



Validación y valoración pronóstica de la IA aplicada al TC torácico.

Fernando Sánchez Montoro, María Luz Parra Gordo, Aúrea Díez Tascón, Milagros Martí de Gracia, Kevin Stephen Acosta Velásquez, Rebeca Gil Vallano, Susana Fernández Fernández.

Hospital Universitario La Paz, Madrid.

Objetivos:

- Objetivo principal: valoración pronóstica y validación del software de inteligencia artificial (IA) implantado en el HULP durante la pandemia de SARS-CoV-2.
- Objetivo secundario: hallar correlación entre datos analíticos y datos proporcionados por dicha inteligencia artificial.
- En cuanto a la valoración pronóstica, determinar si los datos arrojados por la IA guardan relación con el pronóstico final del paciente que acude a las Urgencias del HULP con sospecha de neumonía por coronavirus.
- En cuanto a la validación, determinar si los datos arrojados por la IA guardan relación con los hallazgos del informe radiológico.

Material y métodos:

- Se trata de un estudio observacional retrospectivo en el que se reclutaron a todos los pacientes que acudieron a la Urgencia del HULP desde el 5 de Agosto de 2021 al 9 de Septiembre de 2021 con sospecha de neumonía causada por coronavirus y se les sometió a una TC de tórax para descartarla o confirmarla. En total 305 pacientes componen la muestra.
- El médico petionario recibió el informe radiológico y, de manera independiente, las imágenes de las TC de tórax se subieron a una plataforma online conectada al PACS del HULP para su análisis por un software de inteligencia artificial.
- Tras el periodo de reclutamiento, se recabaron los datos emitidos por dicho software para la confección de una base de datos que contrastar con el informe radiológico.

Material y métodos:

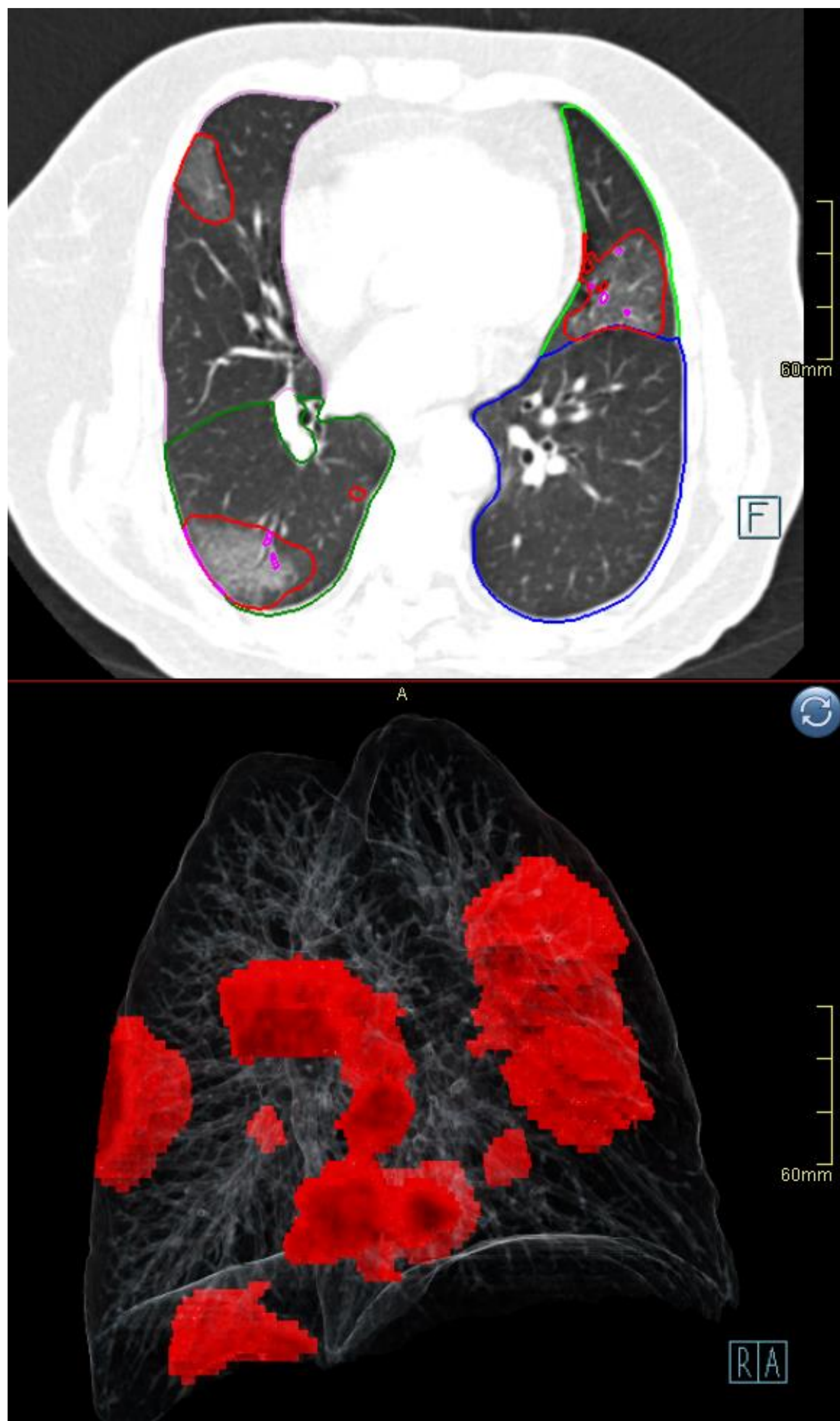
- La IA analiza las opacidades pulmonares y las desglosa en **opacidades** y **opacidades altas**, que se traduce en opacidad en vidrio deslustrado y consolidación. Los hallazgos los desglosa por pulmones y por segmentos

