



GiViTI - Gruppo italiano per la Valutazione  
degli Interventi in Terapia Intensiva

# **ANGOLO DELLA METODOLOGIA: PROPENSITY SCORE**

[www.giviti.marionegri.it](http://www.giviti.marionegri.it)

**Meeting GiViTI 2025**

8 - 9 - 10 ottobre

Giovanni Tricella & Sara Bettoni



LETTER

# SARS-CoV-2 breakthrough infections in vaccinated individuals requiring ventilatory support for severe acute respiratory failure



Stefano Finazzi<sup>1,2\*</sup>, Matilde Perego<sup>1,2</sup>, Giovanni Tricella<sup>1</sup>, Daniele Poole<sup>2,3</sup> and V. Marco Ranieri<sup>4\*</sup>  on behalf of  
GiViTI (Italian Group for the Evaluation of Interventions in Intensive Care Medicine)

PREGRESSO

Il vaccino riduce il rischio di infezione

LETTER

# SARS-CoV-2 breakthrough infections in vaccinated individuals requiring ventilatory support for severe acute respiratory failure



Stefano Finazzi<sup>1,2\*</sup>, Matilde Perego<sup>1,2</sup>, Giovanni Tricella<sup>1</sup>, Daniele Poole<sup>2,3</sup> and V. Marco Ranieri<sup>4\*</sup>  on behalf of  
GiViTI (Italian Group for the Evaluation of Interventions in Intensive Care Medicine)

PREGRESSO

Il vaccino riduce il rischio di infezione

DOMANDA

Acquisita l'infezione, cosa fa il vaccino?

LETTER

# SARS-CoV-2 breakthrough infections in vaccinated individuals requiring ventilatory support for severe acute respiratory failure



Stefano Finazzi<sup>1,2\*</sup>, Matilde Pergo<sup>1,2</sup>, Giovanni Tricella<sup>1</sup>, Daniele Poole<sup>2,3</sup> and V. Marco Ranieri<sup>4\*</sup>  on behalf of  
GiViTI (Italian Group for the Evaluation of Interventions in Intensive Care Medicine)

PREGRESSO

Il vaccino riduce il rischio di infezione

DOMANDA

Acquisita l'infezione, cosa fa il vaccino?

IPOTESI

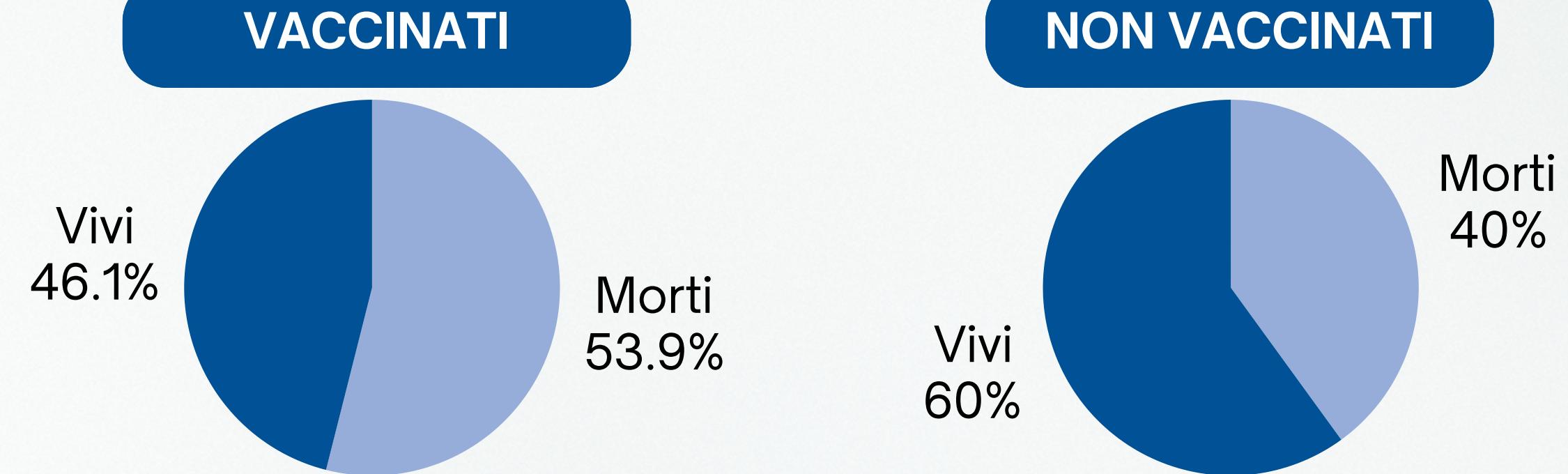
Il vaccino non ha effetto

LETTER



# SARS-CoV-2 breakthrough infections in vaccinated individuals requiring ventilatory support for severe acute respiratory failure

Stefano Finazzi<sup>1,2\*</sup>, Matilde Pergo<sup>1,2</sup>, Giovanni Tricella<sup>1</sup>, Daniele Poole<sup>2,3</sup> and V. Marco Ranieri<sup>4\*</sup>  on behalf of  
GiViTI (Italian Group for the Evaluation of Interventions in Intensive Care Medicine)



