



# Application of the GradCAM algorithm for the localization of tumor masses in Digital Breast Tomosynthesis

R. RICCIARDI - Scuola di Specializzazione in Fisica Medica & INFN sezione NA

14 FEB 2023 - MILANO



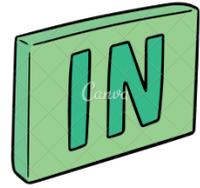
WP3 - PROJECT NEXT AIM

# Computer Aided Detection in DBT

L'obiettivo è l'implementazione di un'architettura di deep learning per il **Computed Aided Detection** (CAD), basata su reti neurali convoluzionali profonde (DCNN), per il rilevamento e la classificazione automatica delle lesioni mammarie nelle immagini di **tomosintesi digitale al seno** (DBT).



# Slice Selection

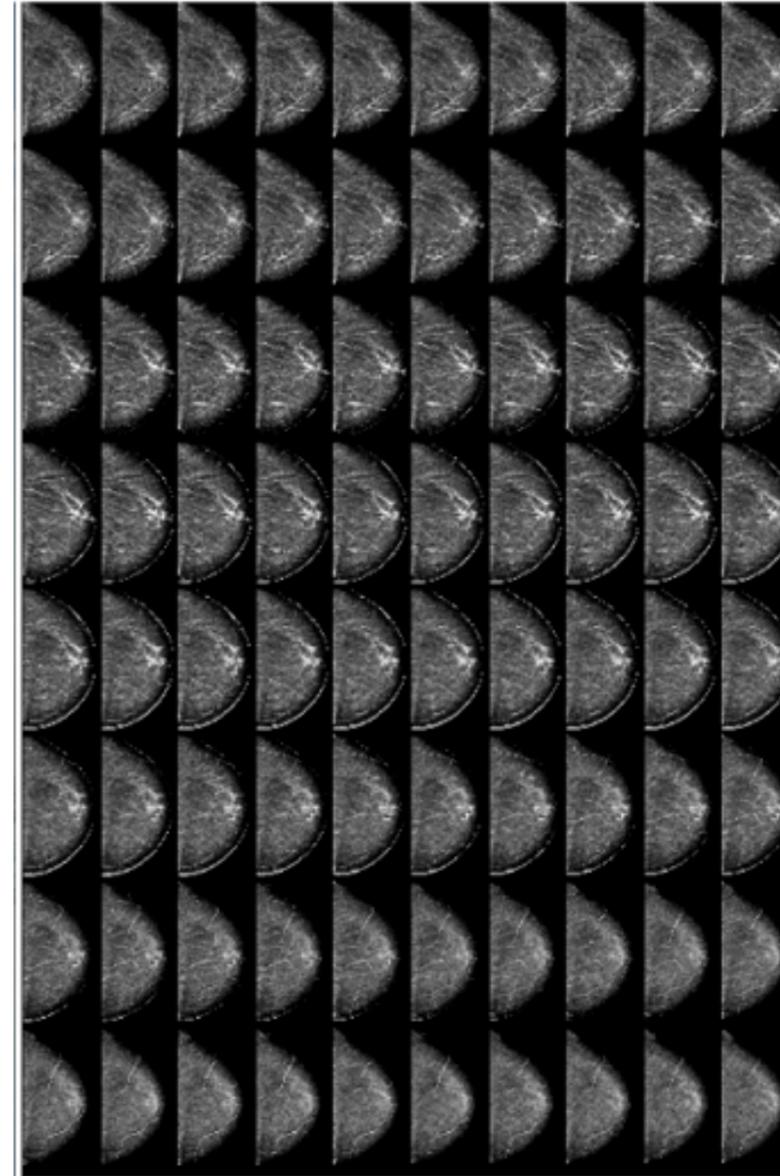


Analisi di un intero volume DBT

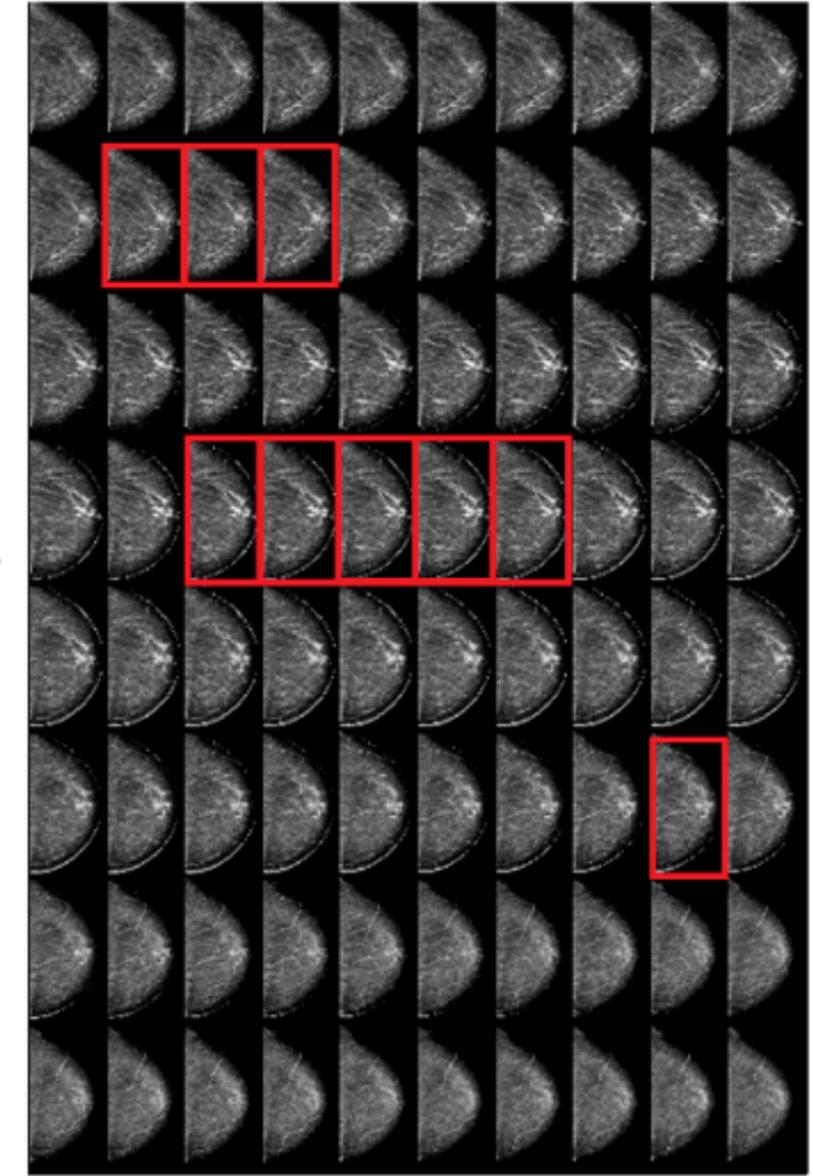
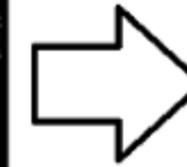


Indicazione per ogni slices della possibile presenza della lesione all'interno di esse

Patient 1 Dataset



STAGE 1



