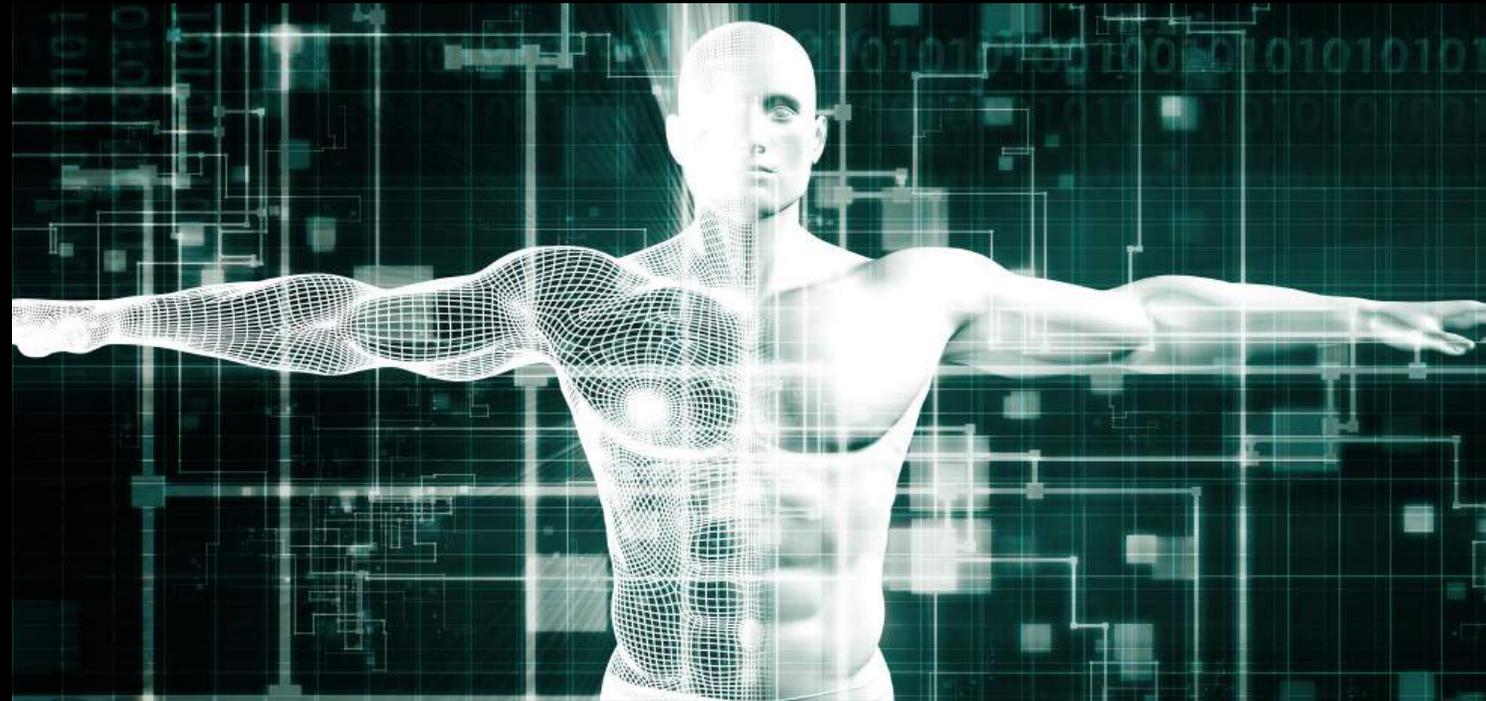
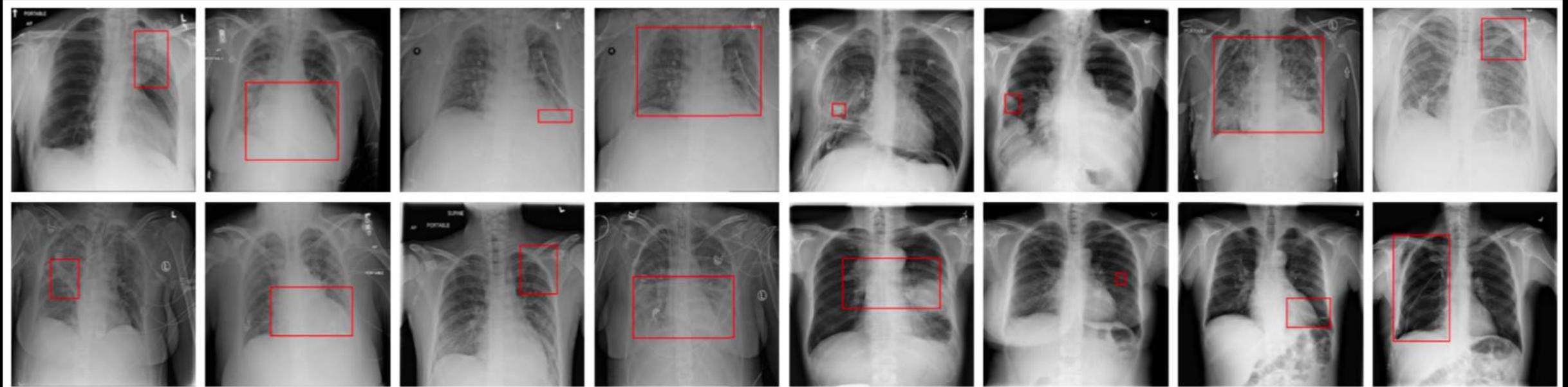