# I due gruppi sono davvero confrontabili?

ETA'

VACCINATI: 71 (64,76)

NON VACCINATI: 63 (54,71)

COMORBIDITA'

VACCINATI: 91.2 %

NON VACCINATI: 65.7 %

SOFA

VACCINATI : 6 (4, 8)

NON VACCINATI: 4 (3, 7)

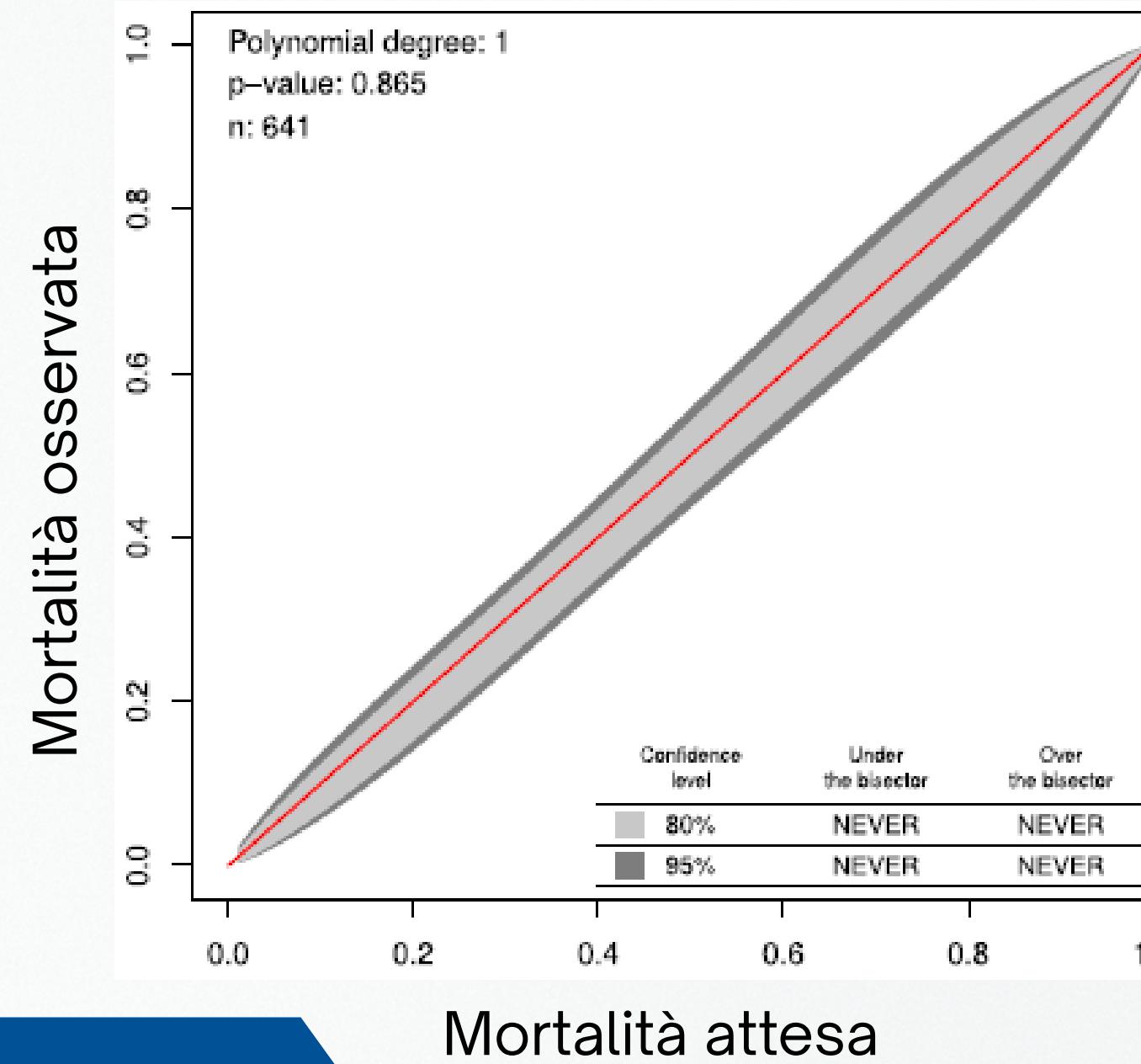
SAPSII

VACCINATI: 39 (32, 48)