# Explainable AI (XAI)

La scarsa trasparenza dei sistemi AI è tipica di quella che convenzionalmente viene definita la “**Black Box**” dell'intelligenza artificiale, una scatola nera in cui convergono dati ed algoritmi funzionali alla creazione di un modello capace di apprendere e decidere in autonomia.

**Fino a che punto possiamo fidarci di uno strumento che non controlliamo?**

L' **Explainable AI** (XAI) è un insieme di strumenti e di tecniche utilizzate per aiutare le persone a comprendere meglio perché un modello di intelligenza artificiale genera certe decisioni.



# L'algoritmo Grad-CAM

Tra gli approcci utilizzati per l'interpretazione di modelli di Deep Learning, vi è il metodo basato sull'utilizzo di "mappe di salienza" (i.e., saliency map) le quali evidenziano specifiche aree dell'immagine che risultano importanti per la predizione finale.

Grad-CAM for "Cat"



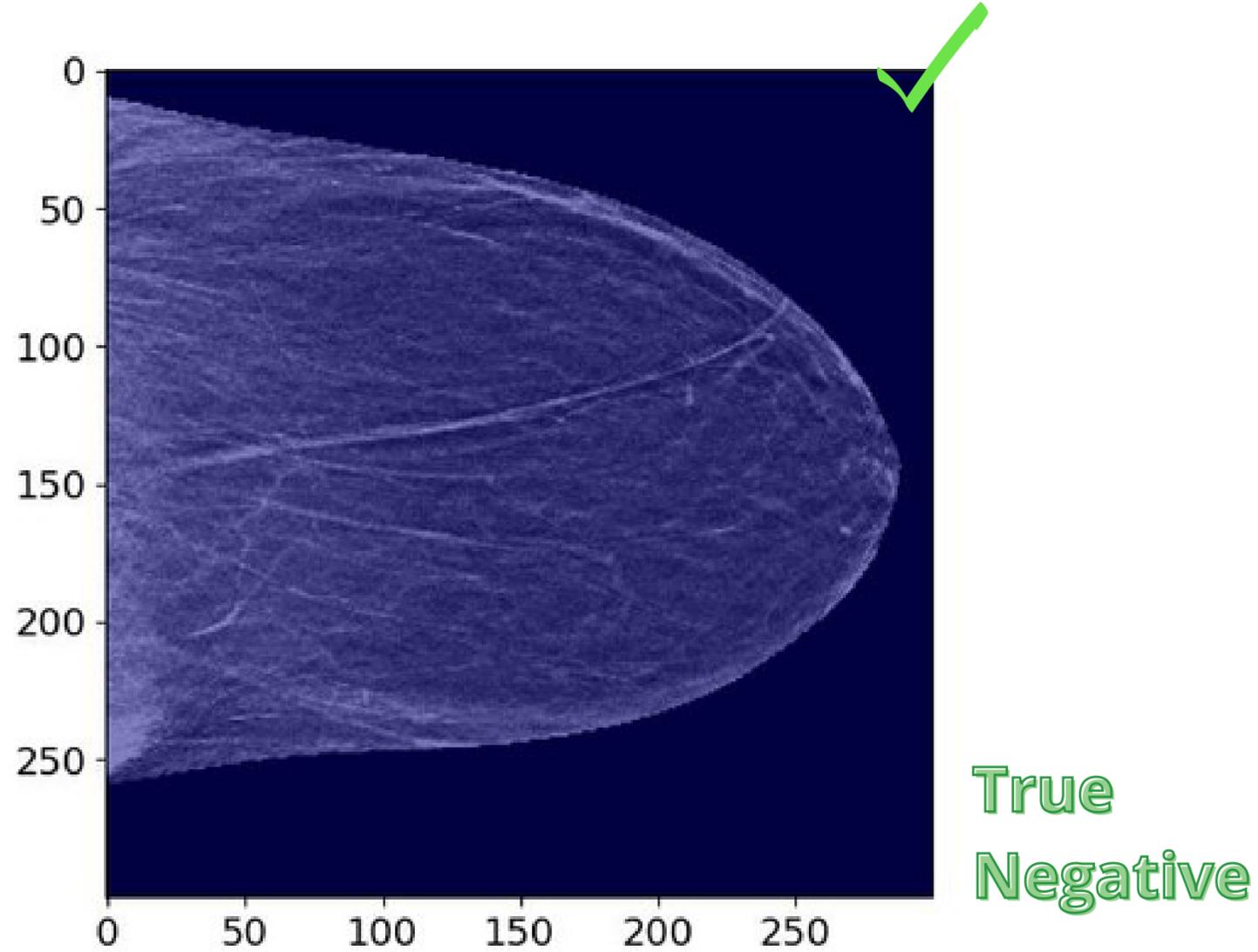
Grad-CAM for "Dog"



