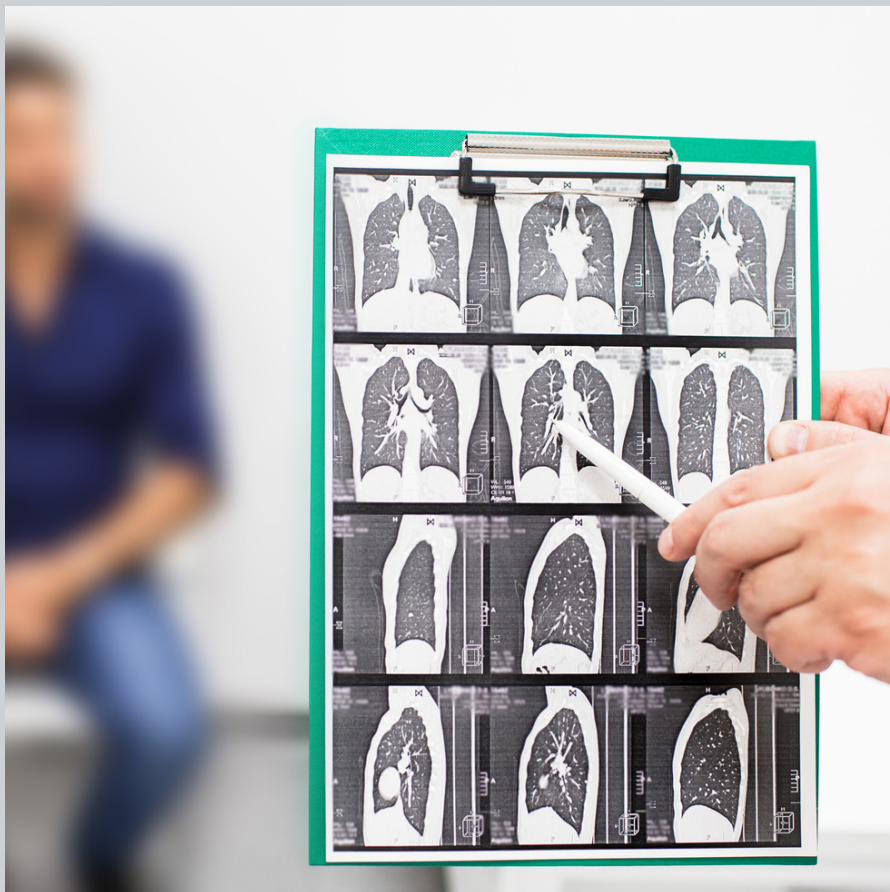


EVALUACIÓN DE LA RETRACCIÓN PULMONAR MEDIANTE TCAR CON LA TÉCNICA DE REGISTRO ELÁSTICO PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA FIBROSIS PULMONAR IDIOPÁTICA



JOURNAL

VOL 4 - N° 62



OCTUBRE 2023

CONTENIDO

ABSTRACT

Introducción del tema a tratar en inglés y español

AUTOEVALUACIÓN

Cortas preguntas que determinan la asimilación del contenido

ARTÍCULO

Texto resumen del artículo original e interpretación realizada por el autor del equipo editorial MPG Journal sobre el artículo original

REFERENCIAS

Bibliografías consultadas para la confección de este artículo

EDITORIAL

AUTORES

César Resino Sánchez
Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital Universitario Puerta de Hierro de Majadahonda.

ESPECIALIDADES

Servicio de Radiodiagnóstico
Medicina General

REVISTA ORIGINAL

Lung shrinking assessment on HRCT with elastic registration technique for monitoring idiopathic pulmonary fibrosis.
Haishuang Sun, Xiaoyan Yang, Xuebiao Sun, Xiapei Meng, Han Kang, Rongguo Zhang, Haoyue Zhang, Min Liu, Huaping Dai, Chen Wang. *European Radiology*. 2023 Apr;33(4):2279-2288. [10.1007/s00330-022-09248-7](https://doi.org/10.1007/s00330-022-09248-7).

