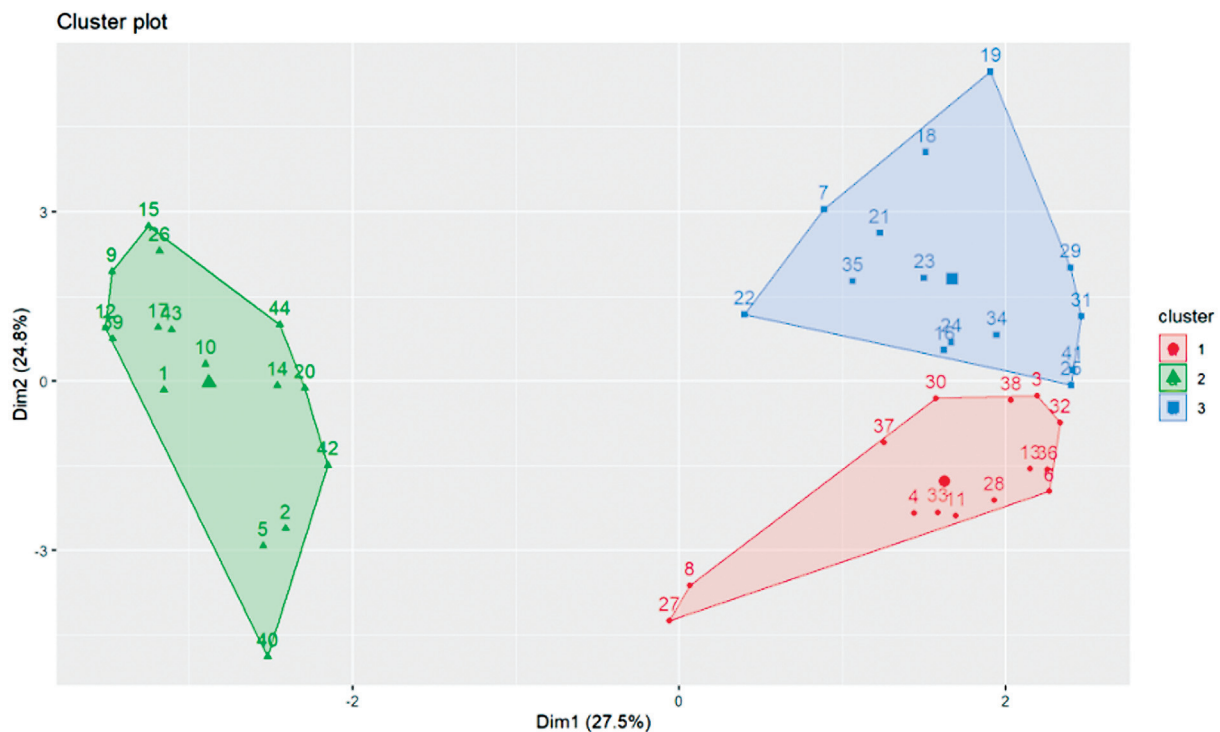


Fig. 3 Modelo de clustering con técnica K-means. Los elementos que comparten características semejantes se juntan en un mismo grupo, separado de los otros grupos que no comparten las características.

diferenciar 3 grupos o clúster distintos entre ellos, siendo las variables de mayor importancia para clasificar pacientes según riesgo bajo o medio-alto: a) aceleración vertical; b) fuerza del cuádriceps del lado operado y; c) fuerza del cuádriceps del lado contralateral. Estas variables resultaron con una correlación negativa muy alta. El clúster con mayor riesgo de caídas fue el 1 (análisis Odd ratio clúster 2: RR 0.18; clúster 3: RR 0.08), con un TUG mayor y distinto a los otros (Tukey $p = 0.012$). Este grupo correspondió a mujeres con un promedio de edad levemente más elevado (>76 años), con menor tiempo entre fractura y fecha de cirugía y con una leve tendencia a ser operadas en pandemia (–Fig. 3 y ►Tabla 2).

Al realizar ANOVA entre clúster, no se encontraron diferencias significativas de asimetría de fuerza cuadricepsal (Shapiro-Wilk: $p = 0.205$).

Según el modelo de árbol de decisión, la variable de fuerza del cuádriceps lado operado es la que permitió la mayor segmentación y clasificación de los pacientes, en base su riesgo de caídas (–Fig. 4).

Discusión

Nuestro trabajo evaluó la influencia de algunas variables fáciles de obtener sobre el riesgo de caídas. Para ello

Tabla 2 Resultados de variables obtenidas según clúster

Clúster	Edad	Días cirugía-medición	Días cirugía-fractura	Cirugía en pandemia	IMC	Fuerza cuádriceps OP (kg/F)	Fuerza cuádriceps CL (kg/F)	Aceleración vertical	Tiempo TUG	Dif. fuerza cuádriceps	Riesgo de caída	Sexo masculino	Sexo femenino	Fractura medial	Fractura lateral	PTC	CCM
1	76.36	722.86	5.5	0.64	27.88	9.89	13.87	1.78	26.51	3.98	0.71	0	1	0	0.79	0	0.5
2	74.31	930.25	7.69	0.44	26.53	14.54	18.98	2.25	19.27	4.43	0.31	0.44	0.56	1	0	1	0
3	74.64	1330.14	20.21	0.07	27.78	16.83	22.49	3.52	14.11	5.66	0.07	0.43	0.57	0	0.79	0	0.71

Abbreviations: CCM, clavo cefalomedular; CL, contralateral; Dif., Diferencia; OP, operado; PTC, prótesis total de cadera.