OPACIDAD PULMÓN	Ambos pulmones	Pulmón dcho.	Pulmón izq.	No apto para diagnóstico "	
Cuant. opacidad	7	4	3		
Volumen total [ml]	3714.15	1832.88	1881.27		
Volumen de opacidad [ml]	782.48	373.25	409.23		
Porcentaje de opacidad [%]	21.07	20.36	21.75		
Volumen de opacidad alta [ml]	79.26	41.52	37.74		
Porcentaje de opacidad alta [%]	2.13	2.27	2.01		
HU media total [HU]	-735.15	-729.06	-741.09		
HU media de opacidad [HU]	-547.41	-539.09	-554.99		
Desviación estándar total [HU]	225.96	225.42	226.34		
Desviación estándar de opacidad [HU]	241.45	242.55	240.20		

OPACIDAD LÓBULO PULMONAR	Superior dcho.	Medio dcho.	Inferior dcho.	Superior izq.	Inferior izq.
Cuant. opacidad	1	1	2	1	2
Volumen total [ml]	772.35	306.80	753.73	1031.64	849.62
Volumen de opacidad [ml]	104.04	32.41	236.80	170.03	239.20
Porcentaje de opacidad [%]	13.47	10.56	31.42	16.48	28.15
Volumen de opacidad alta [ml]	4.53	2.16	34.84	9.64	28.11
Porcentaje de opacidad alta [%]	0.59	0.70	4.62	0.93	3.31
HU media total [HU]	-778.51	-788.56	-654.17	-788.31	-683.75
HU media de opacidad [HU]	-626.72	-588.31	-493.86	-600.71	-522.50
Desviación estándar total [HU]	186.80	201.25	248.89	204.86	237.65
Desviación estándar de opacidad [HU]	209.48	220.20	247.11	229.45	242.36