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10201307>

PALABRAS CLAVE

Fibrosis pulmonar idiopática
Procesamiento de imagen
Registro elástico
Tomografía computarizada

KEY WORDS

Idiopathic pulmonary fibrosis
Image processing
Elastic registration
Computed tomography

JOURNAL

VOL 4 - N° 62



OCTUBRE 2023

ABSTRACT

Presentamos el comentario de un estudio retrospectivo que analiza el seguimiento y la evaluación de la fibrosis pulmonar idiopática mediante la tomografía computarizada de alta resolución (TCAR) y los test de función respiratoria. El objetivo de este estudio consiste en correlacionar el grado de retracción pulmonar mediante la técnica de registro elástico con TCAR y el deterioro funcional que se producen en la fibrosis pulmonar idiopática. Para ello, se realizó un registro elástico con dos TC para obtener mapas de deformación pulmonar. El registro elástico evaluó cuantitativamente la retracción pulmonar en la fibrosis pulmonar idiopática, correlacionándose con las pruebas de función pulmonar.

We present a review of a retrospective study that analyzes the evaluation and follow-up of idiopathic pulmonary fibrosis using high-resolution computed tomography (HRCT) and respiratory function tests. The aim of this study is to correlate the degree of lung shrinkage using elastic registration technique with HRCT and the functional impairment observed in idiopathic pulmonary fibrosis. Elastic registration was performed on HRCT to obtain lung shrinkage maps using a Jacobian determinant. Elastic registration quantitatively assessed lung shrinkage in idiopathic pulmonary fibrosis, correlating with pulmonary function tests.



ARTÍCULO

La Fibrosis Pulmonar Idiopática (FPI) produce una fibrosis progresiva e irreversible del parénquima pulmonar y un deterioro de la función respiratoria asociados a una alta tasa de mortalidad. Se caracteriza por inflamación alveolar, trastornos estructurales parenquimatosos y fibrosis. Las pruebas de función pulmonar son los indicadores más comunes de la progresión de la IPF. La TCAR es fundamental para evaluar las enfermedades intersticiales pulmonares, pero su evaluación visual es subjetiva.

El objetivo del estudio comentado es analizar los nuevos indicadores de progresión como la retracción parenquimatoso y el remodelado vascular y correlacionarlos entre sí, con el deterioro funcional y con los hallazgos habituales por TC.

Se trata de un estudio retrospectivo con una cohorte de un solo centro. En las pruebas funcionales se incluyeron medidas como el porcentaje de capacidad vital (CV%), de capacidad vital forzada (CVF%), de capacidad pulmonar total (CPT%) y de capacidad de difusión del monóxido de carbono (DLco%). Se definió el deterioro funcional como una disminución absoluta del 10% de la CVF% o una disminución absoluta del 15% de la DLco%, según los criterios de 2011 del equipo multidisciplinar de la ATS/ERS/JRS/ALAT. En base a ello, se establecieron grupos de estabilidad y deterioro funcional.

- Criterios de inclusión: pacientes diagnosticados de FPI (siguiendo las pautas de 2011 de la ATS/ERS/JRS/ALAT), con al menos dos TC (uno inicial y otro de seguimiento) y pruebas funcionales realizadas el mismo día del escáner.
- Criterios de exclusión: mala calidad de imagen con artefactos significativos, coexistencia de otras enfermedades pulmonares, cirugías o derrame pleural y/o datos de pruebas respiratorias incompletos.

Se obtuvo una muestra de 69 pacientes diagnosticados de FPI de enero de 2015 a mayo de 2021.

Se emplearon TC multidetector sin contraste intravenoso, con adquisición en inspiración y craneocaudal desde los ápices pulmonares hasta el diafragma, en decúbito supino y con las manos del paciente por encima de la cabeza.

Dos radiólogos evaluaron visualmente las imágenes de manera independiente para determinar la estabilidad, deterioro o mejora de la FPI. Se estableció un grupo de deterioro visual si aumentaban las opacidades en vidrio esmerilado, las bronquiectasias de tracción y/o la formación de panal; de lo contrario, se consideraba estable morfológicamente.