# Opportunities in Radiology and AI

**Ayelet Akselrod-Ballin, PhD**  
**Director Of AI,**  
**Zebra Medical Vision**



# Beginning with Chest X-ray



Atelectasis

Cardiomegaly

Effusion

Infiltrate

Mass

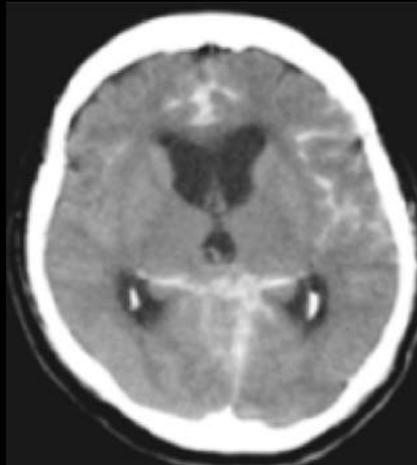
Nodule

Pneumonia

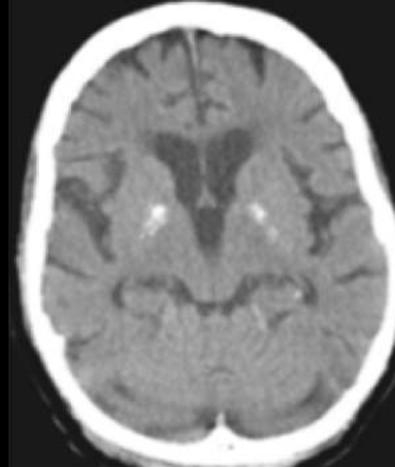
Pneumothorax

**Broad medical knowledge – wide range of abnormalities**

# Intracranial hemorrhage (ICH)



Subarachnoid  
hematoma



Basal ganglia  
calcifications



**Input Variability - Modality, Anatomical Context**

# Scaling Up to Large Data Sets



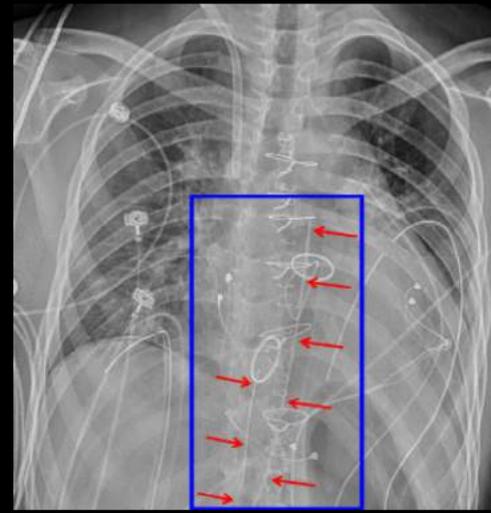
Pace Maker



Sternal wires



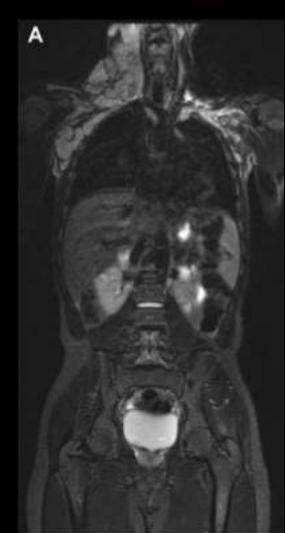
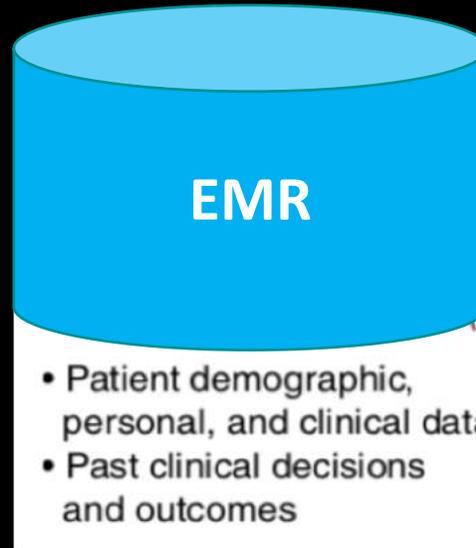
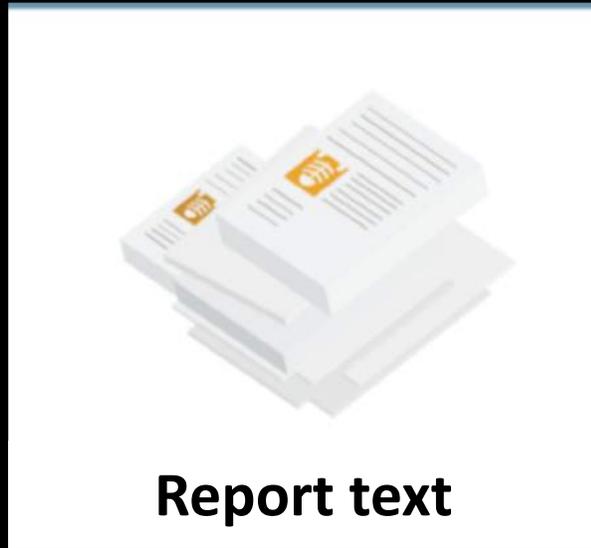
Thoracic or Chest Wall orthopedic hardware



Chest tube

**Artificial features, variations in machines and protocols**

# Scaling Up by Multi-Modal Analysis



**Gold Standard Labels** vs. Silver Standard Labels

# NLP in Healthcare

- context sentence
