



46° Convegno Nazionale di Studi di Medicina Trasfusionale

Rimini, 13-15 maggio 2026

Sviluppo e validazione di un modello di machine learning basato su CatBoost per la predizione della trasfusione di sangue intraoperatoria

Lucia Merolle, PhD

SOC di Medicina Trasfusionale, BioMetLab

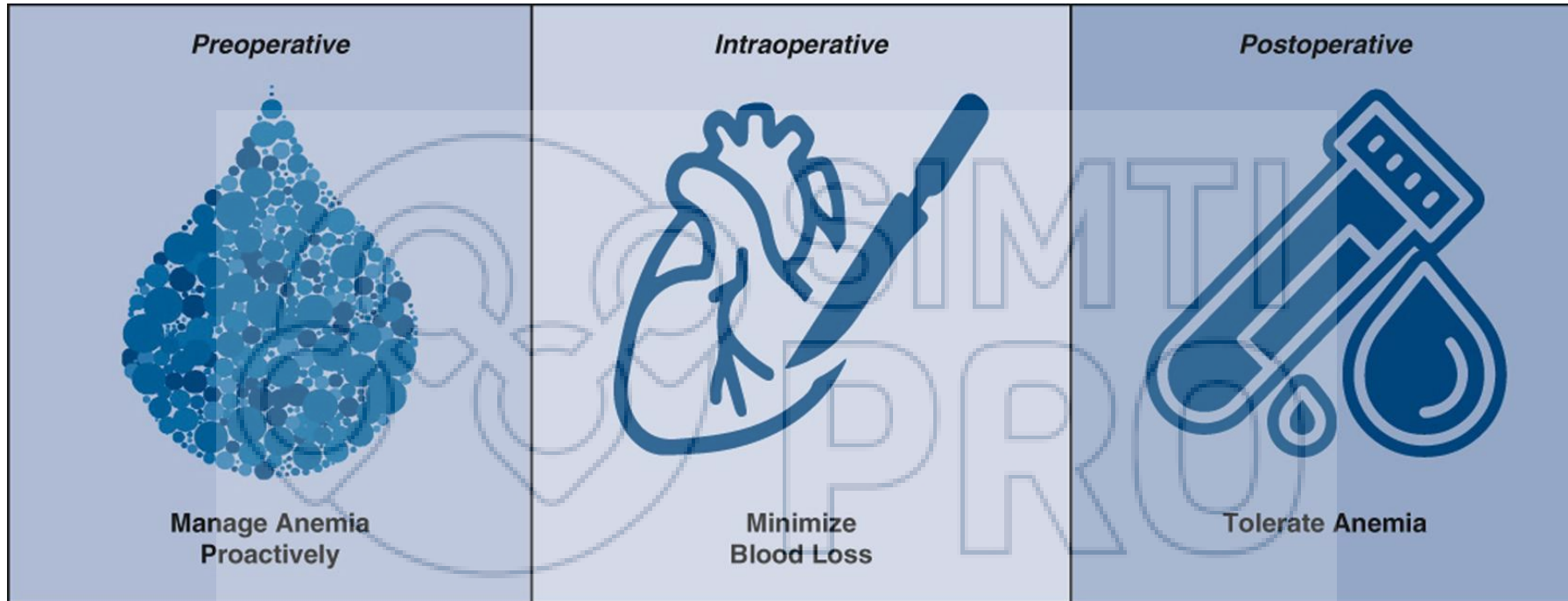
AUSL-IRCCS di Reggio Emilia

La sottoscritta, in qualità di Relatrice
dichiara che

nell'esercizio della Sua funzione e per l'evento in oggetto, NON È in alcun modo portatore di interessi commerciali propri o di terzi; e che gli eventuali rapporti avuti negli ultimi due anni con soggetti portatori di interessi commerciali non sono tali da permettere a tali soggetti di influenzare le sue funzioni al fine di trarne vantaggio.