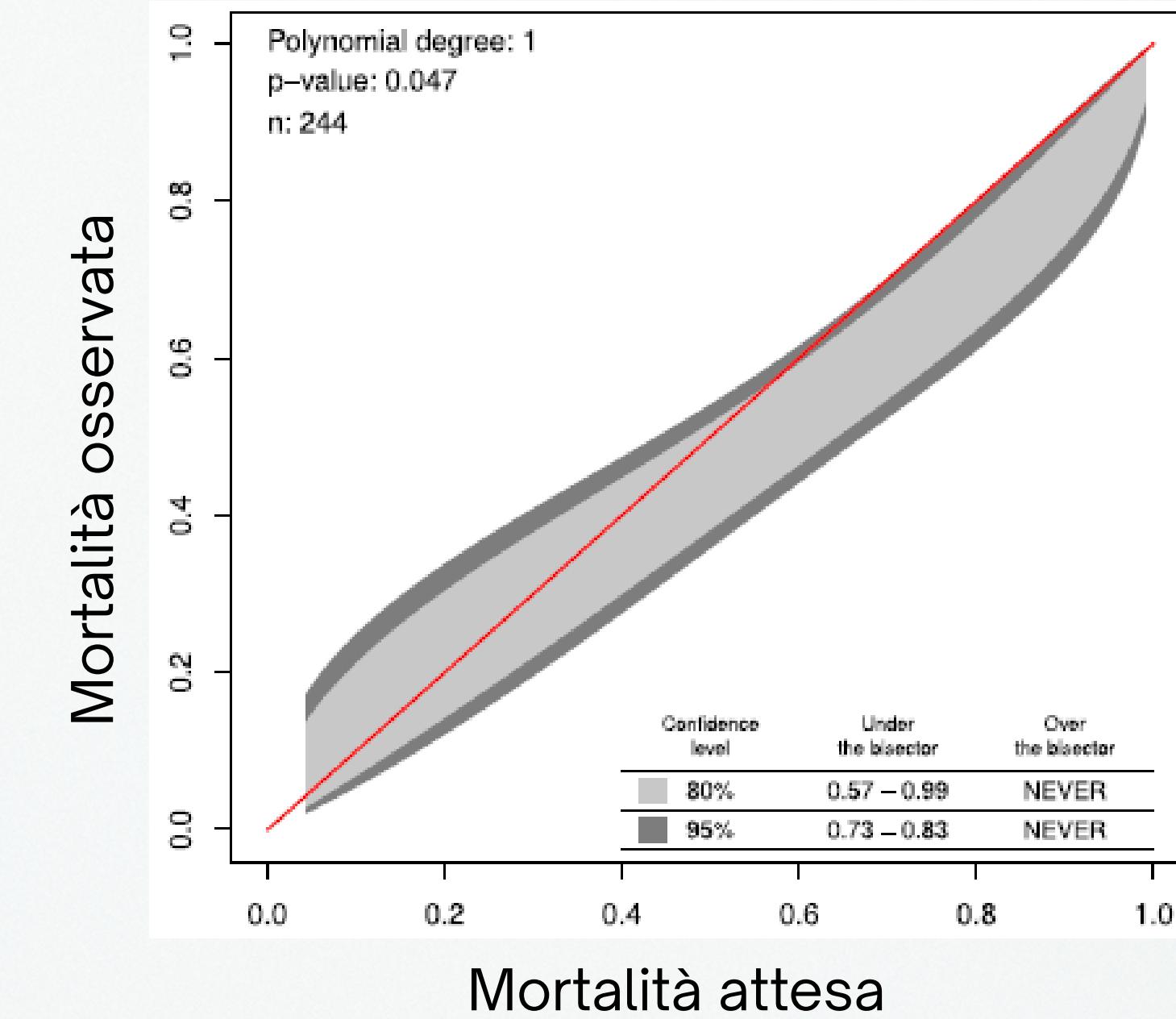
NON VACCINATI: 32 (27, 41)