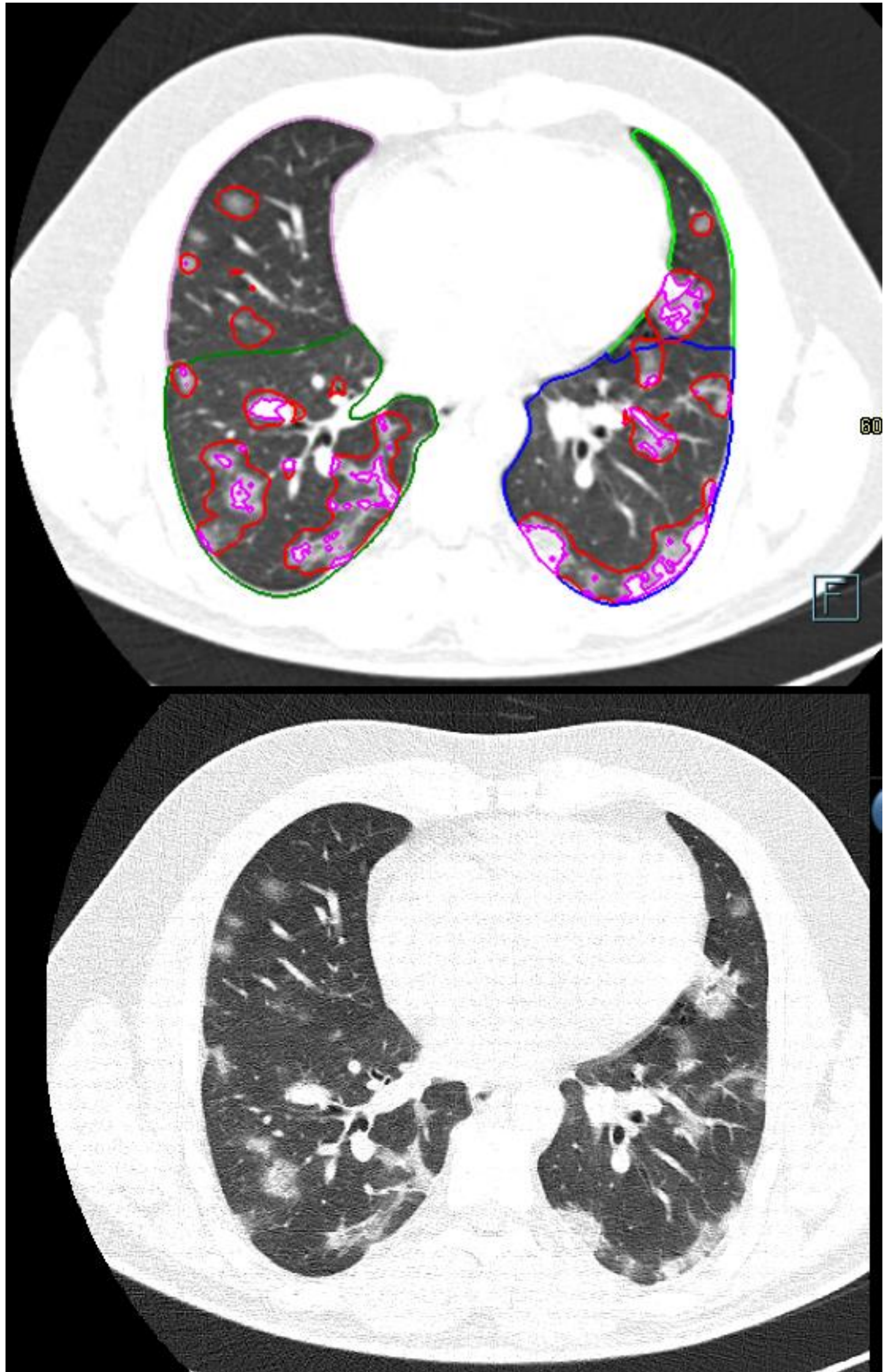
Material y métodos:

- La IA segmenta cada pulmón en lóbulos, aporta el volumen pulmonar total y por lóbulos, el volumen que ocupan las opacidades y el porcentaje con respecto al lóbulo o pulmón en el que se encuentran.