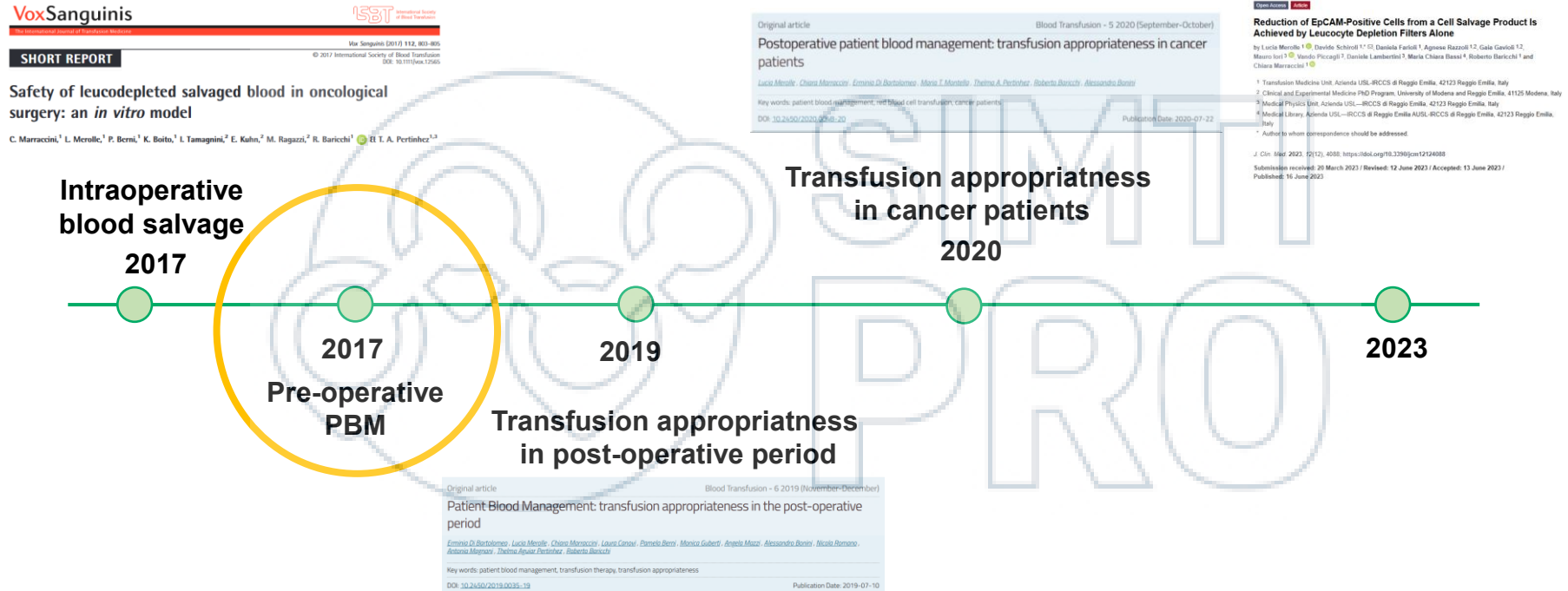


Patient Blood Management PILASTRI



Salenger, RawnChatterjee, Subhasis et al. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Volume 168, Issue 3, 890 - 897.e4

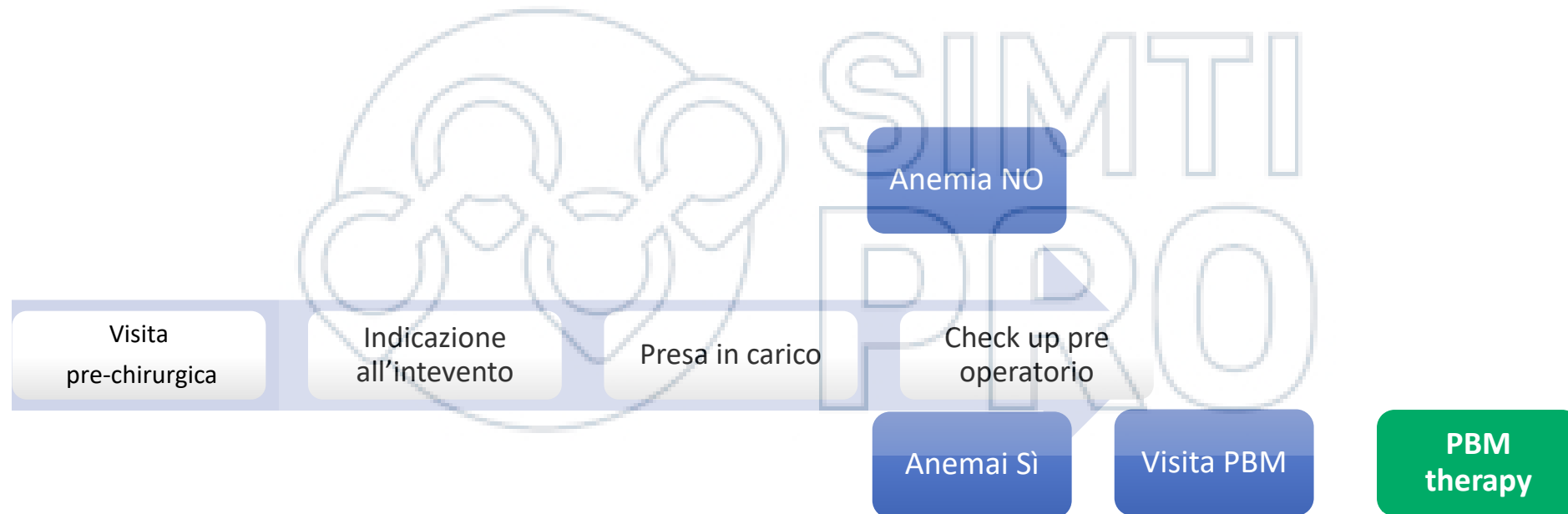
Patient Blood Management timeline all'AUSL-IRCCS di Reggio Emilia



Strategie pre-operatorie PBM

Dal 2017 la SC di Medicina Trasfusionale ha implementato l'ambulatorio pre-operatorio per pazienti chirurgici con rischio di trasfusione allogenica

Ambulatorio PBM





La trasfusione perioperatoria è associata ad un aumento della mortalità

BJA

100 BJA 100
BRITISH JOURNAL OF ANAESTHESIA

British Journal of Anaesthesia, 131 (6): 1002–1013 (2023)

doi: 10.1016/j.bja.2023.08.032
Advance Access Publication Date: 21 September 2023
Review Article

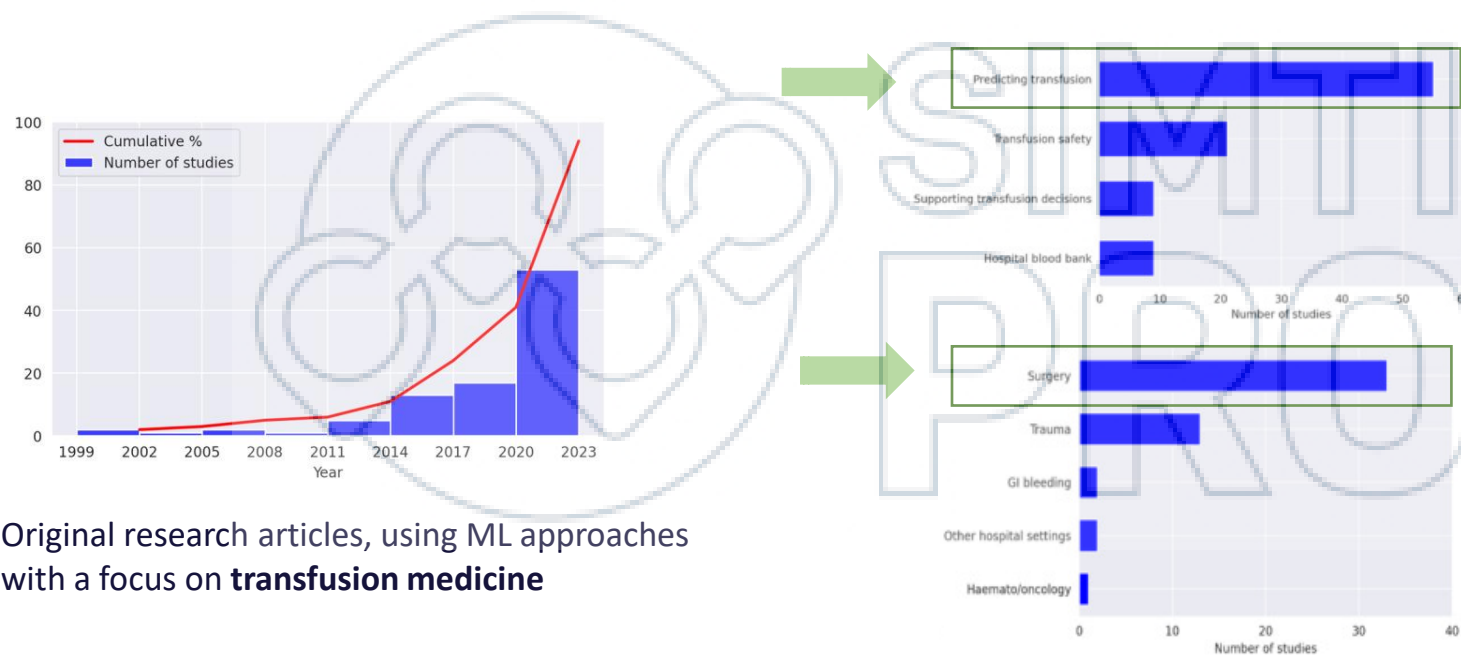
Outcomes following perioperative red blood cell transfusion in patients undergoing elective major abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis

Fraser J. D. Morris^{1,*}, Yoke-Lin Fung¹, Alison Craswell¹ and Michelle S. Chew²

¹School of Health, University of the Sunshine Coast, Sippy Downs, QLD, Australia and ²Department of Anaesthesia and Intensive Care, Biomedical and Clinical Sciences, Linköping University, Linköping, Sweden

Come l'AI può migliorare le strategie PBM?

"ML could support clinician decision-making and, with additional work, improve patient outcomes. This field is a rapidly advancing one, which has the potential to revolutionize patient blood management."



Original research articles, using ML approaches with a focus on **transfusion medicine**

Maynard S, Transfusion. 2024

Il nostro progetto

OBIETTIVO

Sviluppare e validare un modello predittivo di trasfusione intraoperatoria in pazienti sottoposti ad interventi di chirurgia maggiore.

GOAL

Per migliorare l'adeguatezza delle trasfusioni e facilitare l'accesso a percorsi preoperatori personalizzati ed efficaci nell'ambito dei programmi di gestione del sangue (PBM).

Metodi



1
Preparazione
Database

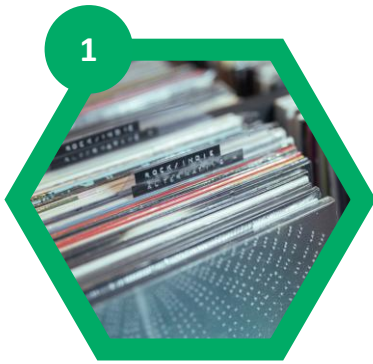


2
Sviluppo del
Modello



3
Valutazione delle
performance del
modello

1



Preparazione Database

Raccogliere set di dati pertinenti da varie fonti e procedere alla pulizia, alla normalizzazione e alla pre-elaborazione dei dati per garantirne la qualità e la coerenza. Questa fase è fondamentale per addestrare modelli di IA accurati e affidabili.



1858 pazienti sottoposti ad interventi di chirurgia maggiore



September 2021 - December 2023



33 variabili, tra cui dati demografici, anamnesi medica e comorbidità, stadio del tumore, esami di laboratorio e dettagli relativi agli interventi chirurgici.

Variables	Laboratory/Clinical Parameter
Sesso	creatinine [mg/dl]
Età	leukocytes [x1000/ μ l]
Peso	erythrocytes [millions/ μ l]
Altezza	platelets [x1000/ μ l]
BMI	hemoglobin [g/dl]
ischemic heart disease	hematocrit [%]
valvular heart disease	mcv (mean corpuscular volume) [fl]
cardiac arrhythmia	mpv (mean platelet volume) [fl]
arterial hypertension	red cell distribution width [%]
heart failure	ferritin [ng/ml]
copd	neutrophils [x1000/mmc]
diabetes	lymphocytes [x1000/mmc]
renal failure	monocytes [x1000/mmc]
site	eosinophils [x1000/mmc]
stage	basophils [x1000/mmc]
	pt (i.n.r.) [inr]
	serum iron [μ g/dl]
	transferrin [mg/dl]
	Hb mg/dL
	N° transfused units
	Diagnosis

Trasfusione RBC Outcome Primario



2



Sviluppo del Modello

Progettare e implementare modelli di apprendimento automatico su misura per le esigenze specifiche del progetto.

Perché CatBoost?

- Gestisce in modo efficiente le variabili categoriali
- Resistente al sovradattamento e offre buoni risultati con set di dati relativamente piccoli.



CatBoost
Decision tree

Laboratory of Imaging, Artificial Intelligence, and Data-Driven Assisted Medicine

Dr. Laura Verzellesi

 SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia
IRCCS Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia

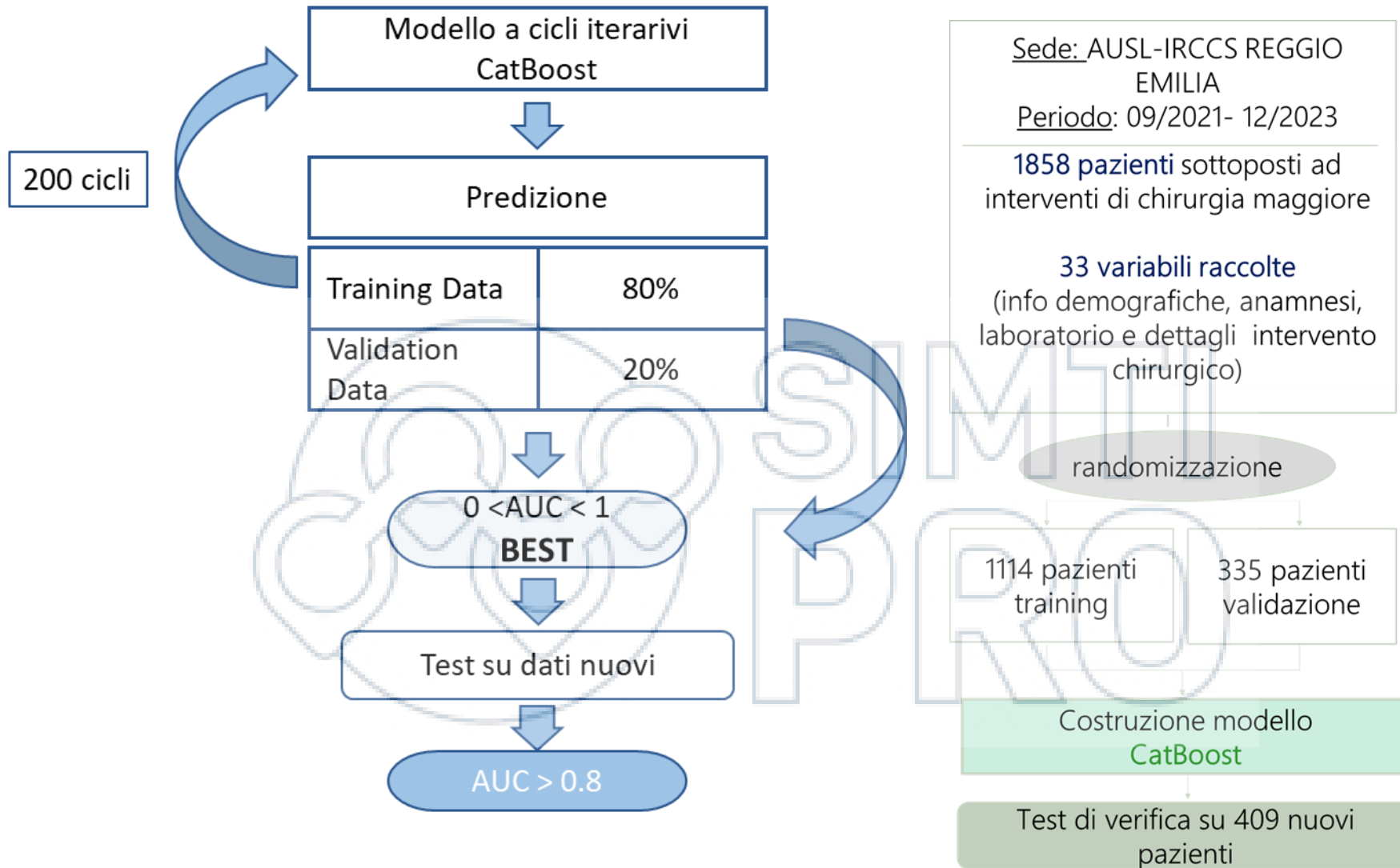
 IAOECI
COMPREHENSIVE
Cancer Centre

<https://catboost.ai/>

46°

Convegno Nazionale di Studi di Medicina Trasfusionale

Rimini, 13-15 maggio 2026

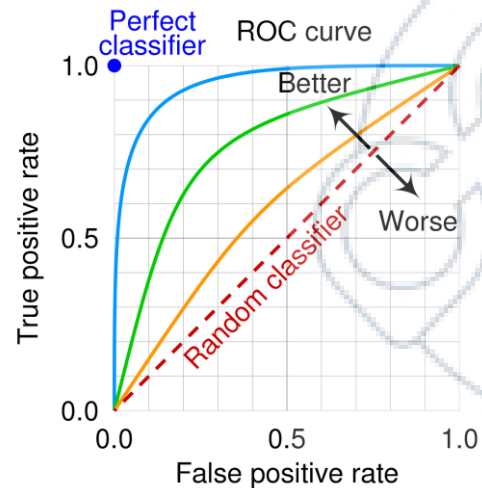


Model Performance Evaluation Metrics



Definire metriche adeguate per valutare le prestazioni dei nostri modelli di IA.

Queste metriche ci aiutano a quantificare l'efficacia delle soluzioni di IA.



- **Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve (AUROC)**

È la capacità del modello di discriminare/distinguere soggetti positivi e negativi

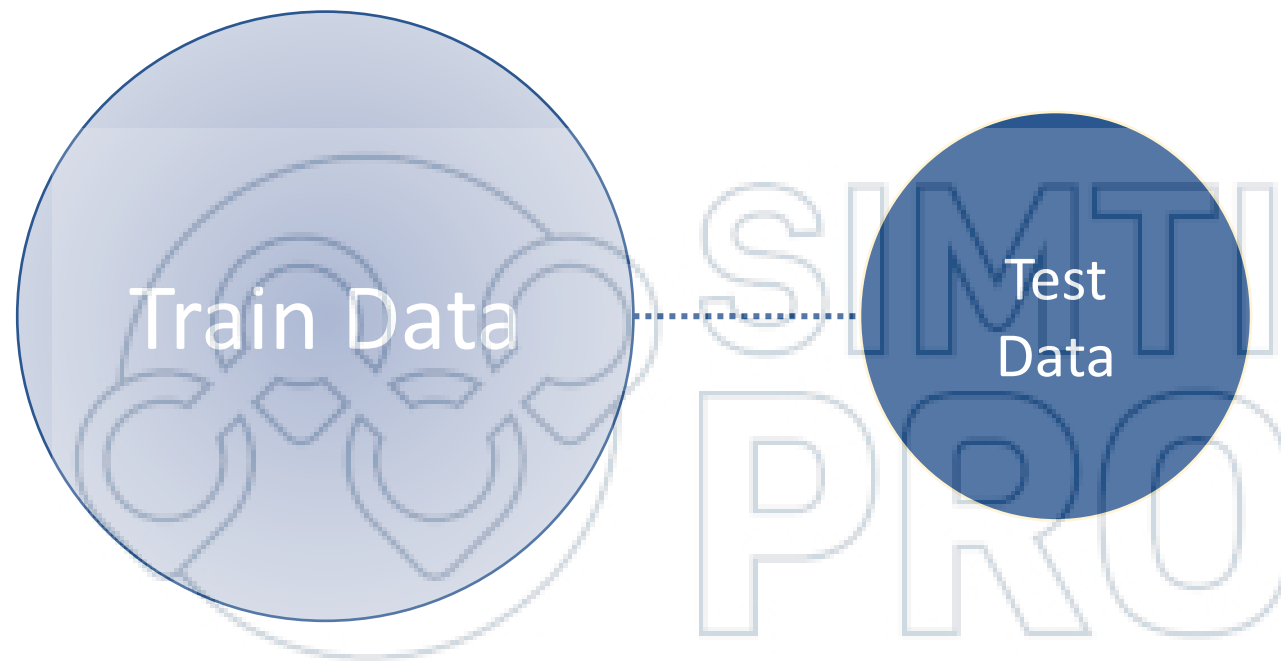
- True Positive Rate: quanti veri malati riesco a identificare (sensibilità, asse Y)
- False Positive Rate: quanti sani classifico erroneamente come malati (1-specificità, asse X)