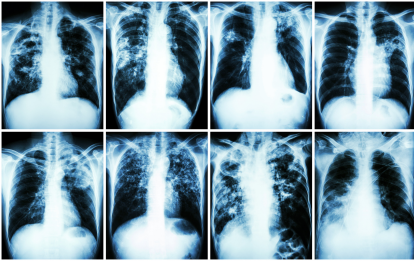
Para llevar a cabo el estudio elástico se realizó un análisis de las imágenes utilizando varios softwares y técnicas de procesado de imagen. Primero se preprocesaron las imágenes con un muestreo isotrópico de 1 mm y se segmentaron los campos pulmonares con "deep-learning", UNet e InferRead™ CT Lung, versión R3.12.3; Infervision Medical Technology Co., Ltd). A continuación, se realizó el registro elástico utilizando ElasticSyN de Advanced Normalization Tools (ANTs), que emparejaba las TC iniciales y de seguimiento para generar un campo de deformación pulmonar. Este campo muestra el grado de desplazamiento de cada voxel que existe entre las dos TC y nos indica, utilizando una escala logarítmica jacobiana, si hay retracción ($\log_jac < 0$), expansión (> 0) o si no existen cambios en la elasticidad del parénquima pulmonar ($= 0$). Estos datos son representados en un mapa de colores.

ARTÍCULO

La evaluación y segmentación vascular fue obtenida mediante diferentes técnicas automáticas.

Se utilizó el software SPSS 26.0 (SPSS) para el análisis estadístico. Las correlaciones entre los valores medios de \log_jac , los indicadores de función pulmonar y los parámetros relacionados con los vasos sanguíneos en pacientes con FPI se analizaron mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Se consideró un valor $p < 0.05$ como estadísticamente significativo.

En cuanto a los resultados, en primer lugar, habría que destacar algunos datos de la muestra. El intervalo medio entre los TC inicial y de seguimiento fue de 13,1 meses. Fue más largo para los pacientes con deterioro funcional (mediana, 20,6 meses) que para los pacientes con estabilidad funcional (mediana, 9,0 meses), ($p = 0,012$).



Con respecto a las pruebas funcionales, hubo una disminución significativa de la función pulmonar en el grupo de deterioro funcional en comparación con el grupo de estabilidad funcional, con una mediana de disminución de -14.0% (IQR, -21.7% a -11.0%) y -0.7% (IQR, -5.0% a 3.1%) para la CVF% ($p < 0.001$), respectivamente, así como -15.8% (IQR, -20.3% a -12.2%) y -0.9% (IQR, -4.4% a 6.9%) para la DLco% ($p < 0.001$), respectivamente. No hubo diferencias estadísticamente significativas en los cambios de los parámetros de las pruebas de función pulmonar entre los grupos de estabilidad y empeoramiento por imagen, excepto para la CV% ($p = 0.014$).

El deterioro en TC ocurrió con más frecuencia en pacientes con deterioro funcional (92.0%) en comparación con los pacientes con estabilidad funcional (47.7%) ($p = 0.001$). Los cambios en el número de estructuras vasculares fueron significativamente diferentes entre los dos grupos, con mayor disminución de las mismas en el grupo con deterioro funcional ($p < 0.001$).

En cuanto al registro elástico, la media de \log_jac fue de 0 (IQR, -0.02 a 0.02) en los pacientes con estabilidad funcional, mayor que en los pacientes con deterioro funcional (media de -0.10 con un IQR de -0.61 a 0.02). Se correlacionaron las medias de \log_jac con la CV% y CVF% (correlación débil con $r = 0.394$ y $r = 0.395$ respectivamente, $p < 0.05$). La correlación con los parámetros vasculares pulmonares fue moderada con el volumen vascular pulmonar ($r = 0.438$, $p < 0.01$) y con el volumen de la arteria pulmonar ($r = 0.530$, $p < 0.01$).

El análisis de los mapas Jacobianos (basados en los valores \log_jac) demostró valores homogéneos en los pacientes con estabilidad funcional y por imagen. En los pacientes con deterioro funcional y morfológico se objetivó una retracción significativa en bases pulmonares.

El estudio demuestra la validez de la técnica de registro elástico mediante TC para el análisis cuantitativo de la progresión de la FPI, debido a su correlación con las pruebas funcionales.

ARTÍCULO

El artículo se encuentra publicado en "European Radiology", una revista científica especializada en el diagnóstico por imagen. Fue fundada en 1991 y ha experimentado un crecimiento significativo desde entonces. La revista es el órgano oficial de la Sociedad Europea de Radiología y está dedicada a la divulgación de investigaciones originales, revisiones y estudios en todas las áreas de la radiología diagnóstica e intervencionista. Actualmente presenta un factor de impacto de 7.034, el cual ha aumentado progresivamente en los últimos años, con un factor de impacto de 5.315 en 2020 y de 4.101 en 2019.