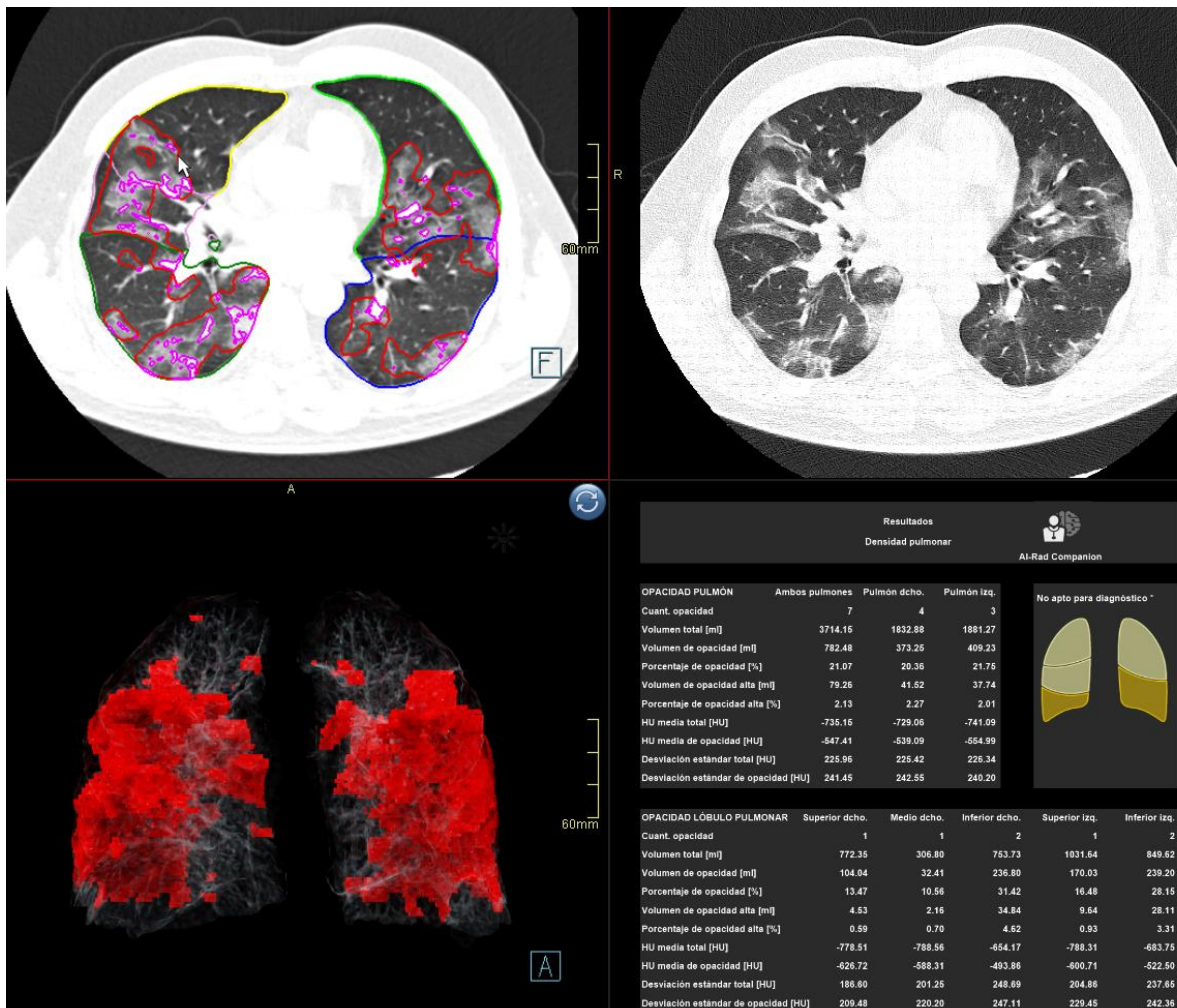


Material y métodos:

- Las imágenes con **silueta roja** son opacidades detectadas por la IA, mientras que las opacidades con **silueta fucsia** son opacidades altas (o consolidación). Los otros colores delimitan los lóbulos pulmonares.



Material y métodos:



Material y métodos:

- Se elaboró una base de datos con variables como el **porcentaje de vidrio deslustrado y consolidación**, así como la **atenuación pulmonar media** y el **volumen de las opacidades** y se compararon con la presencia o no de dichas opacidades arrojada por el informe radiológico.