- **Positive Predictive Value (PPV)**

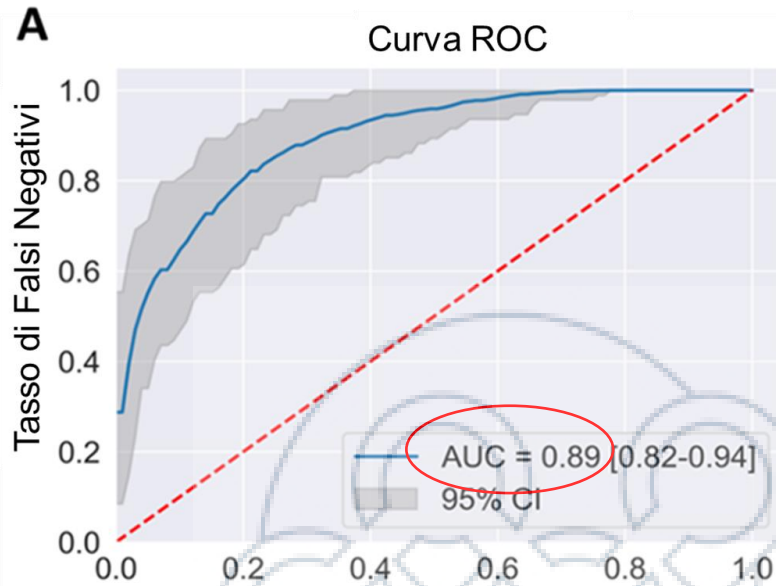
È la probabilità che un soggetto con test positivo sia realmente positivo.

- **Negative Predictive Value (NPV)**

È la probabilità che un soggetto con test negativo sia realmente negativo.