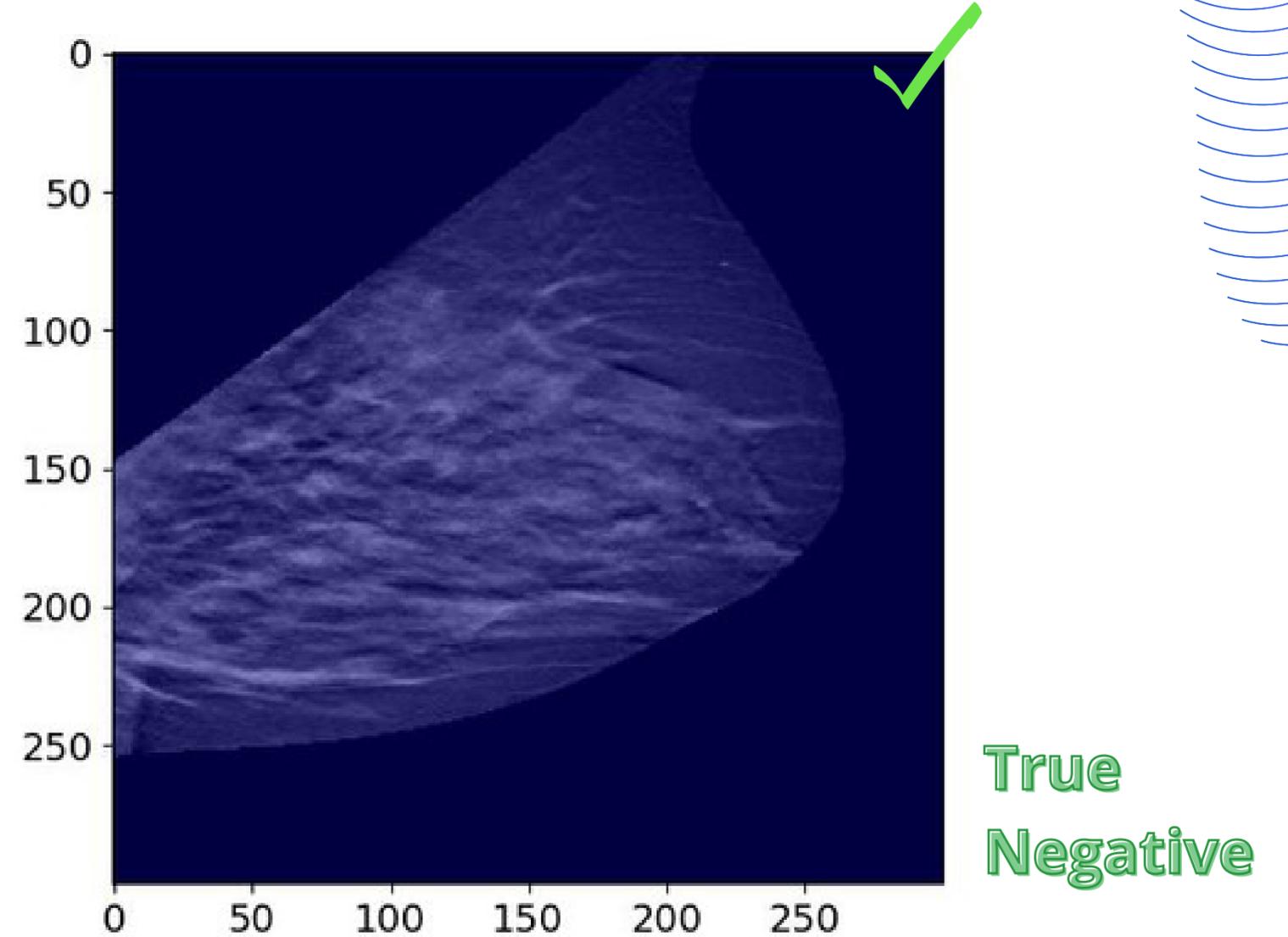
# L'algorithmo Grad-CAM in DBT

Cosa accade se si applica l'algorithmo alle immagini cliniche?