% VIDRIO DESLUSTRADO TOTAL (AMBOS PULMONES)			% CONSOLIDACION TOTAL (AMBOS PULMONES)			ATENUACIÓN MEDIA DE AMBOS PULMONES (UH)		
VD en PD	VD en PI		C en PD	C en PI		AM del PD	AM del PI	
2,3	3,5	1,3	0,1	0,2	0,0	-843,0	-824,0	-859,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-866,0	-862,0	-871,0
4,3	4,6	3,9	0,3	0,0	0,1	-842,0	-843,0	-842,0
36,3	20,5	43,5	3,0	2,8	3,4	-652,0	-668,0	-633,0
3,9	4,5	3,2	0,9	1,1	0,7	-751,0	-750,0	-752,0
12,2	20,2	4,1	4,2	7,1	1,4	-748,0	-710,0	-787,0
9,7	14,9	1,9	0,5	0,7	0,1	-725,0	-725,0	-724,0
24,6	13,9	54,4	4,5	1,2	13,9	-652,0	-688,0	-550,0
24,2	25,4	22,8	11,8	13,3	10,2	-584,0	-568,0	-602,0
2,6	3,4	1,6	0,4	0,6	0,2	-835,0	-832,0	-839,0
0,4	0,0	0,8	0,2	0,0	0,3	-838,0	-843,0	-832,0
64,1	65,1	63,1	10,5	14,8	6,3	-548,0	-506,0	-590,0
6,1	11,9	0,1	1,1	2,1	0,0	-805,0	-780,0	-831,0
0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-820,0	-824,0	-814,0
51,3	53,1	49,2	9,3	10,8	7,6	-590,0	-575,0	-607,0
3,6	6,5	1,1	1,2	2,6	0,0	-740,0	-716,0	-760,0
0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	-870,0	-868,0	-872,0
7,6	11,2	3,7	0,5	0,9	0,1	-827,0	-817,0	-837,0
0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	-838,0	-836,0	-840,0
12,1	8,9	16,6	2,8	1,3	1,9	-713,0	-736,0	-681,0
56,9	52,6	62,8	22,1	17,8	28,1	-473,0	-511,0	-422,0
0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	-896,0	-901,0	-891,0
1,3	2,8	0,0	0,5	1,1	0,0	-847,0	-833,0	-858,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-838,0	-834,0	-843,0
2,3	0,1	5,2	0,7	0,0	1,6	-828,0	-846,0	-806,0
26,8	25,2	29,1	15,8	14,2	18,0	-623,0	-640,0	-600,0
5,3	0,1	10,9	1,2	0,0	2,6	-826,0	-848,0	-802,0
10,3	5,0	18,0	0,9	0,4	1,6	-721,0	-742,0	-691,0
12,3	14,2	9,2	1,6	2,0	1,1	-688,0	-702,0	-666,0
2,7	2,6	2,8	0,7	0,6	0,8	-788,0	-790,0	-786,0
9,9	7,7	12,5	2,6	2,5	2,9	-734,0	-745,0	-721,0
2,0	3,9	0,0	0,1	0,1	0,0	-847,0	-851,0	-863,0
3,5	3,0	4,1	0,1	0,1	0,1	-847,0	-854,0	-838,0
3,7	6,3	0,1	0,9	1,5	0,0	-794,0	-781,0	-827,0
66,2	61,1	72,3	6,6	5,6	7,7	-516,0	-525,0	-504,0
0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-797,0	-797,0	-796,0
25,9	33,1	18,9	9,3	15,0	3,7	-645,0	-603,0	-685,0
72,5	61,4	86,7	22,9	17,8	29,3	-447,0	-513,0	-361,0
1,6	3,0	0,4	0,6	1,0	0,2	-836,0	-823,0	-848,0
0,8	0,4	1,2	0,1	0,0	0,1	-853,0	-855,0	-850,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-833,0	-830,0	-838,0
4,9	1,9	8,8	1,0	0,2	2,1	-783,0	-803,0	-756,0

Material y métodos:

- Además, se recabaron datos clínicos de los pacientes involucrados para la valoración pronóstica, como el **ingreso hospitalario, días de ingreso, medidas UCI/UVI, éxitus y días de ingreso (entre otras)**, así como variables analíticas tales como el **dímero D** y la **proteína C reactiva**.
- La media de la edad de la muestra es de 68 años y una mediana de 72, con un 53% de hombres y un 47% de mujeres.
- 176 pacientes fueron diagnosticados de infección por coronavirus (57%) con positividad para la PCR del 54%. 240 pacientes ingresaron (78%), 91 requirieron medidas UVI/UCI y 31 fallecieron en el contexto de neumonía por coronavirus (12%).