# Correggendo per le differenze tra i gruppi

NON VACCINATI



VACCINATI



# Propensity score

Probabilità che un paziente riceva il trattamento  
dato il suo profilo clinico

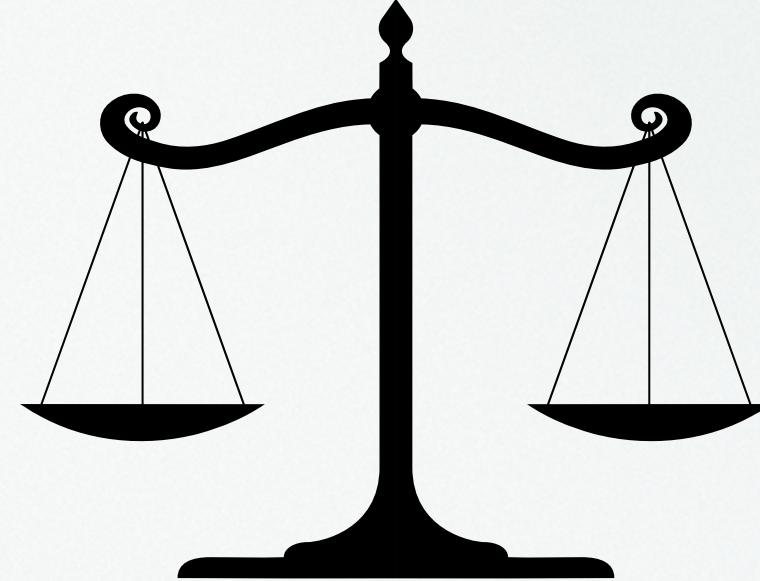
# Propensity score

Probabilità che un paziente riceva il trattamento  
dato il suo profilo clinico

Permette di rendere confrontabili i due gruppi