Vista CC



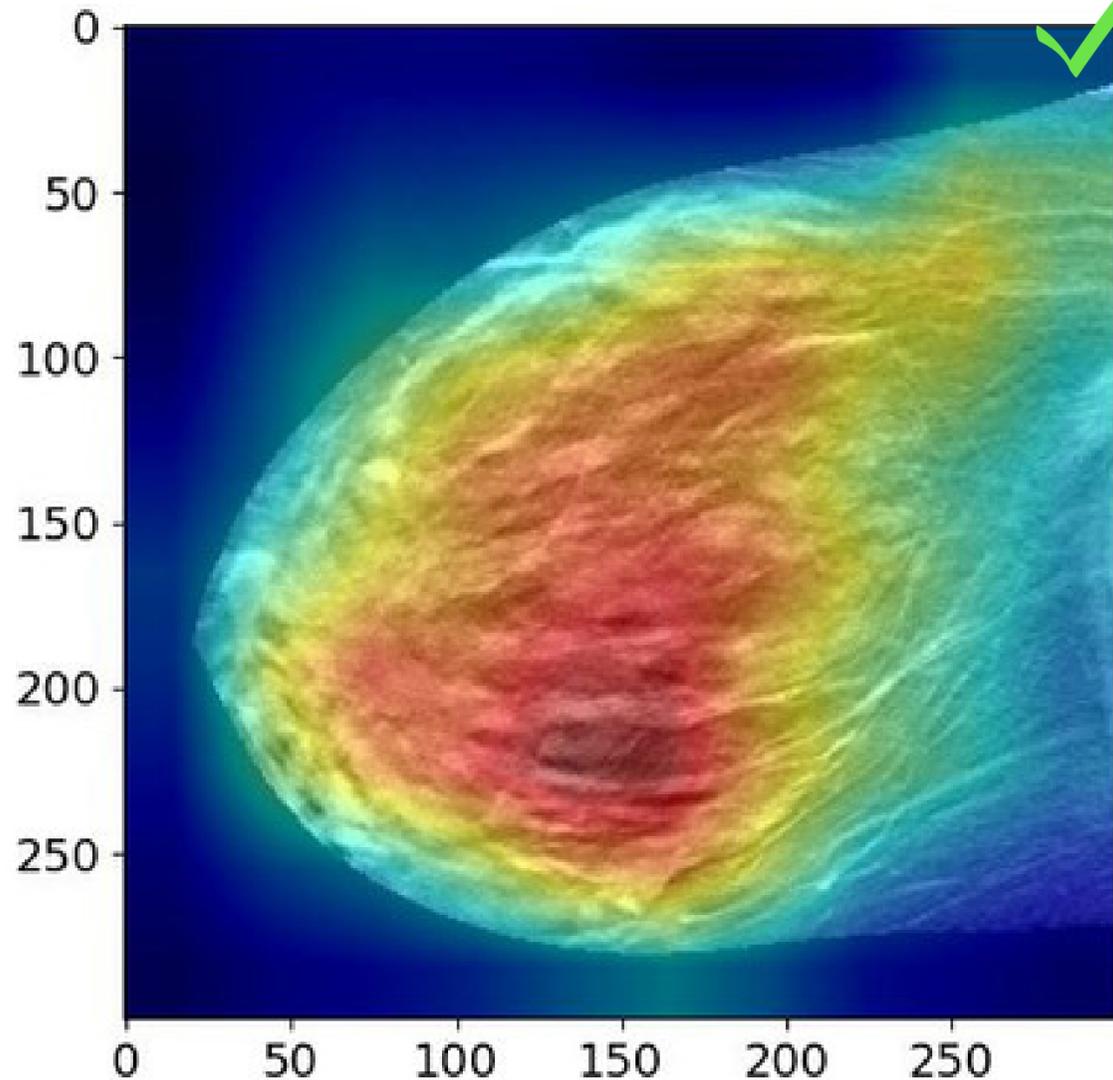
Vista MLO



# L'algoritmo Grad-CAM in DBT

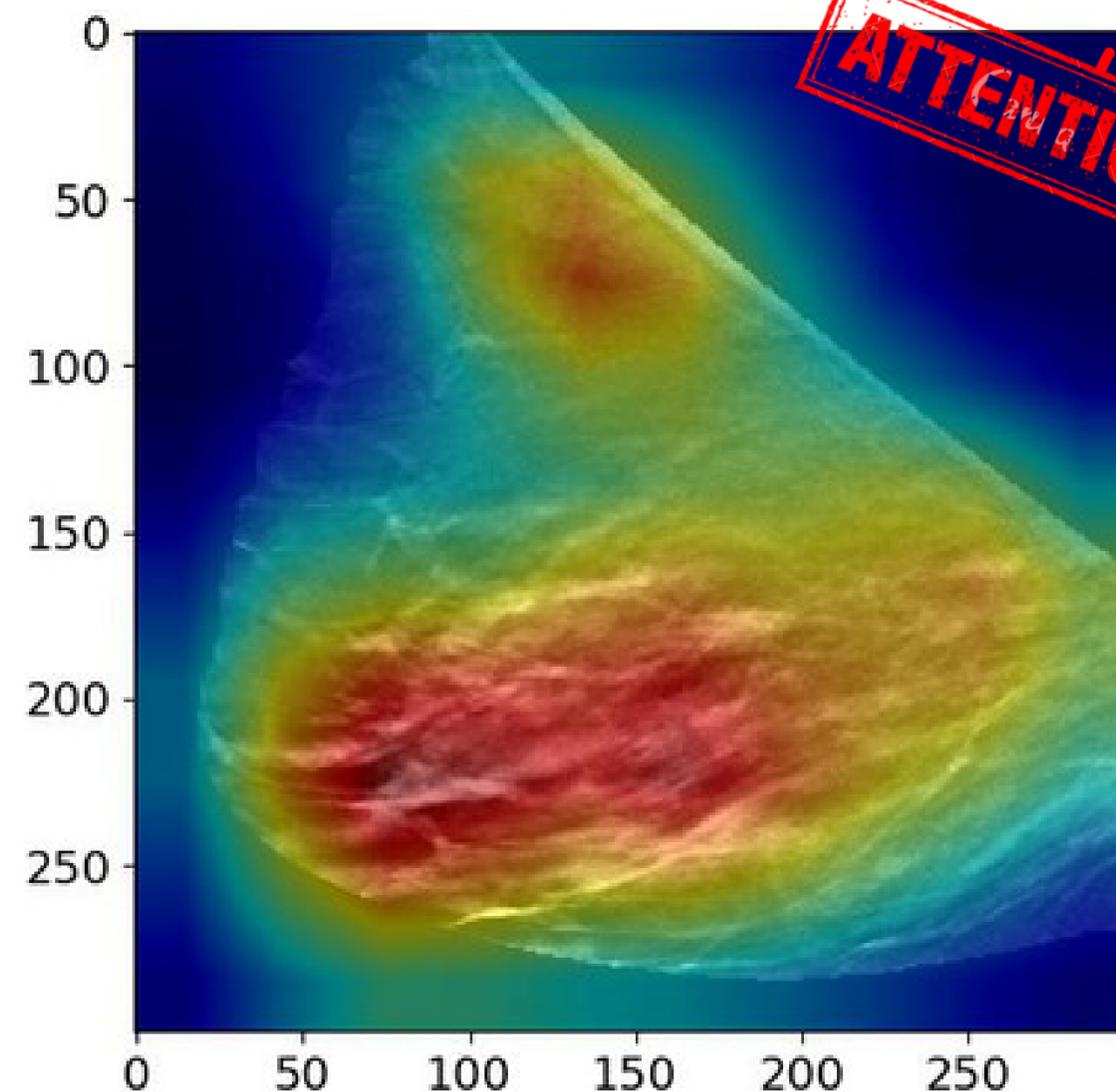
Per una data immagine clinica da analizzare, la Grad-CAM evidenzierà le regioni che hanno condizionato la **diagnosi automatica**, generando automaticamente una **localizzazione** da sottoporre ad **validazione medica**.

