

LiverColor®

ALGORITMO DE CUANTIFICACIÓN DE ESTEATOSIS HEPÁTICA UTILIZANDO "MACHINE LEARNING" Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Concepción Gómez-Gavara¹

Mar Moya Giménez², María Teresa Salcedo³, Gemma Piella², Javier Vázquez Corral², Rocio Martin¹, Berta Pares¹, Elizabeth Pando¹, José Andrés Molino¹, Cristina Dopazo¹, Mar Dalmau¹, Ernest Hidalgo¹, Mireia Caralt¹, Itxarone Bilbao¹, Ramon Charco¹

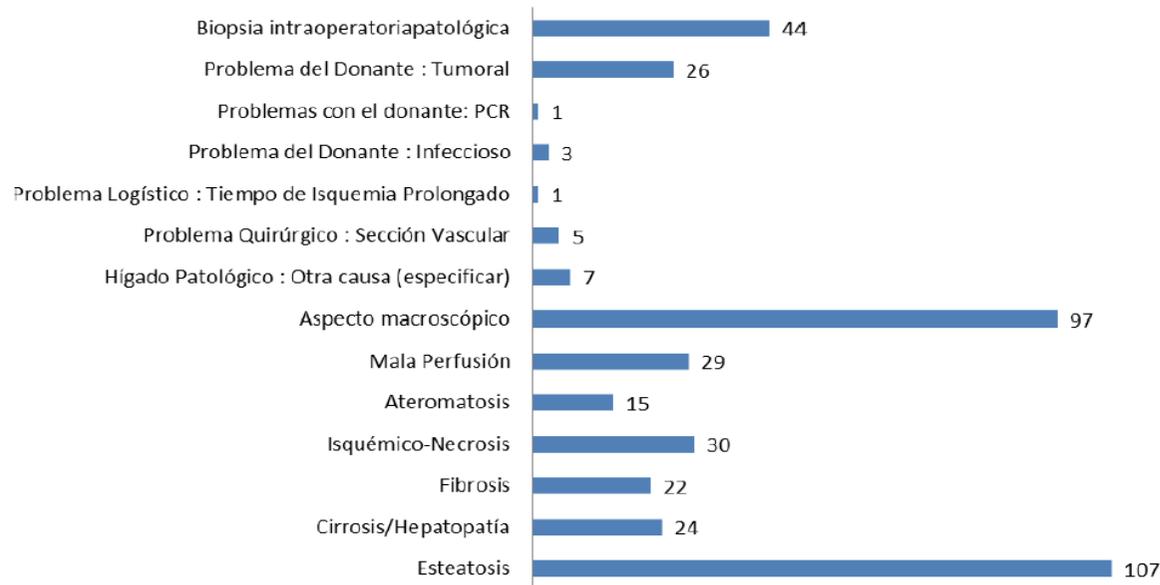
(1)Servicio de Cirugía HBP y Trasplante. , Hospital Universitario Vall d'Hebron , Barcelona

(2)Universitat Pompeu Fabra, Barcelona Centre for New Medical Technologies (BCN Medtech)

(3)Servicio de Anatomía Patológica, Hospital Vall d'Hebron.

INTRODUCCIÓN

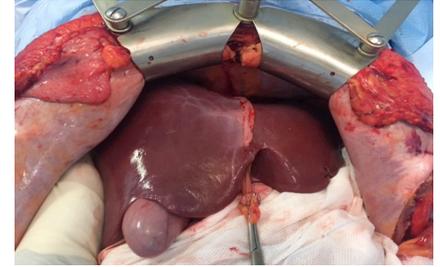
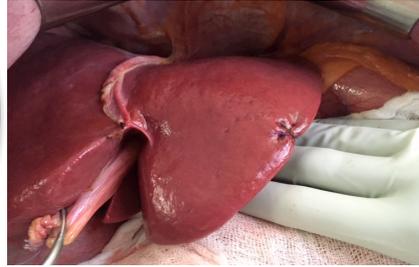
Causas de no validez hepática 2016, N=414



Principal causa rechazo injertos hepáticos → Macroesteatosis

Macroesteatosis → Coloración amarillenta

INTRODUCCIÓN



Evaluación objetiva

- Evaluación microscópica
- Análisis histopatológico
- **Técnica Gold Standard**
- Precisa pero lenta, cara e invasiva
- A veces no disponible

Evaluación subjetiva

- Evaluación macroscópica
- Inspección del **color, forma, textura y ateromatosis arterial**
- Ciruján@ dependiente
- Rápido pero propenso a errores