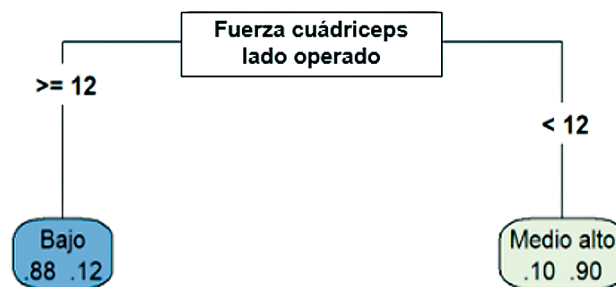


Fig. 4 La variable fuerza cuádriceps del lado operado resultó ser la con mayor capacidad de clasificar y segmentar pacientes en los clusters, con una alta accuracy y sensibilidad.

utilizamos el TUG, dada su asociación encontrada en la literatura.

La aceleración vertical mostró una relación significativa negativa con el riesgo de caídas, lo que es esperable, ya que refleja la capacidad extensora y poder explosivo de las extremidades inferiores, factor que se ha visto que incide en la movilidad y capacidad de mantener el equilibrio en adultos mayores.⁴ El IMC, por su parte, se relacionó de forma positiva con el riesgo de caídas, sobre todo en valores mayores a 30, resultado que cobra sentido si consideramos que estos pacientes deben equilibrar mayor masa que el resto de forma relativa.

Al contrario de lo que esperábamos, la asimetría de fuerza cuadrípital de las extremidades inferiores, medida con un dinamómetro, no resultó relevante para explicar mayor riesgo de caídas en nuestros pacientes y no coincidió con lo mostrado en diferentes publicaciones.^{4,12-14} Es importante hacer notar que en estos trabajos se evaluó la asimetría del poder explosivo extensor (LEP: leg extensor power) a través de un potenciómetro, herramienta con la cual no contamos al momento de hacer nuestras mediciones. Según autores como Bassey y col,⁵ el LEP de la extremidad más débil, podría ser el mejor predictor de la velocidad y balance corporal al caminar en terrenos desafiantes y su magnitud determinaría la capacidad de reaccionar para evitar una caída. Sumado a esto, Skelton y col,⁴ mostraron una mayor asimetría del LEP entre fallers y non fallers. Esta diferencia fue mayor que la encontrada al analizar solo la diferencia de fuerza extensora cuadrípital.

Llama la atención que en 10 pacientes encontramos una asimetría negativa, es decir, mayor fuerza en el lado intervenido, lo cual podría deberse a un deterioro de la otra extremidad previo a la fractura, desuso de la pierna no intervenida o rehabilitación enérgica de la extremidad operada. Skelton y col⁴ encontraron que la extremidad no fracturada, en promedio, tenía menor LEP que la mejor pierna de mujeres ancianas de la misma edad. Dentro de las explicaciones se propone que los sujetos estudiados por estos autores era una selección de “élite”, que no representa al común de la población. También se plantea que estos pacientes tenían un LEP menor previo a la fractura, sugiriendo que el deterioro de las fibras rápidas de contracción del cuádriceps es un factor importante en la incidencia de FFP. En tercer lugar, consideran que el proceso de trauma, cirugía y hospitalización también afecta la pierna sana. Se ha visto que periodos cortos de reposo en cama, incluso en personas jóvenes,

pueden comprometer la función y masa muscular.^{15,16} En nuestro estudio hay que considerar que muchos pacientes fueron excluidos, ya sea por fallecimiento o porque no estaban capacitados para seguir o cumplir indicaciones en las pruebas de medición. Además, están aquellos que no quisieron asistir a las evaluaciones por diversos motivos, por lo tanto, se evaluó a los individuos en las mejores condiciones, lo cual podría haber influido en nuestros resultados.

A pesar de no poder medir la asimetría del LEP, encontramos otras variables que nos permitieron clasificar a los pacientes. Es así como luego de los análisis con los modelos de aprendizaje automático, logramos identificar tres variables capaces de agrupar y segmentar a los paciente en base al riesgo de caídas: fuerza del cuádriceps del lado operado, fuerza del cuádriceps contralateral y aceleración vertical. Esto se asemeja a los encontrado en publicaciones, en donde pacientes con fractura de cadera con menos fuerza cuadrícipital y menos LEP tienen menor velocidad al caminar.^{17,18} Para efectos de nuestro trabajo, menor velocidad al caminar se traducirá en mayor TUG y por ende mayor riesgo de caídas.