- positive sentence
- negative sentence

צילום חזה:  
אין עדות לתסנין או גודש בריאות.  
סימסים קוסטופרניים חופשיים.  
צל הלב אינו מוגדל.

צילום צלעות ימין:  
אין עדות לממצא פטולוגי גרמי.  
אין עדות לנזק תלתי גרמי.

צילום חזה  
=====

ללא תסנין תפליט או גודש.  
צל הלב לא גדול.  
שינויים ברונכיאליים כרוניים סביב  
שערי הריאות.  
קנה מרכזי.

לאחר ניתוח מעקפים.  
חובה להראות את הפענוח לרופא המפנה ולרופא המשפחה  
לאפשר המשך מעקב.

typo

right-to-left issues

lines

broken sentence

סיבת ההפניה:  
ראה הפניה סרוקה

בוצע:  
#technician\_name\_1# :מבצע #study\_accession\_number# : צילום חזה בתאריך 21:29

צילום חזה; צילום צלעות ימין;

ממצאים:  
אין עדות לחזה אוויר.  
אין עדות לתסנין או גודש ריאתי. אין תפליט פלאורלי. לב מעט מורחב.  
לא הודגם שבר בצלעות.  
סיכות ניתוח רבות בבטן עליונה מימין - לאחר כריתת גוש רטרופריטונאלי.