PS  
→



# Il ruolo dei confondenti

**CONFONDENTE**

Variabile causale che influenza sia  
l'esposizione che l'outcome

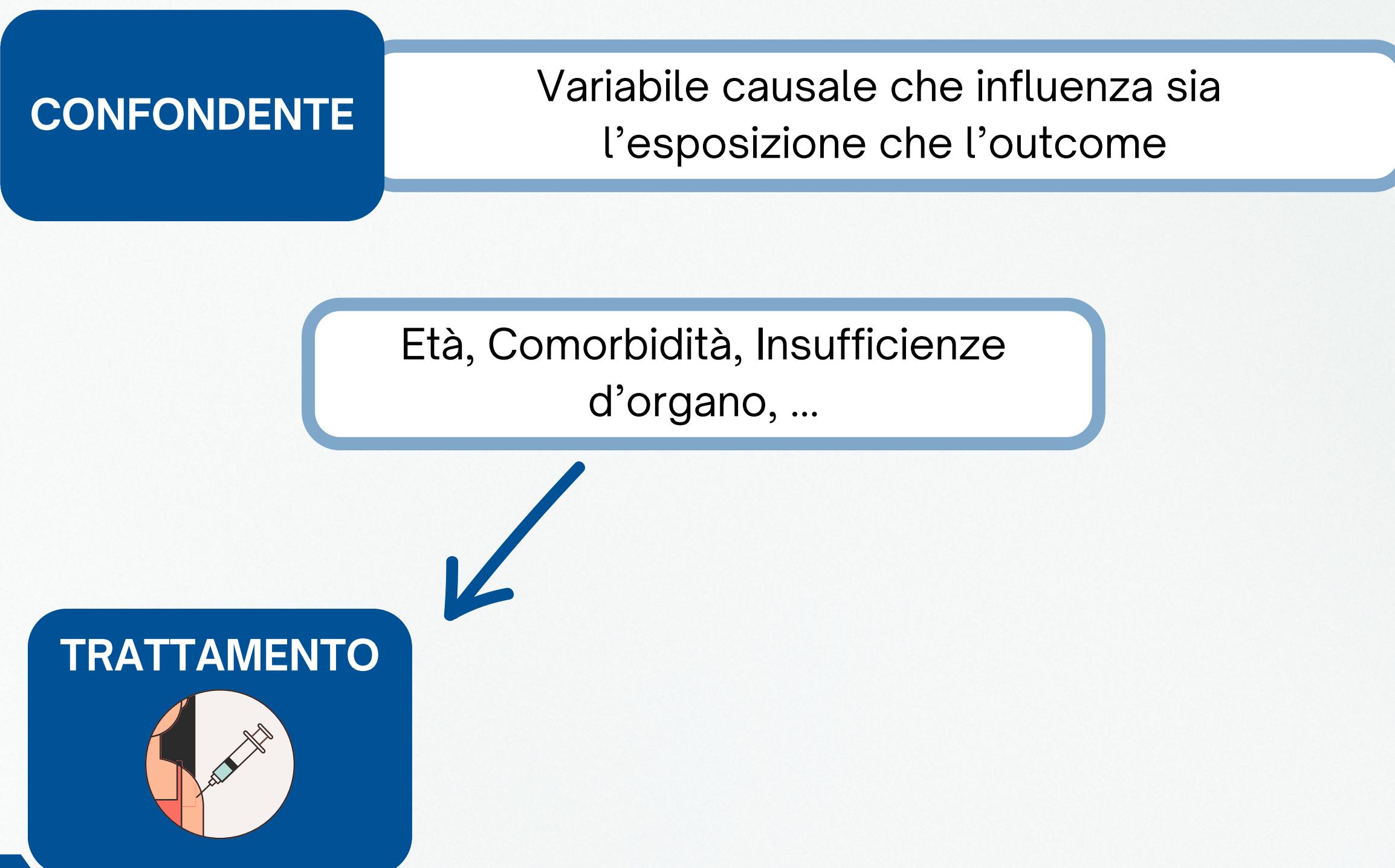
# Il ruolo dei confondenti

**CONFONDENTE**

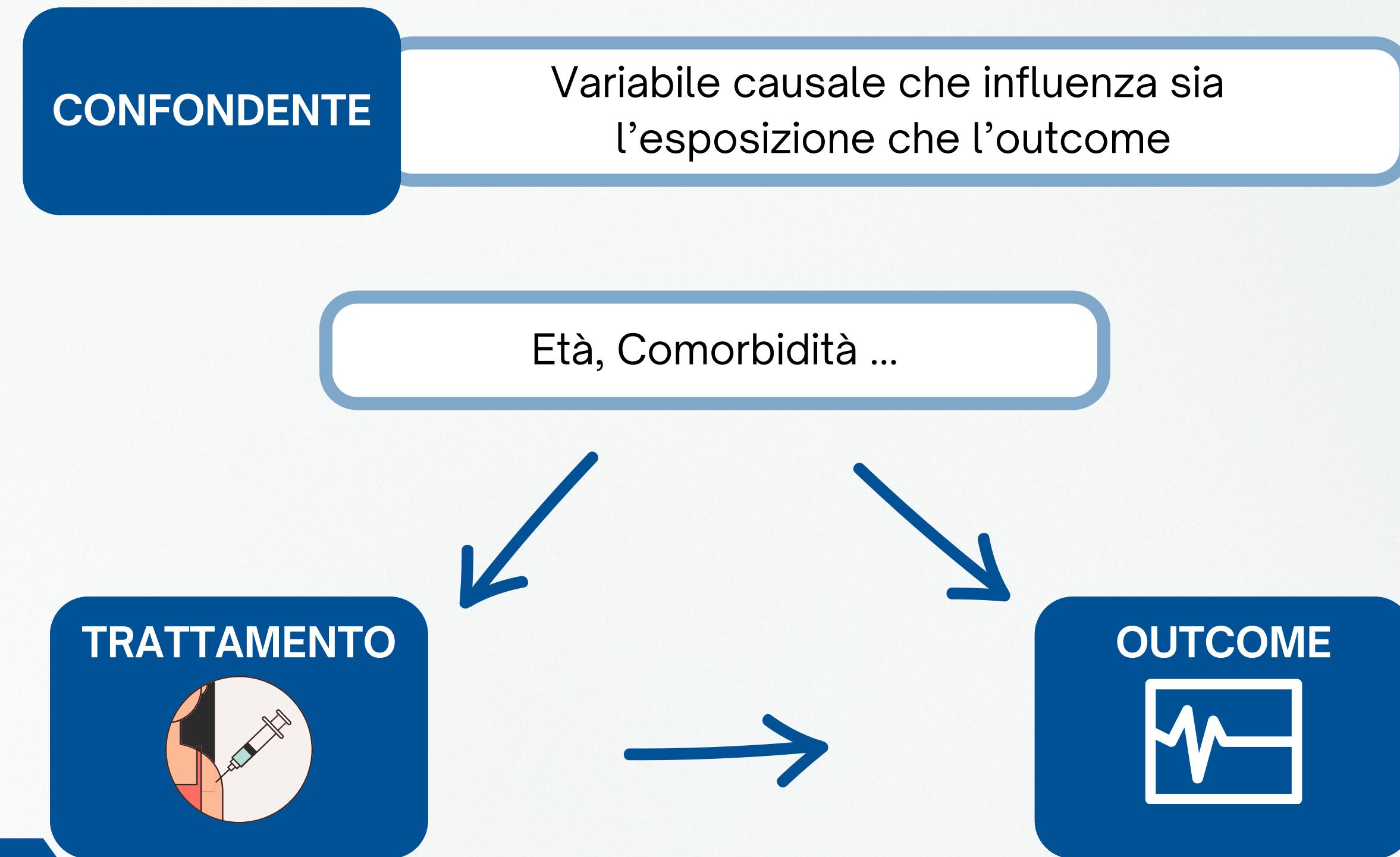
Variabile causale che influenza sia  
l'esposizione che l'outcome

Età, Comorbidità, Insufficienze  
d'organo, ...