Método principal actualmente
(40-70% de aciertos*)

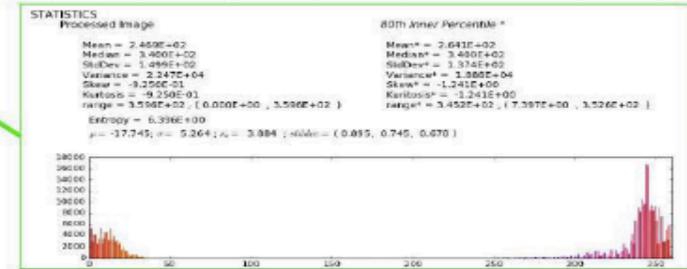
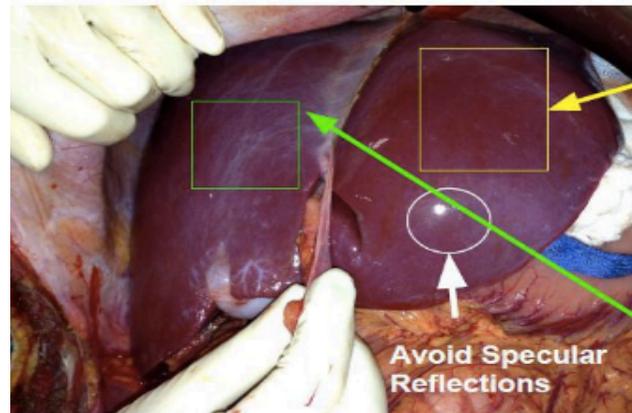
INTRODUCCIÓN

Letters from the Frontline | [Free Access](#)

Noninvasive assessment of liver steatosis in deceased donors: A pilot study

Manuela Cesaretti M.D., Nicolas Poté M.D., Francois Cauchy M.D., Federica Dondero M.D., Safi Dokmak M.D., Ailton Sepulveda M.D., Anne Sophie Schneck M.D., Claire Francoz M.D., Ph.D. ... [See all authors](#)

N = 12



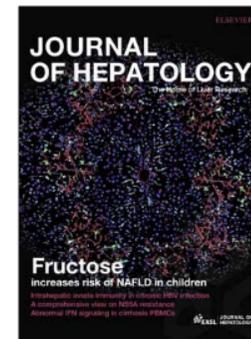
Pearson correlation coefficient: 0.83

INTRODUCCIÓN

Evaluation of a micro-spectrometer for the real-time assessment of liver graft mild-to-moderate macrosteatosis: a proof of concept study

N. Golse, C. Cosse, M.-A. Allard, A. Laurenzi, M. Tedeschi, N. Guglielmo, E. Fernandez-Sevilla, M. Robert, B. Tréchet, D. Pietrasz, G. Pittau, O. Ciacio, A. Sa Cunha, D. Castaing, D. Cherqui, R. Adam, D. Samuel, M. Sebag, E. Vibert

N = 35 Training
N= 154 Validation



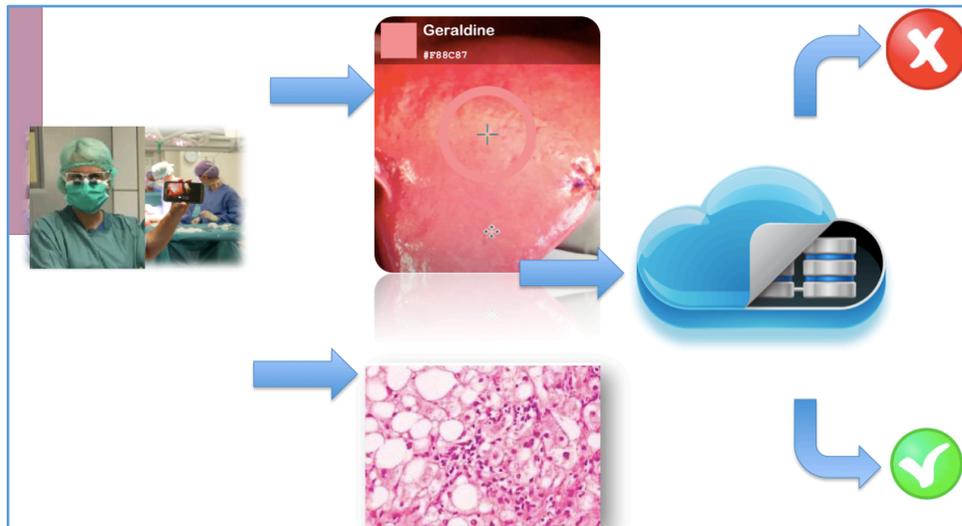
Accuracy reached 0.91%, with reproducibility of 86.3%

OBJETIVOS



Desarrollar un algoritmo "Machine Learning" para detectar y cuantificar automáticamente el grado de macroesteatosis de los injertos hepáticos de manera objetiva.