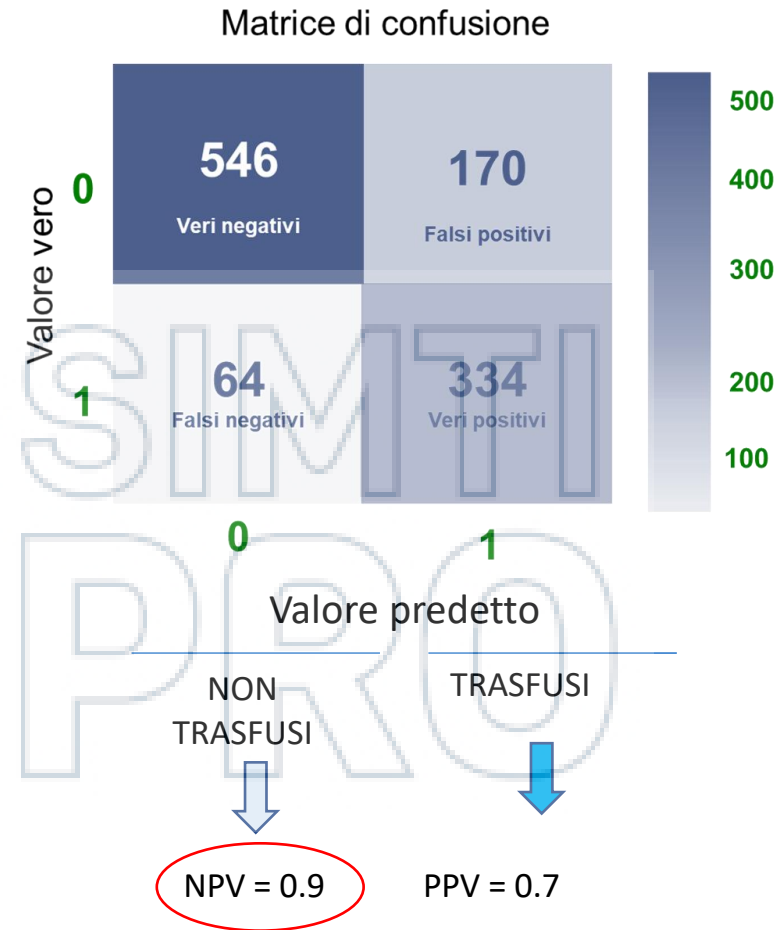


Training dataset

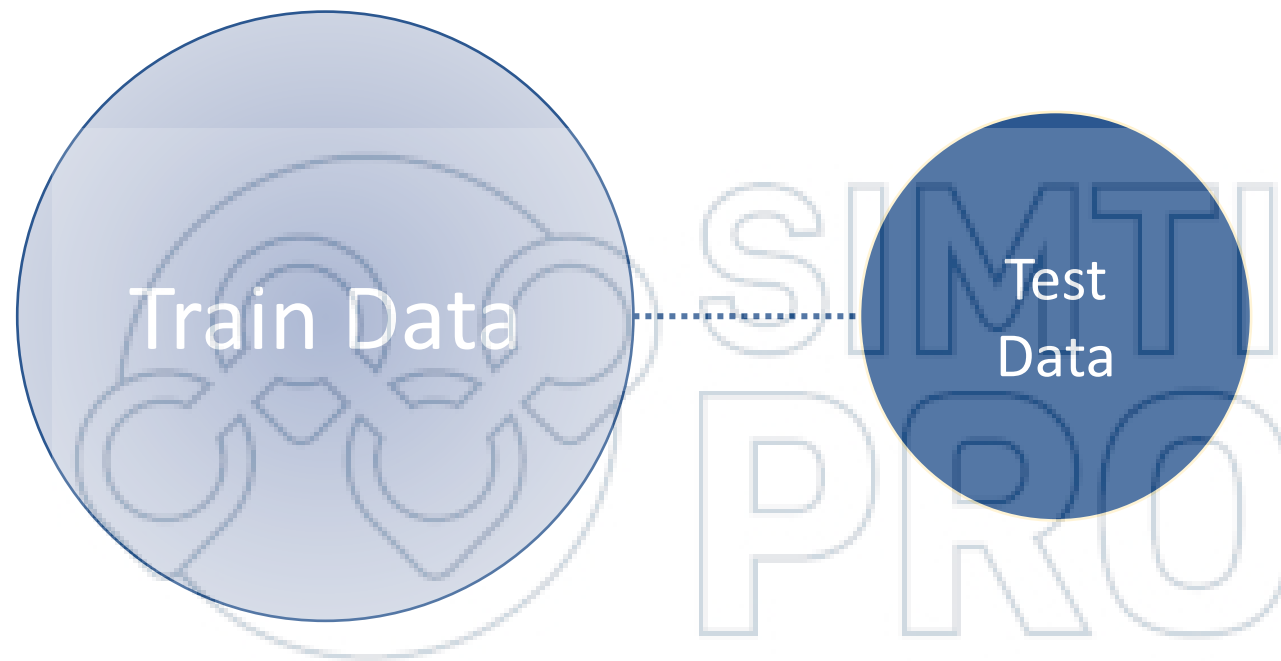


NPV (Negative Predictive Value) Training: 0.9
Quando il modello predice “non trasfusione”:
•ha ragione nel 90% dei casi.

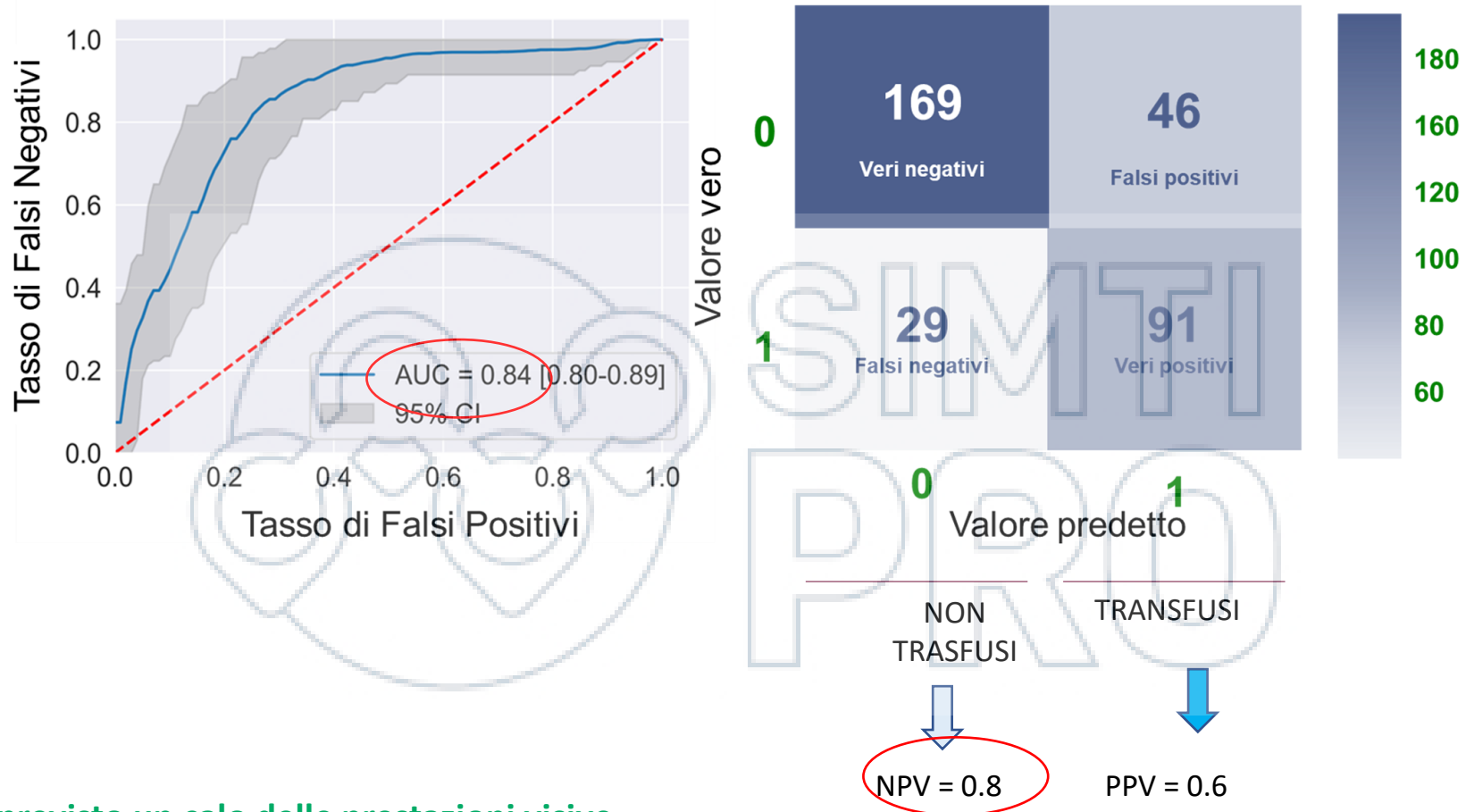
PPV (Positive Predictive Value)
Training: 0.7
Quando il modello predice “trasfusione”:
•ha ragione nel 70% dei casi.



il modello è abbastanza affidabile nell'escludere pazienti che non avranno bisogno di trasfusione.