Resultados:

- **El porcentaje de consolidación total, así como desglosado para pulmón derecho y pulmón izquierdo pueden considerarse como un modelo predictivo válido al obtener bajos valores con el análisis cross-validation y RMSE (error cuadrático medio) con valores respectivos de 5.4, 8.01 y 5.99.**
- **Otros valores que podrían usarse como modelo predictivo son el porcentaje de vidrio deslustrado en el pulmón derecho y pulmón izquierdo (RSME de 0.5 ambos), no así el vidrio deslustrado total (RSME de 22.9).**
- **En cuanto a la valoración pronóstica, el porcentaje de consolidación total es la única variable que puede considerarse como modelo pronóstico válido (RSME de 5,38).**

Discusión:

- **El software de IA analizado aplicado al TC de tórax en el análisis de las opacidades pulmonares podría utilizarse en la detección de consolidaciones para estratificación pronóstica de los pacientes con sospecha de neumonía por coronavirus y muestra alto grado de acuerdo con el informe radiológico.**
- **El porcentaje de vidrio deslustrado, aunque desglosado por pulmones parece mostrar acuerdo con el informe radiológico, es sobreestimado por múltiples elementos tales como los artefactos de movimiento, el engrosamiento de septal y otro tipo de lesiones.**

Conclusiones:

- **Los algoritmos de IA a través del “Deep learning” son capaces de analizar grandes bases de datos y adquirir la capacidad para detectar la presencia de lesiones pulmonares. En este trabajo se demuestra que, al menos para las consolidaciones, la IA analizada muestra alto grado de acuerdo con el informe radiológico y puede tener un valor pronóstico que permita estratificar a los pacientes con sospecha de neumonía que acudan a la urgencia.**



Referencias:

- 1. Maheshwar Kuchana¹ & Amritesh Srivastava² & Ronald Das³ & Justin Mathew⁴ & Atul Mishra¹ & Kiran Khatter¹. AI aiding in diagnosing, tracking recovery of COVID-19 using deep learning on Chest CT scans. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-10010-8>.
- 2. Maria Paola Belfore¹ Fabrizio Urraro¹ Roberta Grassi¹ Giuliana Giacobbe¹ Gianluigi Patelli² Salvatore Cappabianca¹ Alfonso Reginelli¹. Artificial intelligence to codify lung CT in Covid-19 patients. <https://doi.org/10.1007/s11547-020-01195-x>
- 3. Xi Fang¹ · Uwe Kruger¹ · Fatemeh Homayounieh² · Hanqing Chao¹ · Jiajin Zhang¹ · Subba R. Digumarthy² · Chiara D. Arru² · Mannudeep K. Kalra² · Pingkun Yan¹. Association of AI quantified COVID-19 chest CT and patient outcome. <https://doi.org/10.1007/s11548-020-02299-5>.
- 4. Stephanie A. Harmon^{1,2,15}, Thomas H. Sanford^{3,15}, Sheng Xu⁴, Evrim B. Turkbey⁵, Holger Roth⁶, Ziyue Xu⁶, Dong Yang⁶, Andriy Myronenko⁶, Victoria Anderson⁴, Amel Amalou⁴, Maxime Blain⁴, Michael Kassin⁴, Dilara Long⁴, Nicole Varble^{4,7}, Stephanie M. Walker¹, Ulas Bagci⁸, Anna Maria Ierardi⁹, Elvira Stellato⁹, Guido Giovanni Plensich⁹, Giuseppe Franceschelli¹⁰, Cristiano Girlando¹¹, Giovanni Irmici¹¹, Dominic Labella³, Dima Hammoud⁵, Ashkan Malayeri⁵, Elizabeth Jones⁵, Ronald M. Summers⁵, Peter L. Choyke¹, Daguang Xu⁶, Mona Flores⁶, Kaku Tamura¹², Hirofumi Obinata¹², Hitoshi Mori¹², Francesca Patella¹⁰, Maurizio Cariatì¹⁰, Gianpaolo Carrafiello^{9,13}, Peng An^{14,15}, Bradford J. Wood^{4,15} & Baris Turkbey^{1,15} Artificial intelligence for the detection of COVID-19 pneumonia on chest CT using multinational datasets. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17971-2>.