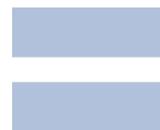
DISEÑO



Análisis
automático de
color y forma
por fotografías
móviles



Modelo de
aprendizaje
predictivo



Diferenciación
entre
esteatosis
severa y leve

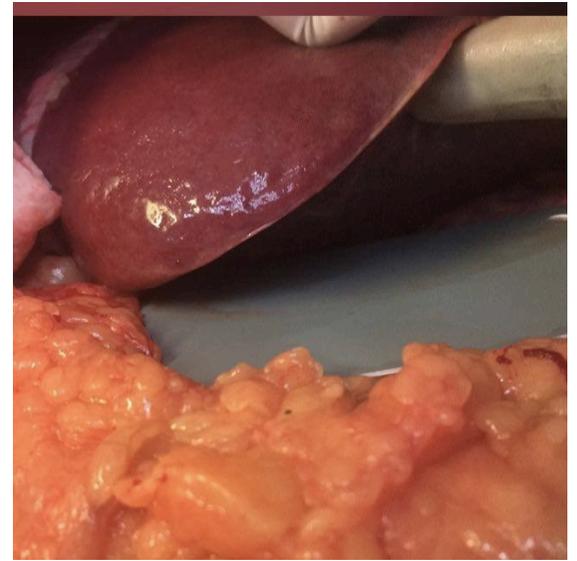
CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Edad > 18 años