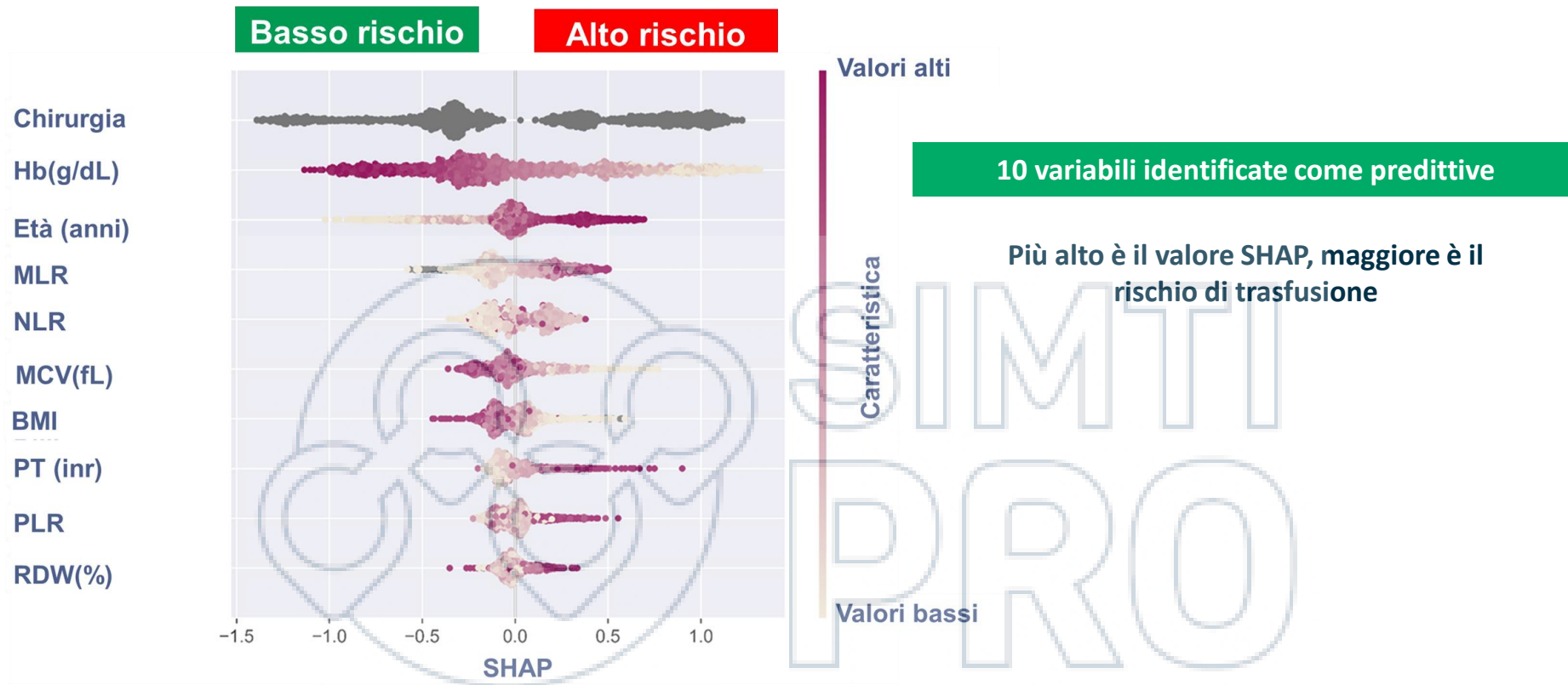


Test dataset



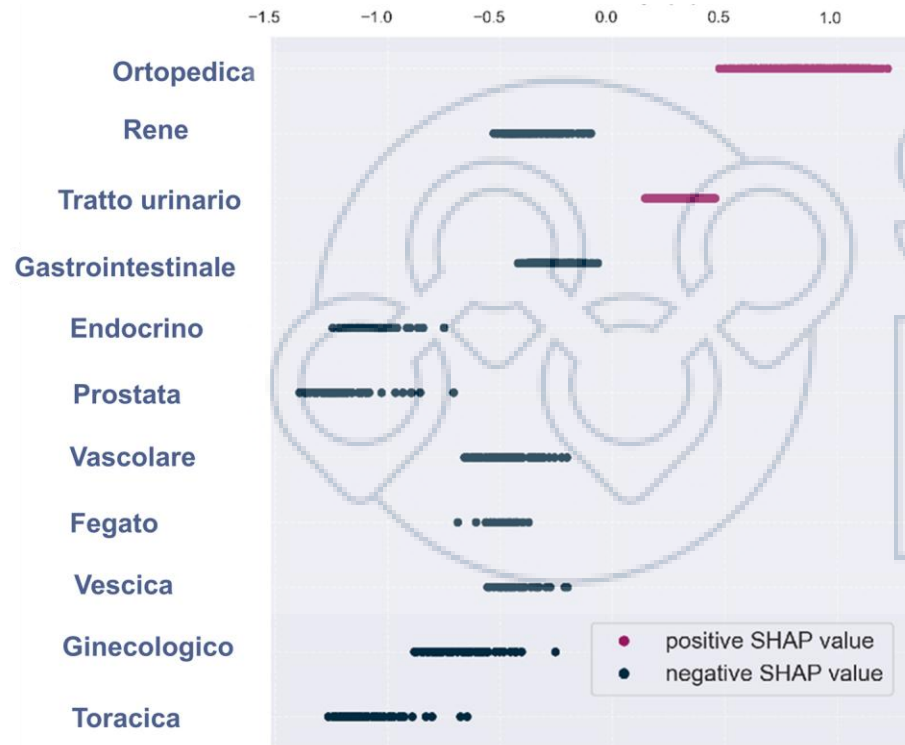
- È previsto un calo delle prestazioni visive
- Conclusione principale: «Il modello presenta una buona generalizzazione ed è robusto anche su pazienti non visti in precedenza».

Variabili Predittive



Il contributo degli indici infiammatori suggerisce un potenziale ruolo nella stratificazione del rischio trasfusionale e nel miglioramento delle strategie di PBM.

Analisi SHAP stratificata per tipo di intervento chirurgico



Il tipo di intervento ha mostrato un impatto rilevante, con interventi ortopedici e dell'apparato urinario associati a maggiore probabilità di trasfusione.