סיכום:  
לעיל. בפענוח כמפורט

אין רואים תסנין או תפליט, או הגדלה משמעותית של צל הלב.  
הודגמו עקמת ושינויים ניווניים בע"ש גבי.

צילום בית חזה.  
=====

צנטר מרכזי.  
ללא עדות לתסנין או תפליט.  
צל הלב אינו מוגדל.

חובה להראות את הפענוח לרופא מפנה ומשפחה  
על מנת לאפשר המשך טיפול/מעקב.

צילום בית החזה ( LAT + PA ) .  
=====

צל הלב אינו מוגדל .  
שינויים אינטרסטיציאליים בריאות, יותר ב-RLL.  
נפוח יתר.  
סינוסים קוסטופרניים חופשיים.

פ.א. + צדדי:  
=====

צל הלב אינו מורחב.  
ללא תסנין, תפליט או גודש.  
אין לראות תסנין או תפליט.  
צל הלב אינו מוגדל.  
עקמת ושינויים ניווניים בע"ש גבי.

- Reports are semi-structured and Noisy
- Not written in proper English/Hebrew (Grammar)
- Different vocabulary (Unified Medical Language System)
- Variability, Inconsistency
- Relying on prior information

# TextRay - The 1M studies Training Set

Total studies: 959k  
Negative studies: 596k (62%) [The rest has at least one verified finding]  
Total images: 1.7M

#	finding	total	%	#	finding	total	%
1	abnormal aorta	15,932	1.66	21	mass	633	0.07
2	aortic calcification	11,508	1.20	22	mediastinal widening	1,639	0.17
3	artificial valve	5,847	0.61	23	much bowel gas	441	0.05
4	atelectasis	5,492	0.57	24	nodule	553	0.06
5	bronchial wall thickening	2,773	0.29	25	orthopedic surgery	717	0.07
6	cardiac pacer	17,378	1.81	26	osteopenia	5,585	0.58
7	cardiomegaly	95,137	9.92	27	pleural effusion	16,688	1.74
8	central line	3,802	0.40	28	pleural thickening	8,164	0.85
9	consolidation	34,260	3.57	29	pneumothorax	741	0.08
10	costophrenic angle blunting	13,673	1.43	30	pulmonary edema	8,637	0.90
11	degenerative changes	18,545	1.93	31	rib fracture	4,607	0.48
12	elevated diaphragm	21,913	2.28	32	scoliosis	4,907	0.51
13	fibrotic changes	11,027	1.15	33	soft tissue calcifications	1,086	0.11
14	fracture	526	0.05	34	sternotomy wires	45,002	4.69
15	granuloma	1,475	0.15	35	surgical clips noted	8,147	0.85
16	hernia diaphragm	8,892	0.93	36	thickening of fissure	1,714	0.18
17	hilar prominence	10,407	1.08	37	trachea deviation	601	0.06
18	hyperinflation	37,319	3.89	38	transplant	5,180	0.54
19	interstitial markings	97,703	10.18	39	tube	2,025	0.21
20	kyphosis	5,531	0.58	40	vertebral height loss	1,212	0.13

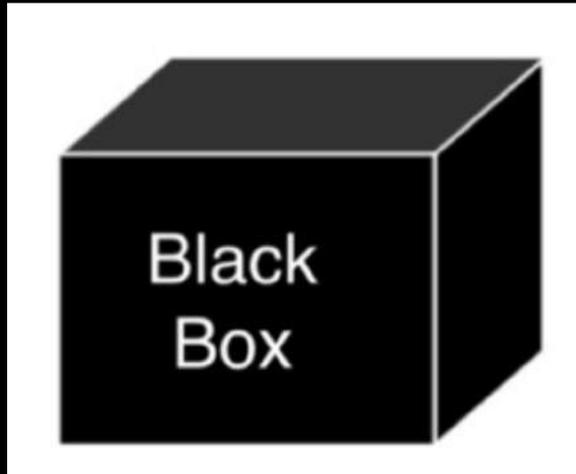
# of studies with each finding in data.