Bilirubina total < 2,5

GOT/GPT/GGT < 400

Receptor consentimiento informado



**CRITERIOS DE
EXCLUSIÓN**

Donantes vivos



Donantes pediátricos

Hígados *Split*

Pacientes cirróticos

DISEÑO

5 fotografías
Distancia de 10 cm
Cámaras de 12 megapixels



FOTO PRE-BIOPSIA



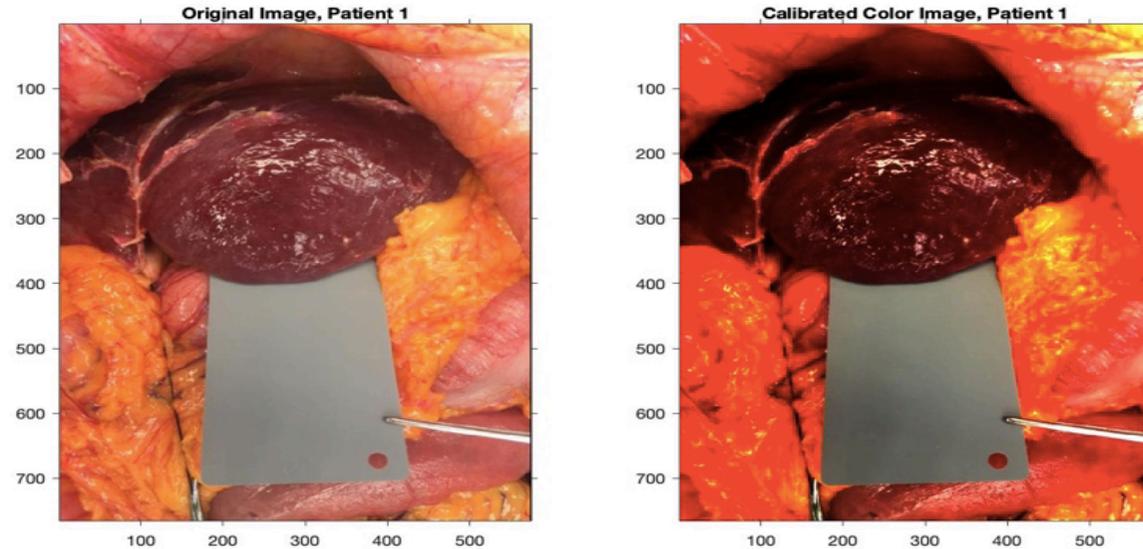
FOTO POST-BIOPSIA



FOTO POST-PERFUSIÓN

MÉTODOS

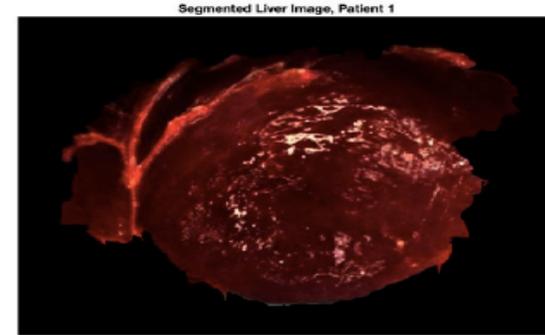
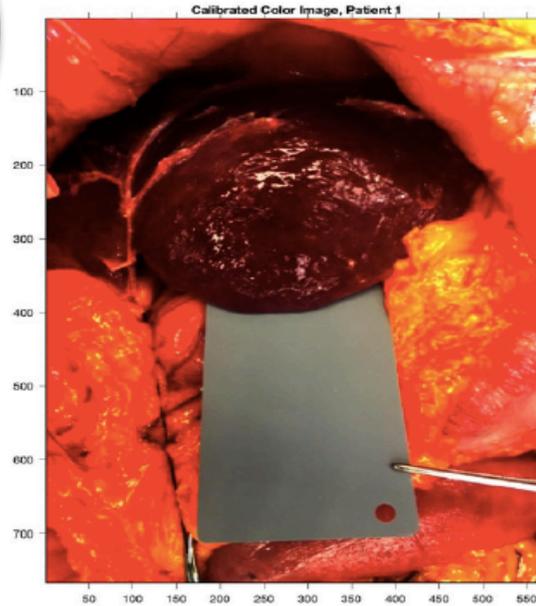
CALIBRADO DE IMÁGENES



Colorimetría → transformación del color al lenguaje hexadecimal

MÉTODOS

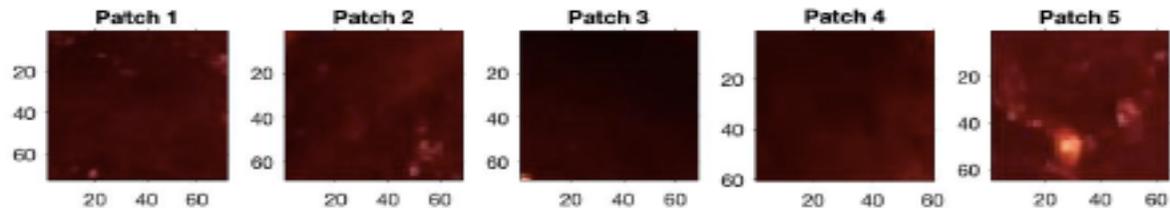
CALIBRADO DE IMÁGENES



Segmenter app of Matlab

MÉTODOS

SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES



Dimensions of patches in pixels.

Patch 1: (72x72) px;

Patch 2: (68x68) px;

Patch 3: (68x68) px;

Patch 4: (60x60) px;

Patch 5: (64x64) px.

MÉTODOS

PRIMERA FASE: ENTRENAMIENTO DEL ALGORITMO

SEGUNDA FASE: TESTING DEL AGLORTIMO

$$\frac{\partial}{\partial a} \ln f_{a, \sigma^2}(\xi_1) = \frac{(\xi_1 - a)}{\sigma^2} f_{a, \sigma^2}(\xi_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}$$
$$\int_{\mathcal{R}_n} T(x) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} f(x, \theta) dx = M \left(T(\xi) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(\xi, \theta) \right)$$
$$\int_{\mathcal{R}_n} T(x) \cdot \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(x, \theta) \right) \cdot f(x, \theta) dx = \int_{\mathcal{R}_n} T(x) \cdot \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \frac{f(x, \theta)}{f(x, \theta)} \right) f(x, \theta) dx$$