# Il ruolo dei confondenti



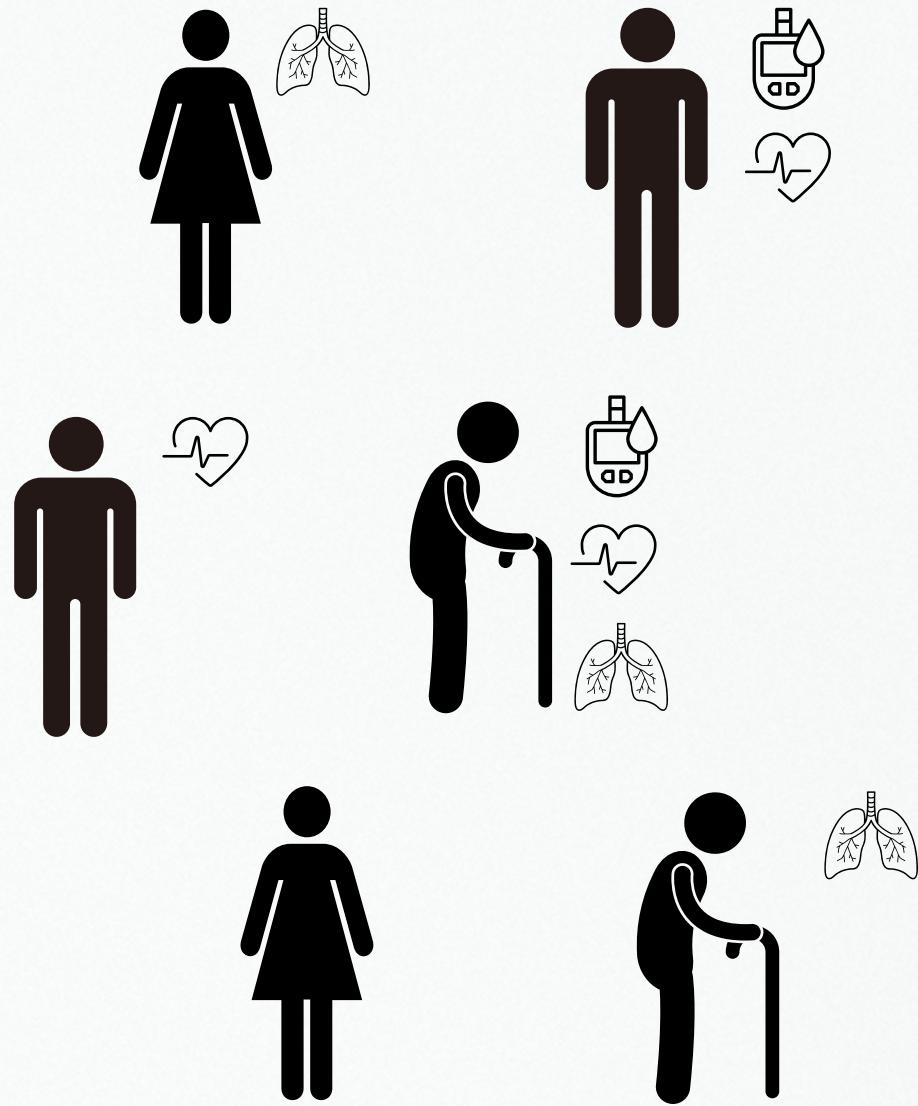
# Il ruolo dei confondenti



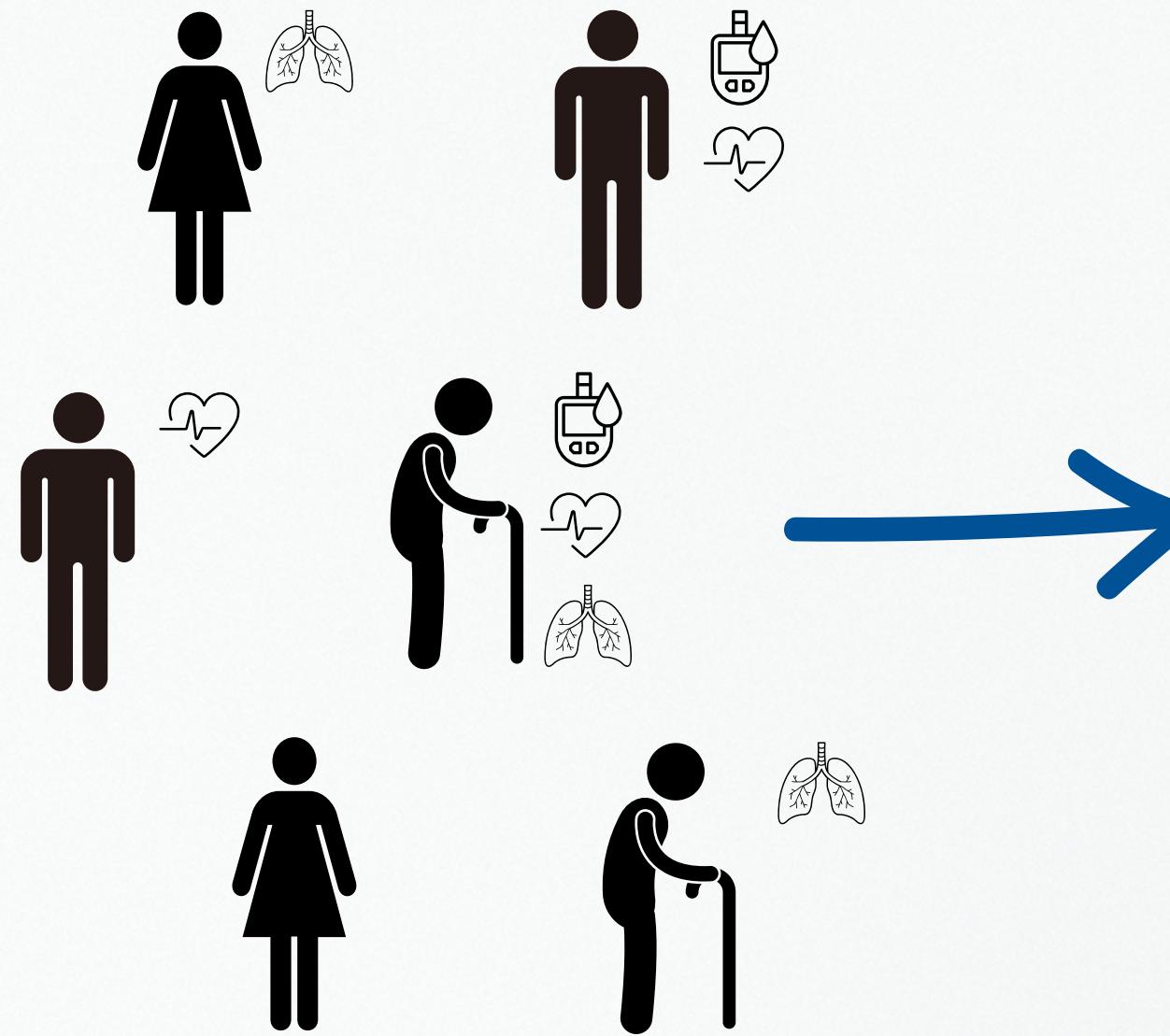
# Come si calcola il Propensity Score?