Vista CC



True  
Positive

Vista MLO

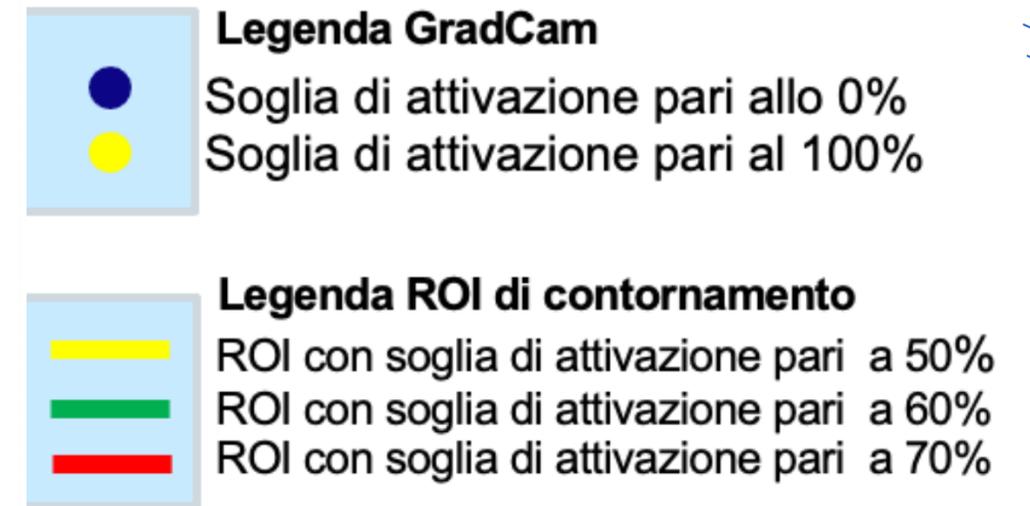
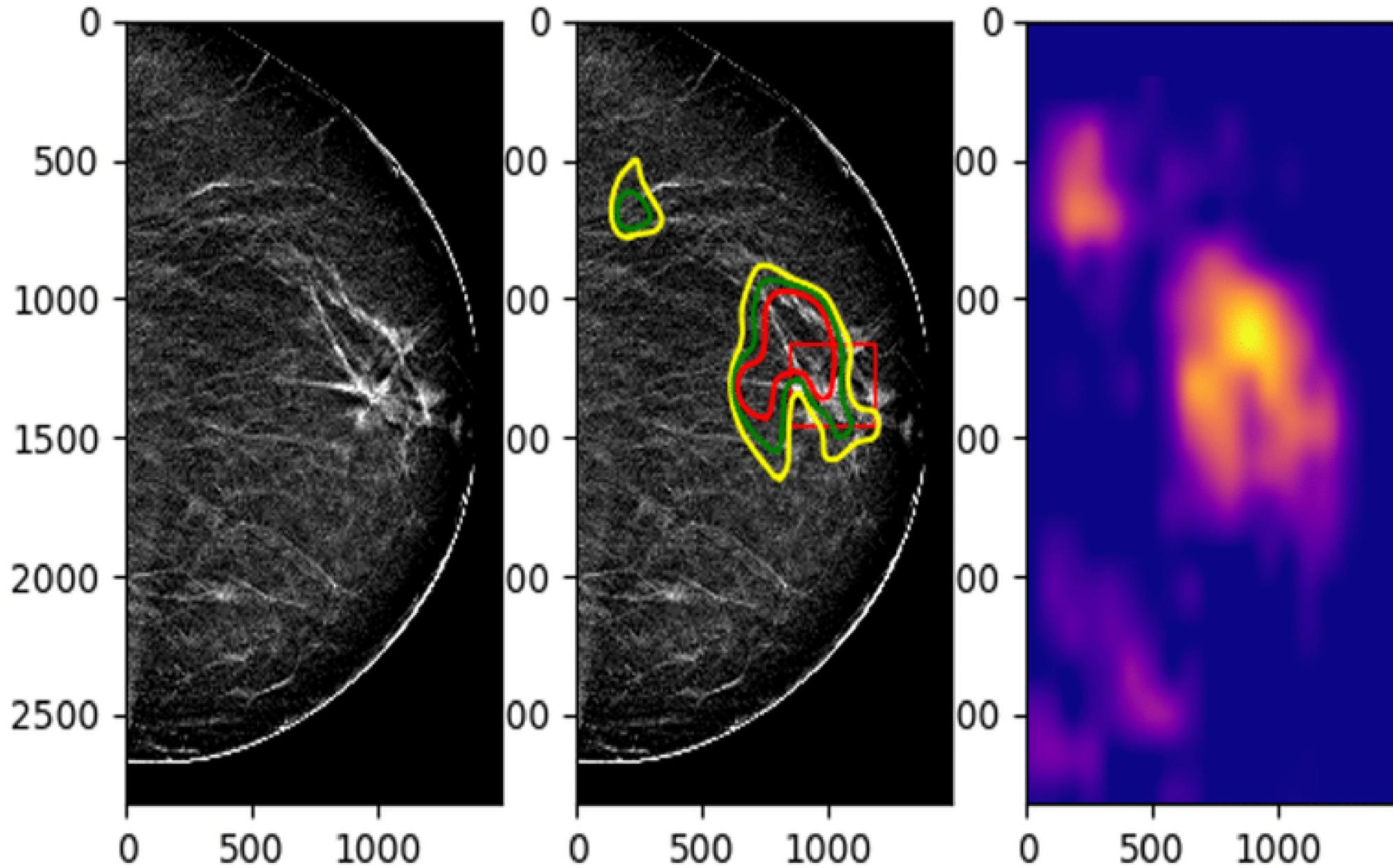


True  
Positive



ho una doppia  
possibile lesione ?

# L'algoritmo Grad-CAM in DBT



# L'algoritmo Grad-CAM in DBT

## %Overlap

Il rapporto tra l'intersezione dell'area di GradCAM ROI e l'area indicata dal radiologo

$$\%Overlap = \frac{\text{GradCAM ROI} \cap \text{Ground Truth}}{\text{Ground Truth}};$$