Limiti dello studio

- Studio retrospettivo monocentrico: limitata generalizzabilità dei risultati.
- I dati mancanti potrebbero aver introdotto bias residui.
- Non valutato l'impatto di chirurghi e anestesisti, noto fattore di variabilità trasfusionale.
- Servono studi prospettici per integrare il modello nei workflow clinici

Conclusioni... verso strategie trasfusionali personalizzate

- ML (CatBoost) è in grado di prevedere la necessità di trasfusioni intraoperatorie nei pazienti oncologici.
- Valore predittivo negativo (NPV) elevato → strumento affidabile per l'esclusione diagnostica.
- SHAP garantisce l'interpretabilità per l'uso clinico.

Prospettive Future

Validazione del modello su coorte più ampia



Centro Regionale Sangue

Finanziamento Bando Sangue Plasma 2024-2026

50.000, 00 euro

UO IMMUNOEMATOLOGIA E MED TRASFUSIONALE/
OFFICINA TRASFUSIONALE - OSPEDALE DI CESENA

Dr. Rino Biguzzi

Integrazione nel gestionale clinico PBM

HCT %	<input type="text"/>	Diagnosis	<input type="text"/>
Hb g/dL	<input type="text"/>	Leucocytes	<input type="text"/>
Tumor stage	<input type="text"/>	Creatinine	<input type="text"/>
Monocytes	<input type="text"/>		
mcv	<input type="text"/>		
Eosinophils	<input type="text"/>		

! (Warning icon)

- Integrazione nei programmi di **Patient Blood Management (PBM)** per supportare decisioni trasfusionali in tempo reale.

MAIA Laboratory

Dr. Mauro Iori
Dr. Laura Verzellesi
Dr. Marco Bertolini

Centro Regionale Sangue

Finanziamento Bando Sangue Plasma 2024-2026
50.000, 00 euro

BIOMETLAB

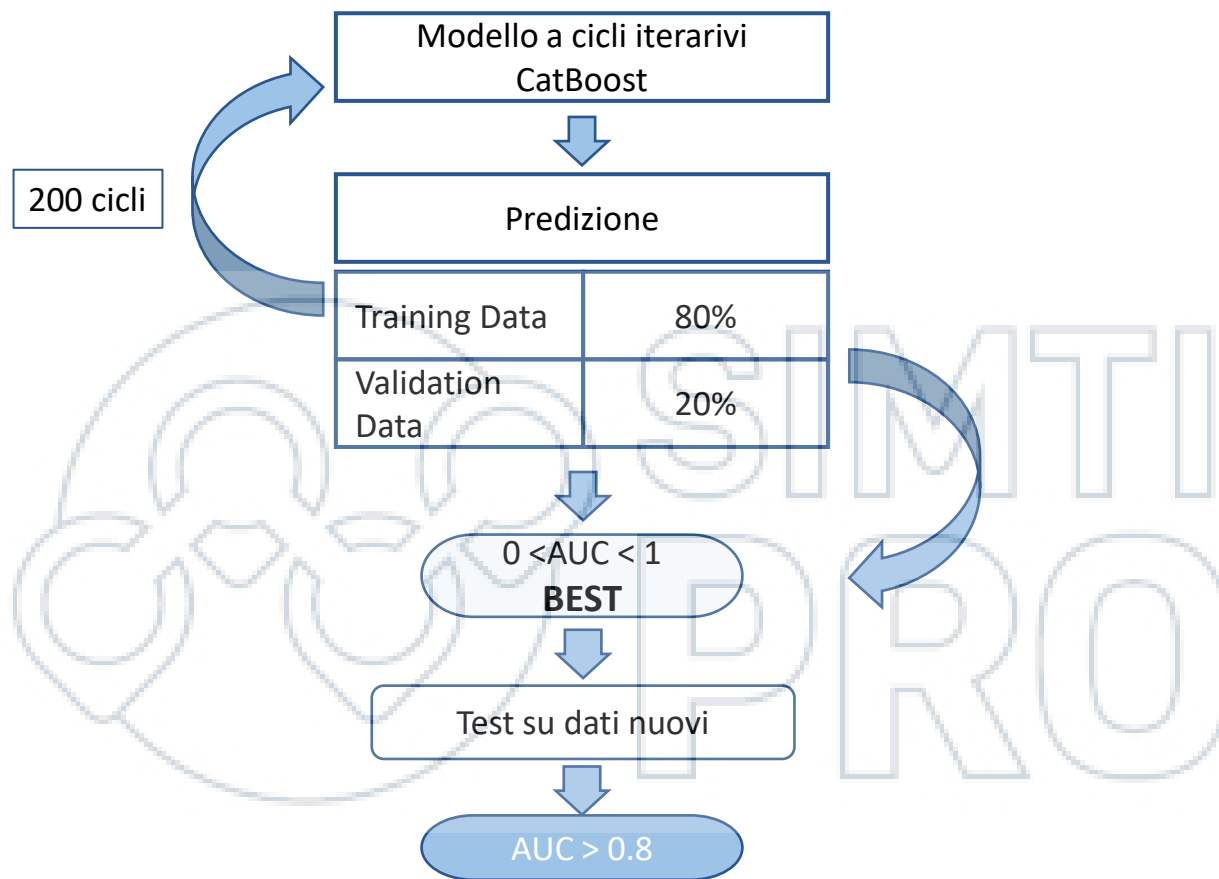
Dr. Roberto Baricchi
Dr. Chiara Marraccini
Dr. Davide Schioli
Margherita Genitoni, PhD student

UO IMMUNOEMATOLOGIA E MED TRASFUSIONALE/
OFFICINA TRASFUSIONALE - OSPEDALE DI CESENA

Dr. Rino Biguzzi



Thank You!



- ML (CatBoost) è in grado di prevedere la necessità di trasfusioni intraoperatorie nei pazienti oncologici.
- Valore predittivo negativo (NPV) elevato → strumento affidabile per l'esclusione diagnostica.
- SHAP garantisce l'interpretabilità per l'uso clinico.

Conclusioni

Il modello predittivo basato su ML proposto rappresenta uno strumento utile per la stima del rischio di trasfusione intraoperatoria in diverse popolazioni chirurgiche e potrebbe, se validato in coorti più ampie, supportare i clinici nella gestione peri-operatoria, ridurre le complicanze correlate alla trasfusione e ottimizzare l'allocazione delle risorse.