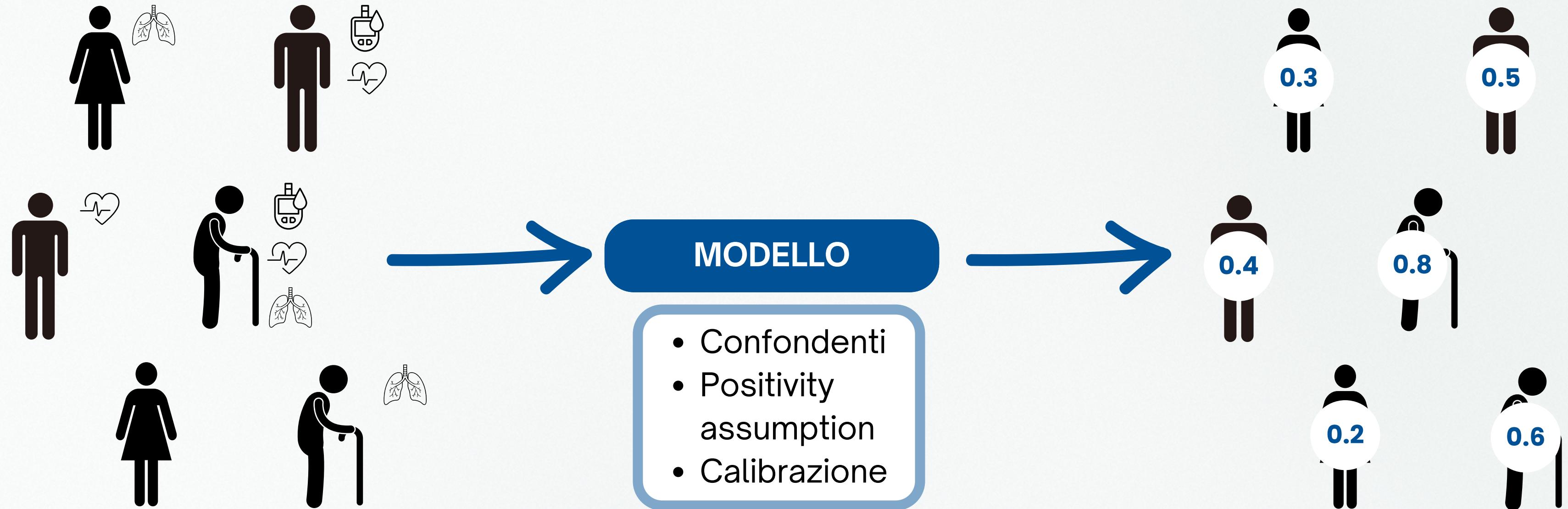
# Come si calcola il Propensity Score?



# Come si calcola il Propensity Score?



# Come si calcola il Propensity Score?



# Come rendiamo confrontabili i due gruppi?

PROPENSITY SCORE  
MATCHING

# Come rendiamo confrontabili i due gruppi?

## PROPENSITY SCORE MATCHING

Si calcola la probabilità di essere vaccinato in  
base alle caratteristiche cliniche

# Come rendiamo confrontabili i due gruppi?

## PROPENSITY SCORE MATCHING

Si calcola la probabilità di essere vaccinato in  
base alle caratteristiche cliniche