El trabajo parte de la dificultad de la evaluación de la progresión de la FPI mediante la imagen y propone por primera vez un método cuantitativo: el registro elástico con TC. La retracción pulmonar es un parámetro complejo de evaluar mediante TC, más aún en los casos que presentan fibrosis avanzada. Los mapas de deformación pulmonar, a través de una escala de colores, son una herramienta útil que aporta objetividad y aumenta correlación inter/e intraobservador en la evaluación de la patología.

Lo más interesante de este estudio son sus propios objetivos y no tanto sus resultados, ya que se trata de un estudio retrospectivo con algunos puntos a mejorar en su diseño. En primer lugar, no definir un tiempo determinado entre la realización de cada TC supone una mayor probabilidad de encontrar peores resultados. Como vimos en el resumen del artículo, los pacientes con deterioro funcional se realizaron el TC de control más tarde, lo que lleva a incurrir en sesgos de clasificación.

Hay otros parámetros técnicos que no se pueden controlar con un diseño retrospectivo, como el grado de inspiración o la preparación específica de pacientes por parte del equipo técnico de radiodiagnóstico.

Otro aspecto a destacar es el escaso tamaño muestral. En este sentido, se produjeron muchas pérdidas de pacientes por aspectos que no se podían controlar debido al diseño. Por ejemplo, muchos pacientes no pudieron realizarse las pruebas funcionales porque presentaban una exacerbación de la enfermedad y, sin embargo, si habían podido realizarse la TC.

A pesar de todo, el estudio sienta un precedente de cara a realizar futuras investigaciones en este campo. Hasta el momento, hay escasos trabajos que hayan estudiado la retracción pulmonar mediante la técnica de registro elástico. Algunos estudios, como el de Chassagnon et al, emplean esta técnica con RM en pacientes con enfermedad intersticial asociada a esclerosis sistémica. Otros, como el de Ronneeberger et al, describen las redes U-Net para segmentación de imagen médica.

Con este trabajo se abre un nuevo camino para los marcadores de imagen en el análisis cuantitativo de la FPI. El final del estudio concluye con la propuesta de elaborar futuros estudios multicéntricos para conseguir un mayor número muestral y correlaciones más fuertes entre los diferentes marcadores de imagen de la FPI y la retracción pulmonar.

REFERENCIAS

- 1.- Sun, X., Meng, X., Zhang, P., et al. (2022). Quantification of pulmonary vessel volumes on low-dose computed tomography in a healthy male Chinese population: the effects of aging and smoking. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 12(1), 406–416. <https://doi.org/10.21037/qims-21-160>.
- 2.- Chassagnon, G., Vakalopoulou, M., Régent, A., et al. (2021). Elastic registration-driven deep learning for longitudinal assessment of systemic sclerosis interstitial lung disease at CT. *Radiology*, 298(1), 189–198. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200319>.
- 3.- Humphries, S., Yagihashi, K., Huckleberry, J., et al. (2017). Idiopathic pulmonary fibrosis: data-driven textural analysis of extent of fibrosis at baseline and 15-month follow-up. *Radiology*, 285(1), 270–278. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017161177>.
- 4.- Avants, B. B., Tustison, N. J., Stauffer, M., Song, G., Wu, B., & Gee, J. C. (2014). The Insight ToolKit image registration framework. *Frontiers in Neuroinformatics*, 8, 44. <https://doi.org/10.3389/fninf.2014.00044>.

AUTOEVALUACIÓN

1.- De las siguientes afirmaciones, señale la respuesta correcta:

- A)** La retracción pulmonar en los pacientes con FPI afecta con mayor frecuencia a los vértices pulmonares.
- B)** Los valores $\log_{jac} > 0$ significan se correlacionan con la expansión pulmonar.
- C)** El intervalo entre los TC inicial y de seguimiento en los pacientes con deterioro funcional fue menor.
- D)** En los pacientes con deterioro funcional aumentaron el número de marcas vasculares.

2.- ¿Cuál de los siguientes indicadores se correlacionó débilmente con la función pulmonar en pacientes con Fibrosis Pulmonar Idiopática (FPI) según el estudio mencionado?

- A)** Número de estructuras vasculares.
- B)** Intervalo medio entre los TC inicial y de seguimiento.
- C)** Retracción en las bases pulmonares.
- D)** Volumen vascular pulmonar.