# TextRay - Results

finding	pool		avg. agreement w/ rads			$\Delta$ (CI)
	pos	neg	report	avg. rad	textray	textray vs. rads
pulmonary edema	128	482	0.613	0.639	0.730	+0.09 (0.07, 0.11)
elevated diaphragm	202	77	0.731	0.675	0.754	+0.08 (0.05, 0.10)
abnormal aorta	198	80	0.736	0.693	0.771	+0.08 (0.05, 0.11)
hyperinflation	95	80	0.678	0.619	0.657	+0.04 (-0.02, 0.10)
vertebral height loss	126	55	0.781	0.742	0.757	+0.02 (-0.02, 0.06)
atelectasis	201	78	0.778	0.756	0.767	+0.01 (-0.03, 0.04)
cardiomegaly	238	372	0.755	0.861	0.866	+0.01 (-0.02, 0.03)
pleural effusion	207	73	0.905	0.893	0.896	+0.00 (-0.02, 0.03)
consolidation	194	78	0.690	0.730	0.707	-0.02 (-0.07, 0.02)
pneumothorax	111	124	0.830	0.855	0.823	-0.03 (-0.08, 0.01)
rib fracture	183	76	0.683	0.799	0.745	-0.05 (-0.10, -0.01)
hilar prominence	184	426	0.552	0.797	0.736	-0.06 (-0.09, -0.03)