El cluster más riesgoso (cluster 1), se conformó por mujeres, con edad promedio más elevada (76 años), menor fuerza cuadrícipital tanto del lado operado como el contralateral y menor aceleración vertical. Creemos que estos pacientes, sumados a los con IMC mayor a 30, deberían ser objetivo principal de rehabilitación para restablecer el balance y fuerza extensora, poniendo mayor énfasis en el lado operado ya que esta variable fue la que segmentó en mayor medida los grupos según el resultado del modelo de árbol de decisión.

En este grupo también se observó una tendencia a ser operadas en periodo de pandemia, pero la relación es débil y no nos permite determinar la asociación. Por otro lado, se presentaron con menor periodo entre fractura y cirugía. Creemos que hay una variable confundente que no se pudo aislar y que deberá ser dilucidada posteriormente, ya que la lógica indica que a menor tiempo de reposo y mayor oportunidad de iniciar la terapia precozmente, los resultados deberían ser favorables.

Conclusiones

Los pacientes con FFP en su mayoría no recuperan su capacidad funcional original. Una caída puede tener consecuencias desastrosas, siendo una segunda fractura de peor pronóstico que la primera.

En nuestro trabajo encontramos que la fuerza extensora cuadrícipital del lado operado, la fuerza extensora cuadrícipital del lado contralateral, la aceleración vertical y el IMC se relacionan al riesgo de caídas en pacientes operados por FFP. Estos factores de riesgo se pueden obtener de forma fácil y a bajo costo,

Considerando las nuevas variables identificadas, podemos sugerir emplear tiempo para su rehabilitación de forma dirigida, focalizando los recursos, mientras se elabora un

estudio prospectivo que nos entregue un protocolo claro con pautas de manejo de estos pacientes.

Conflict of Interest

None.

Bibliografía

- Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing* 2006;35(02, Suppl 2): ii37–ii41
- Klotzbuecher CM, Ross PD, Landsman PB, Abbott TA III, Berger M. Patients with prior fractures have an increased risk of future fractures: a summary of the literature and statistical synthesis. *J Bone Miner Res* 2000;15(04):721–739
- Levy DI, Young A, Skelton DA, Yeo AI. Strength, power and functional ability. In Passeri M, ed. *Geriatrics 94 International Association of Gerontology (I.A.G.) European Region Clinical Section Congress*. Rome. Italy: CIC Edizioni, Internazionali, 1994:85–93
- Skelton DA, Kennedy J, Rutherford OM. Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non-fallers aged over 65. *Age Ageing* 2002;31(02):119–125
- Bassey EJ, Fiatarone MA, O'Neill EF, Kelly M, Evans WJ, Lipsitz LA. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clin Sci (Lond)* 1992;82(03):321–327
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39(02):142–148
- Ansai JH, Andrade LP, Nakagawa TH, Rebelatto JR. Performances on the Timed Up and Go Test and subtasks between fallers and non-fallers in older adults with cognitive impairment. *Arq Neuropsiquiatr* 2018;76(06):381–386
- Zhou X, Feng X. Advances in the study of fall risk assessment tools. *J Nurs (Luton)* 2018;33(21):109–112
- Rydwik E, Bergland A, Forséén L, Fräändin K. Psychometric properties of Timed Up and Go in elderly people: a systematic review. *Phys Occup Ther Geriatr* 2011;29(02):102–125
- Killough J. Validation of the Timed Up and Go Test to predict falls. *J Geriatr Phys Ther* 2006;29(03):128–129
- Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther* 2000;80(09):896–903
- Portegijs E, Sipilä S, Alen M, et al. Leg extension power asymmetry and mobility limitation in healthy older women. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(09):1838–1842
- Portegijs E, Sipilä S, Pajala S, et al. Asymmetrical lower extremity power deficit as a risk factor for injurious falls in healthy older women. *J Am Geriatr Soc* 2006;54(03):551–553
- Sylliaas H, Brovold T, Wyller TB, Bergland A. Progressive strength training in older patients after hip fracture: a randomised controlled trial. *Age Ageing* 2011;40(02):221–227
- Proceedings of the 1st International Symposium on Inactivity and Health: Effects of bed rest on health. *Ada Physiol Scand Suppl* 1994;616:1–114
- Lamb SE, Morse RE, Evans JG. Mobility after proximal femoral fracture: the relevance of leg extensor power, postural sway and other factors. *Age Ageing* 1995;24(04):308–314
- McGrath R, Blackwell TL, Ensrud KE, Vincent BM, Cawthon PM. The Associations of Handgrip Strength and Leg Extension Power Asymmetry on Incident Recurrent Falls and Fractures in Older Men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2021;76(09):e221–e227
- Madsen OR, Lauridsen UB, Sørensen OH. Quadriceps strength in women with a previous hip fracture: relationships to physical ability and bone mass. *Scand J Rehabil Med* 2000;32(01):37–40