CALIBRADO DE IMÁGENES

RESULTADOS

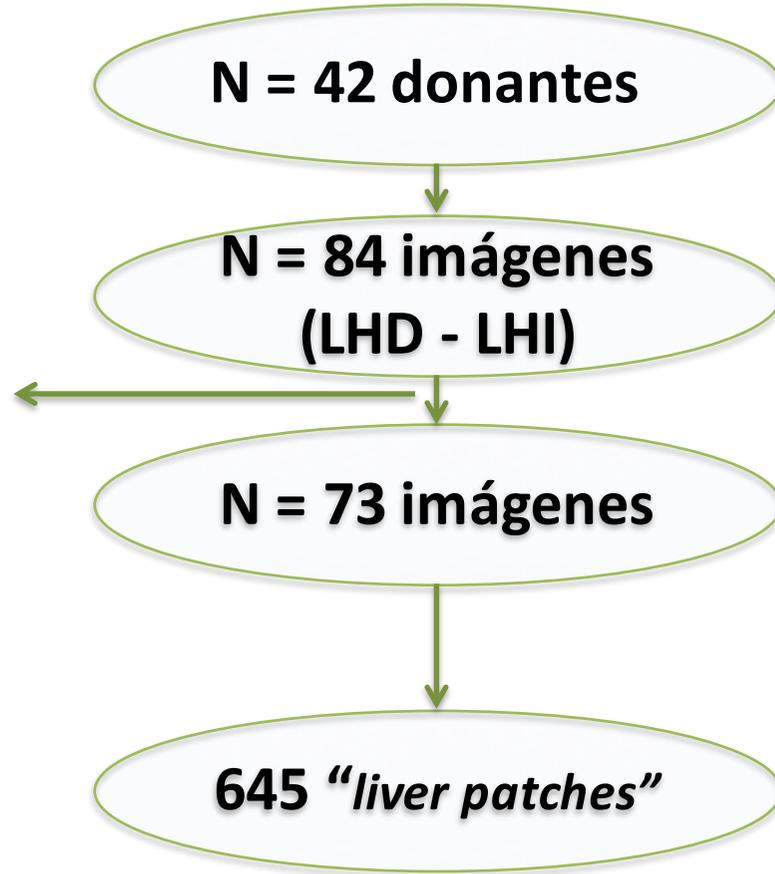
N = 9
imágenes
descartadas

N = 42 donantes

N = 84 imágenes
(LHD - LHI)

N = 73 imágenes

645 "liver patches"



RESULTADOS

TRAINING COHORT

N = 23 donantes

T R A I N I N G C O H O R T	Patients	Right Liver Images	Left Liver Images	Total Liver Images
	Patient 1	1	1	2
	Patient 2	1	0	1
	Patient 3	1	1	2
	Patient 4	1	1	2
	Patient 5	1	1	2
	Patient 6	1	1	2
	Patient 7	1	0	1
	Patient 8	1	1	2
	Patient 9	1	1	2
	Patient 10	0	1	1
	Patient 11	1	1	2
	Patient 12	1	1	2
	Patient 13	1	1	2
	Patient 14	1	1	2
	Patient 15	1	1	2
	Patient 16	1	1	2
	Patient 17	0	1	1
	Patient 18	1	0	1
	Patient 19	1	1	2
	Patient 20	1	1	2
	Patient 21	0	1	1
	Patient 22	1	1	2
	Patient 23	1	0	1
Total	23 Patients	20 Right Liver Images	19 Left Liver Images	39 Total Liver Images

RESULTADOS

TESTING COHORT

N = 19 donantes

T E S T I N G C O H O R T	Patients	Right Liver Images	Left Liver Images	Total Liver Images
	Patient 24	1	0	1
	Patient 25	0	1	1
	Patient 26	1	1	2
	Patient 27	1	1	2
	Patient 28	0	1	1
	Patient 29	1	1	2
	Patient 30	1	1	2
	Patient 31	1	1	2
	Patient 32	1	1	2
	Patient 33	1	1	2
	Patient 34	1	1	2
	Patient 35	1	1	2
	Patient 36	1	1	2
	Patient 37	1	1	2
	Patient 38	1	1	2
	Patient 39	1	0	1
	Patient 40	1	1	2
	Patient 41	1	1	2
	Patient 42	1	1	2
Total	19 Patients	17 Right Liver Images	17 Left Liver Images	34 Total Liver Images

RESULTADOS

Trial Name	SVM Accuracy (%)
Luminescence	79,4
Luminescence (features removed)	79,4
LBP	66,7
LBP + Luminesce	64,5
<i>a</i> Chromatic	80,9
<i>a</i> Chromatic + <i>Luminescence</i>	80,9
<i>a</i> Chromatic (features removed)	85,3

La escala cromática rojo-verde → mejor predictor de esteatosis

CONCLUSIONES

El sistema "Machine Learning" utilizando información color del procesamiento de imágenes es una estrategia objetiva para evaluar el grado de esteatosis del injerto hepático de manera precisa.