## Comparison to Radiologists GT

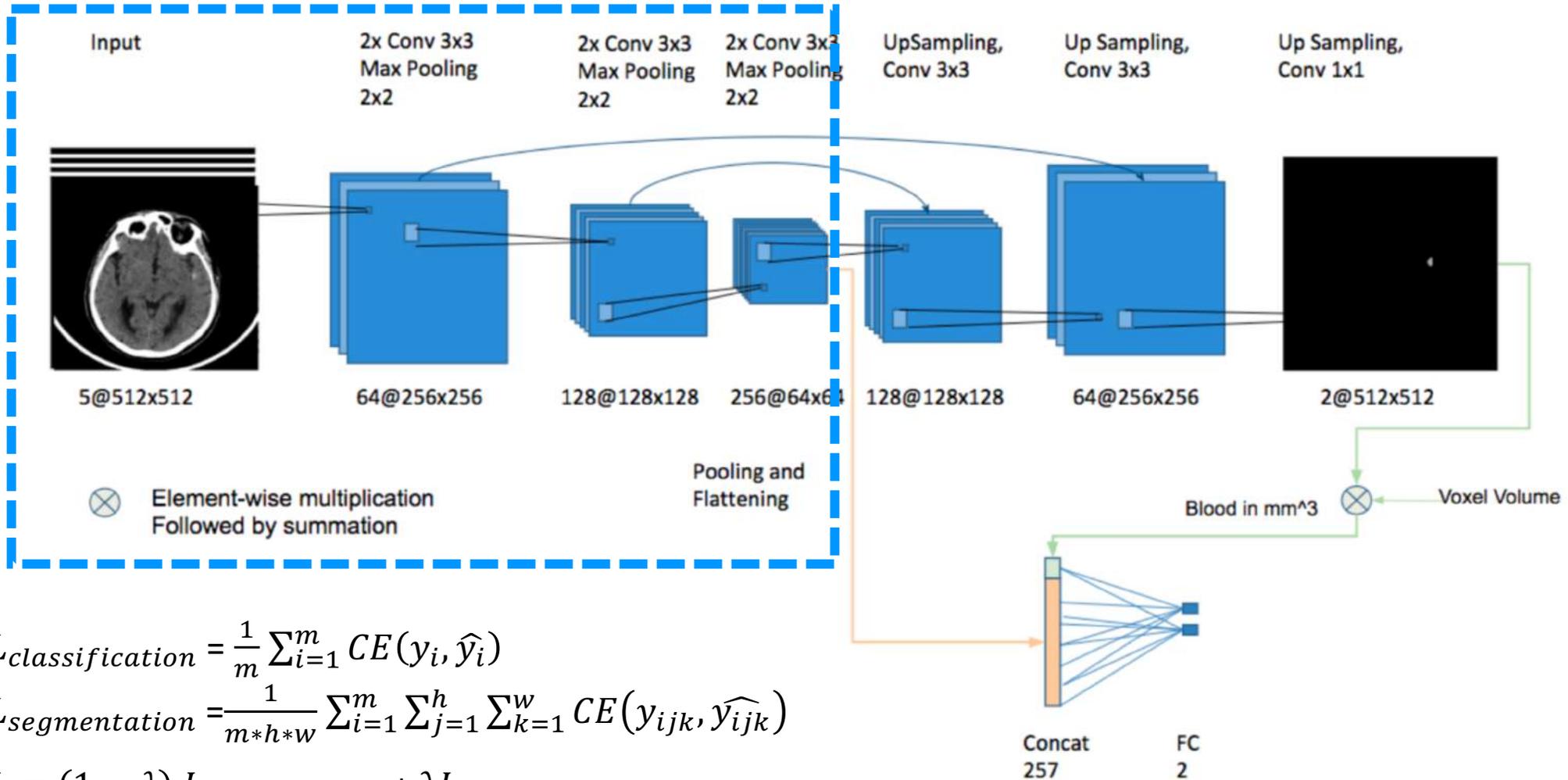
# Interpretability



- Verification - Weaknesses
- Legal aspects
- Obstacle to Clinical Practice

**Matters More!!!**

# Multi-Task Learning



$$L_{classification} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m CE(y_i, \hat{y}_i)$$

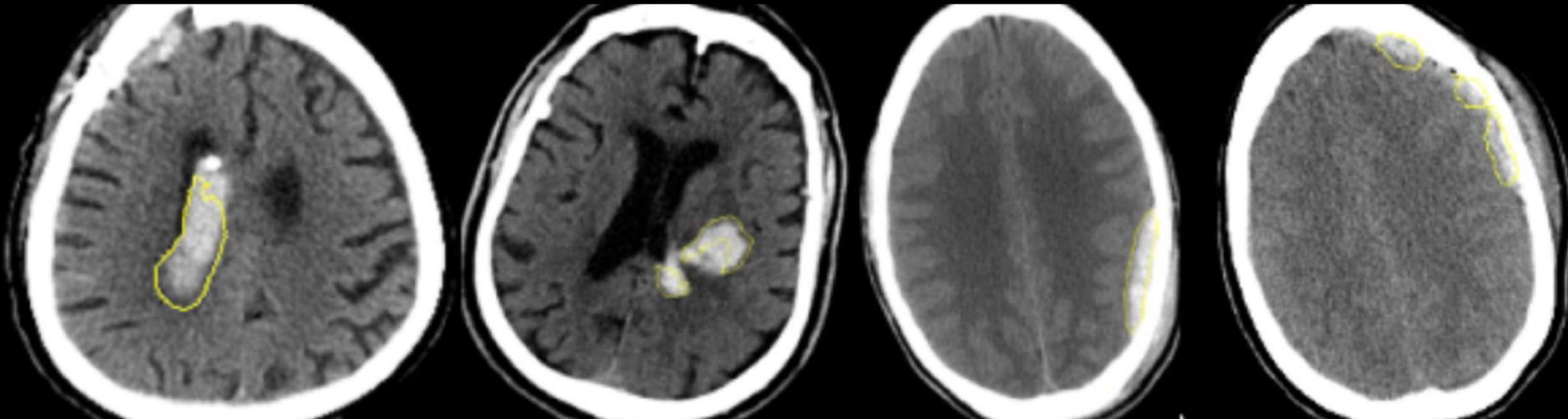
$$L_{segmentation} = \frac{1}{m \cdot h \cdot w} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^h \sum_{k=1}^w CE(y_{ijk}, \hat{y}_{ijk})$$

$$L = (1 - \lambda) L_{classification} + \lambda L_{segmentation}$$

# BleedNet - Results

	#Studies	%ICH	AUC
Test-Enriched	608	67%	0.9493
Test Random	818	16%	0.9566

Every cell represents the number of tagged studies.