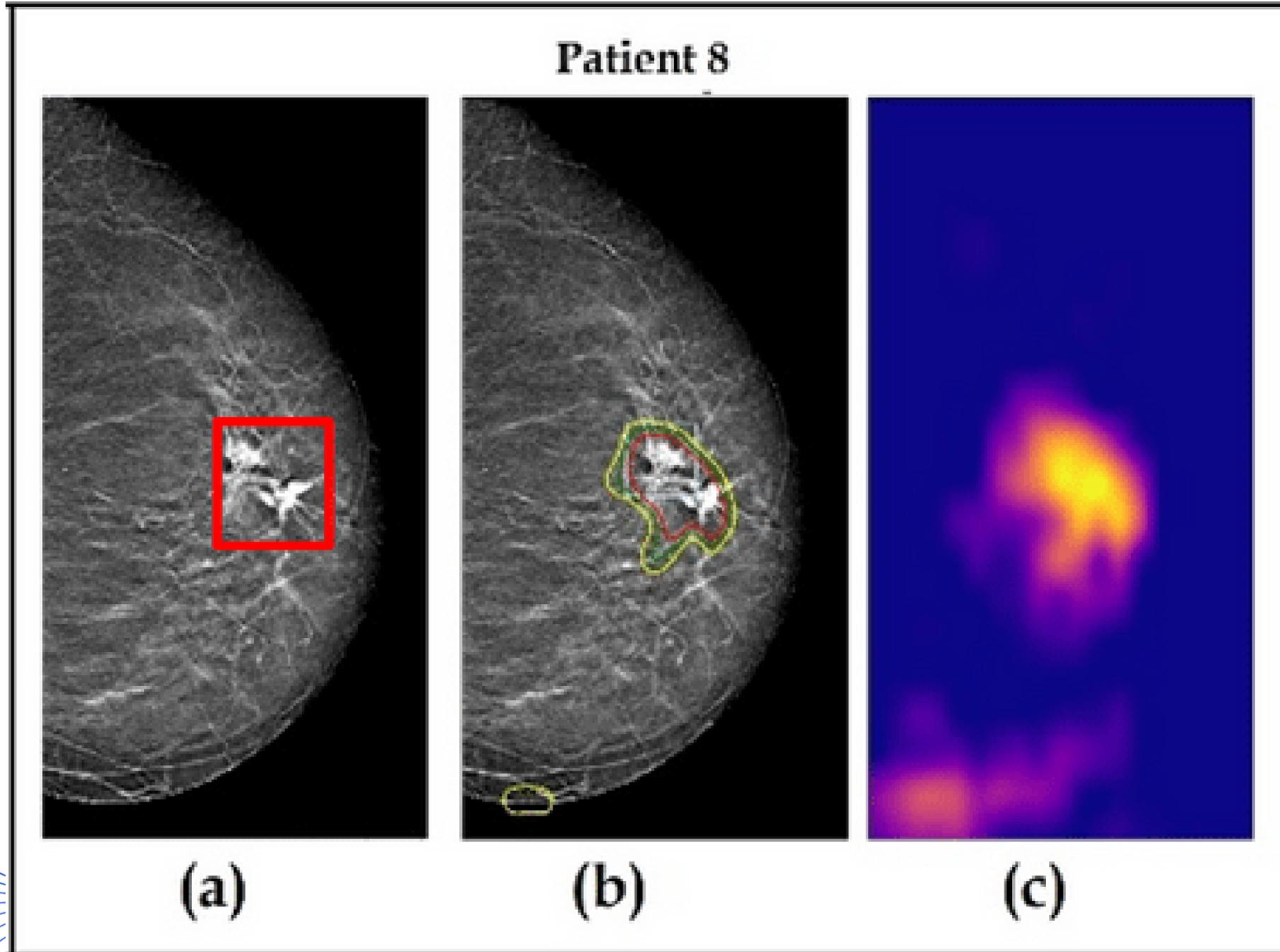
## %Activation

Il rapporto tra le dimensioni di GradCAM ROI e slice

$$\%Activation = \frac{\text{GradCAM ROI dim}}{\text{Image dim}}$$

NB! Tali valori variano da paziente a paziente!  
Ground Truth = localizzazione fornita dal medico radiologo