# Triage Flow Pipeline



Non-contrast  
head CTs



Processing



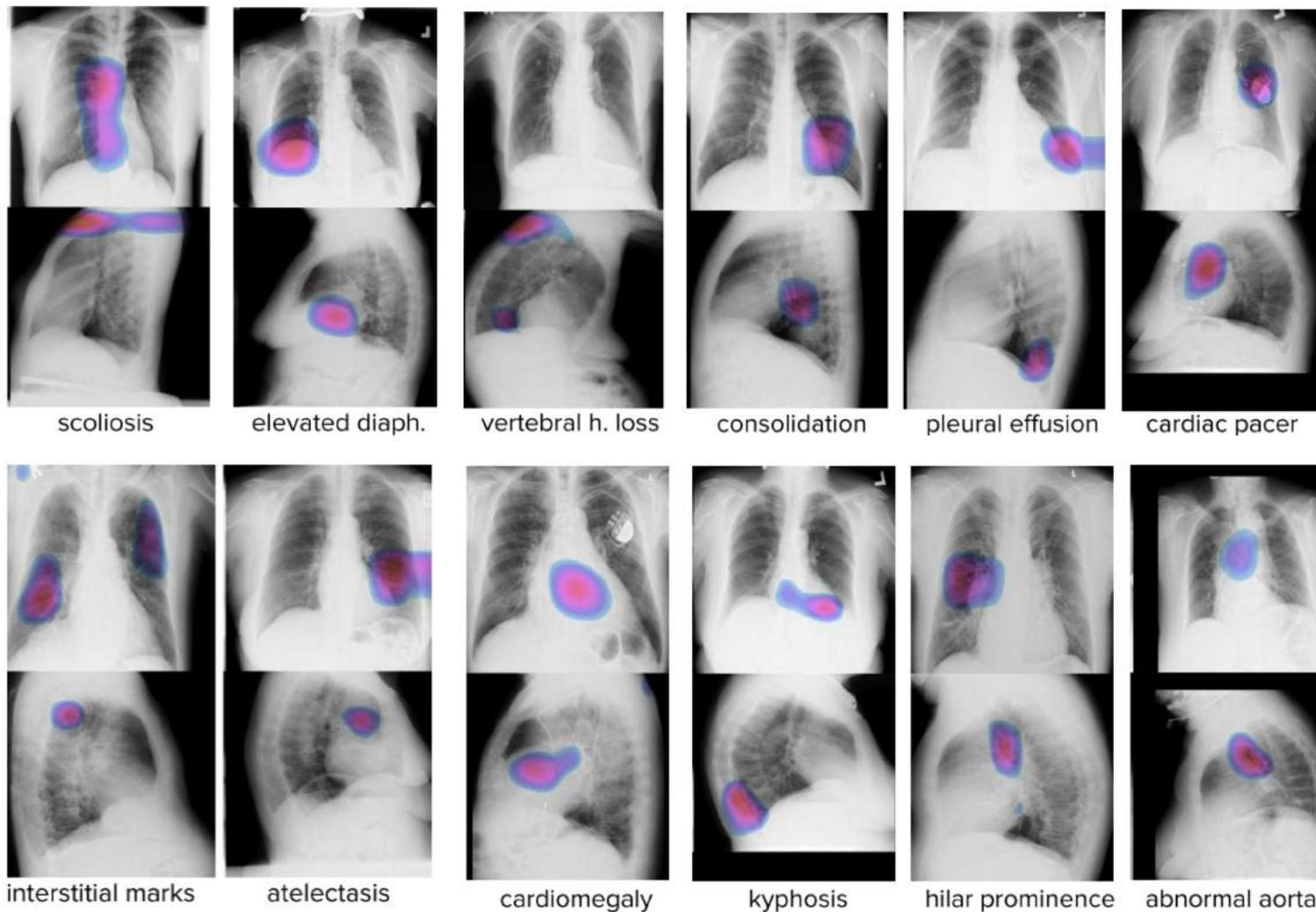
ICH worklist  
**triating**



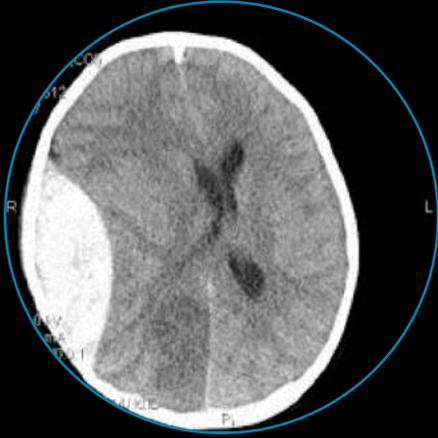
**STAT** response  
Enhanced **detection**  
rates

**Time is Brain**

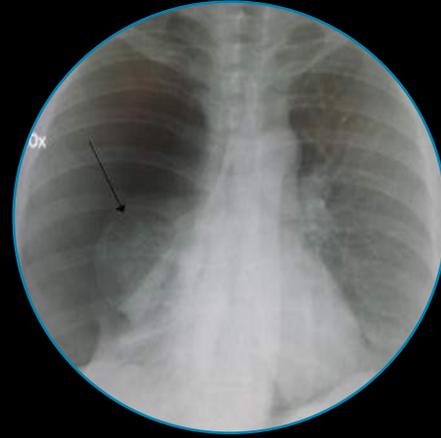
# Heatmaps



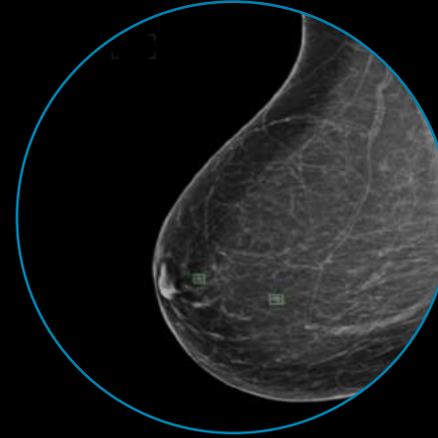
**Intracranial Hemorrhage**



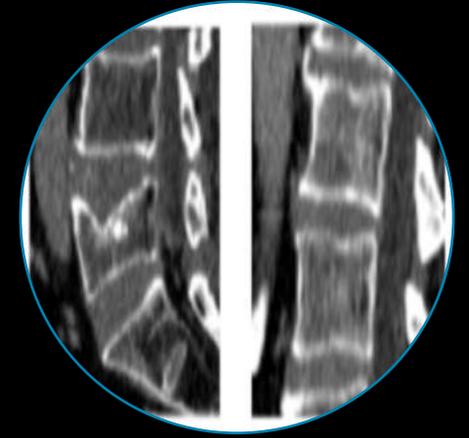
**Chest XRay**



**Mammography**



**Compression Fractures**



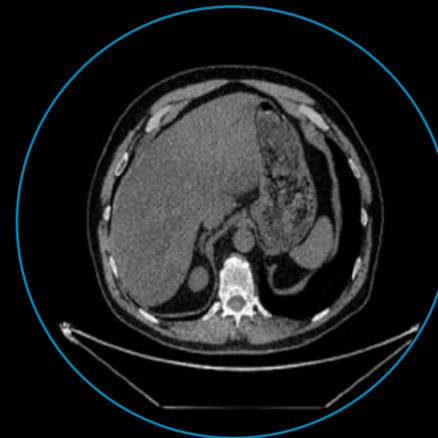
**Bone Health**



**Cardiovascular**



**Liver**



**Lung**





**TRANSFORMING HEALTHCARE  
COME JOIN US  
WE ARE HIRING !**

**3 Israeli innovation  
Authority (IIA)  
Grants Ichiliov  
Hospital, Clalit,  
and Macabi**

**Global Innovation &  
Technology Alliance  
(GITA) Apolo Hospital  
Groups in India  
Tuberculosis (TB)**