# L'algoritmo Grad-CAM in DBT



**Soglia a > 0.5**

**Overlap** 95%  
**Activation** 15%

**Soglia a > 0.6**

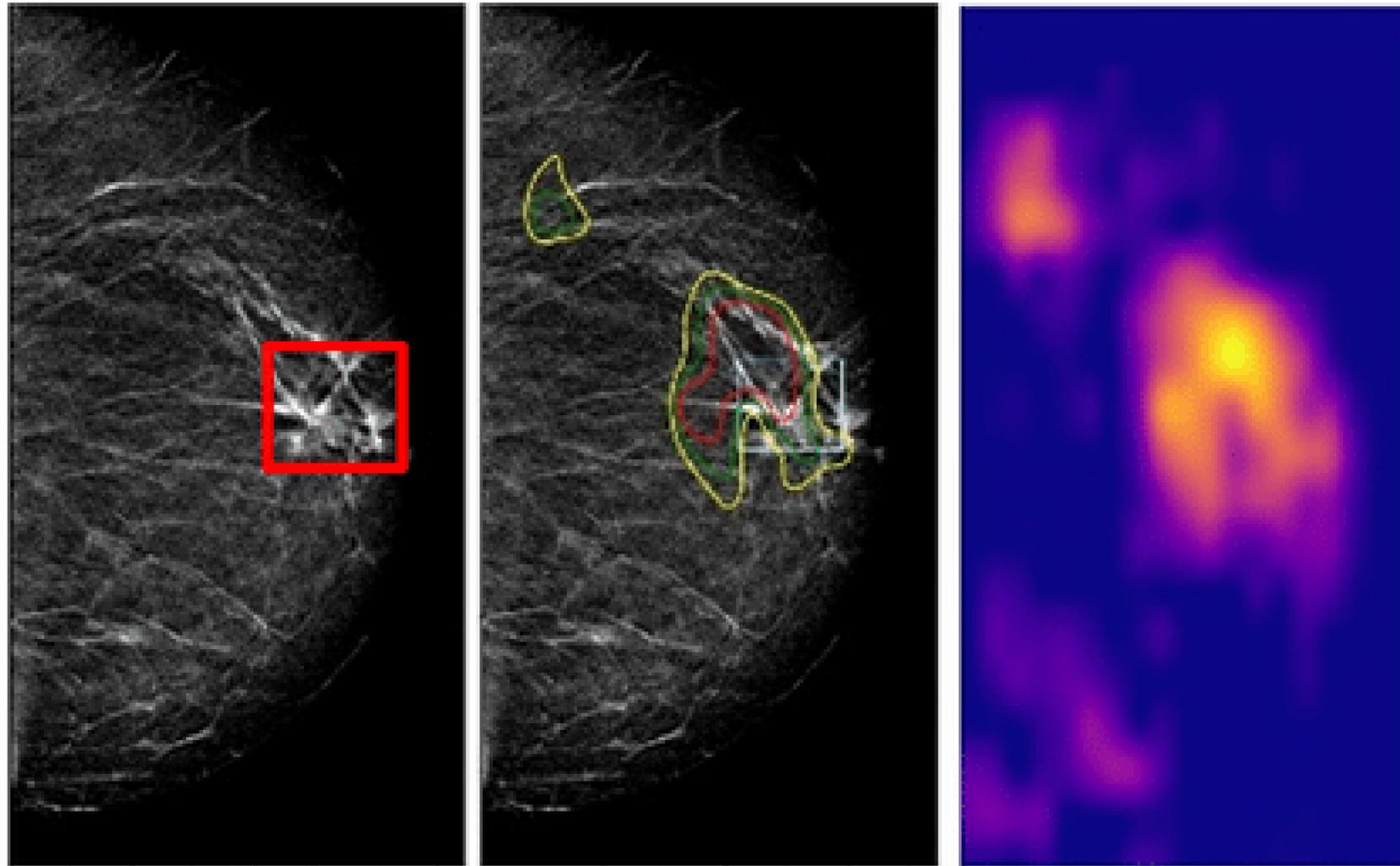
**Overlap** 93%  
**Activation** 10%

**Soglia a > 0.7**

**Overlap** 90%  
**Activation** 8%

# L'algoritmo Grad-CAM in DBT

Patient 2



(a)

(b)

(c)

**Soglia  $a > 0.5$**

**Overlap** 75%  
**Activation** 25%

**Soglia  $a > 0.6$**

**Overlap** 60%  
**Activation** 15%

**Soglia  $a > 0.7$**

**Overlap** 45%  
**Activation** 10%

# L'algoritmo Grad-CAM in DBT

L'analisi delle regioni di attivazione



Validazione clinica



Soglia di attivazione elevata



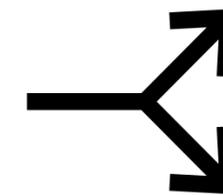
E' localizzata in più slices



Soglia di attivazione medio - alta



E' localizzata in più slices



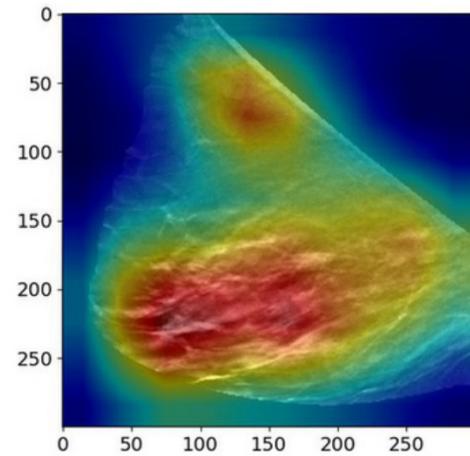
💡 Analisi mediante ML 💡



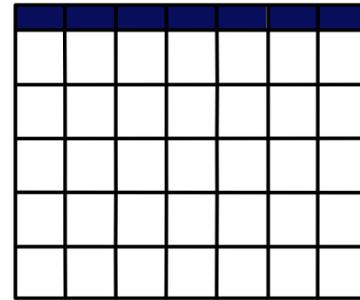
Analisi clinica dello specialista

# L'algoritmo Grad-CAM in DBT

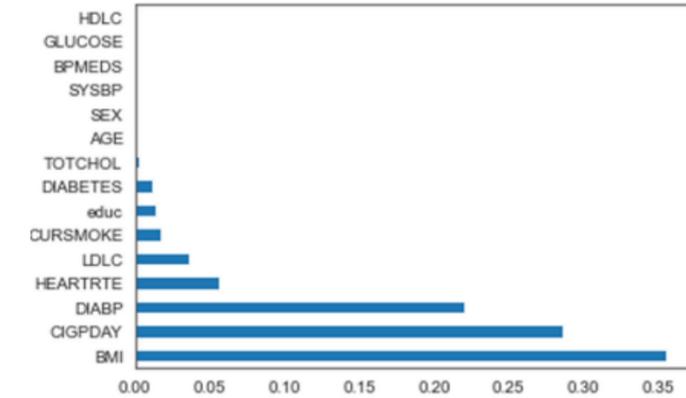
L'analisi delle regioni di attivazione



PyRadiomics



TabNet



Dalla coenergia di strumenti di Machine Learning e Deep Learning è possibile effettuare una classificazione (Benigna/Maligna/Sana) delle aree localizzate dalla GradCAM.

## Localizzazione Corretta

Permette di ottenere un classificatore a 3 classi

## Area Sospetta

Permette di risolvere le aree sospette, aumentando le performace globali di rete



# Grazie!



e buon San Valentino