Si abbina ogni vaccinato con un non vaccinato con  
Propensity Score simile

A

**Vaccinato**  
55 anni  
BPCO

B

**Vaccinato**  
20 anni  
Nessuna

C

**Vaccinato**  
80 anni  
COPD, aritmia,  
diabete

D

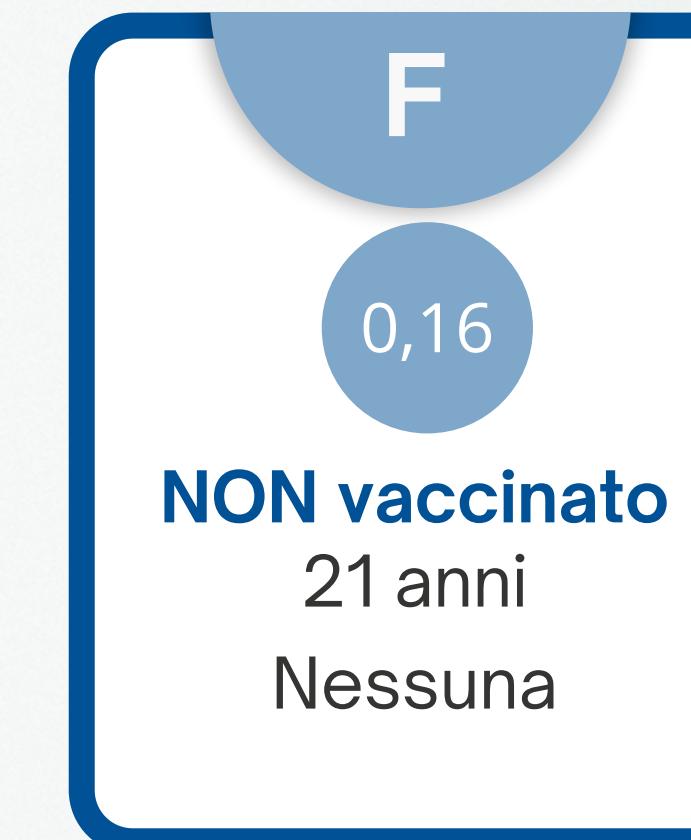
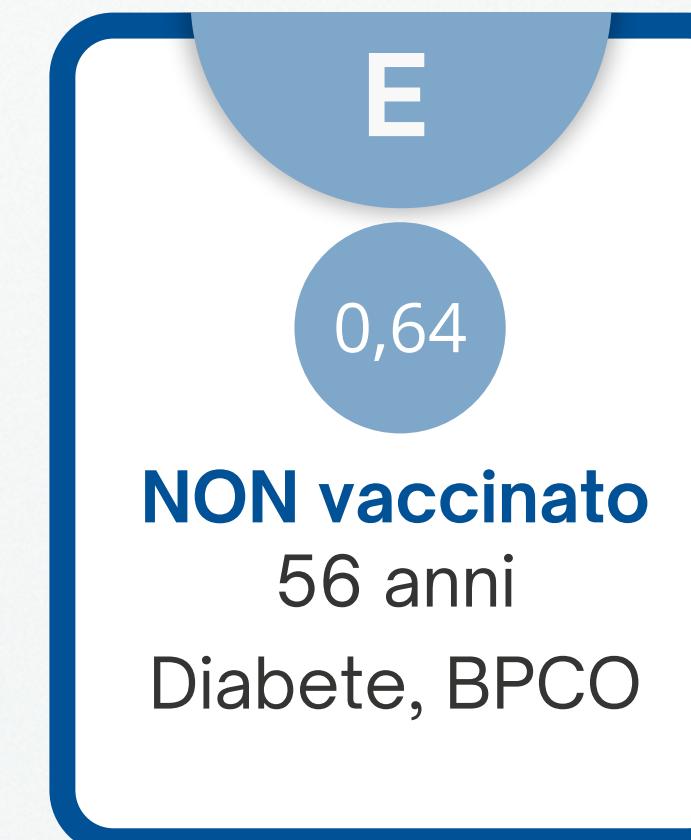
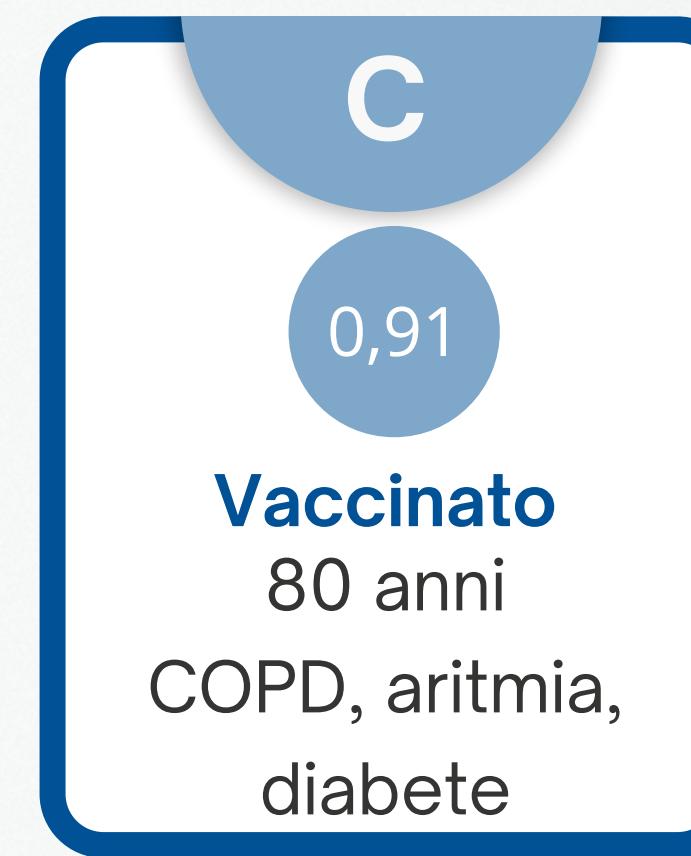
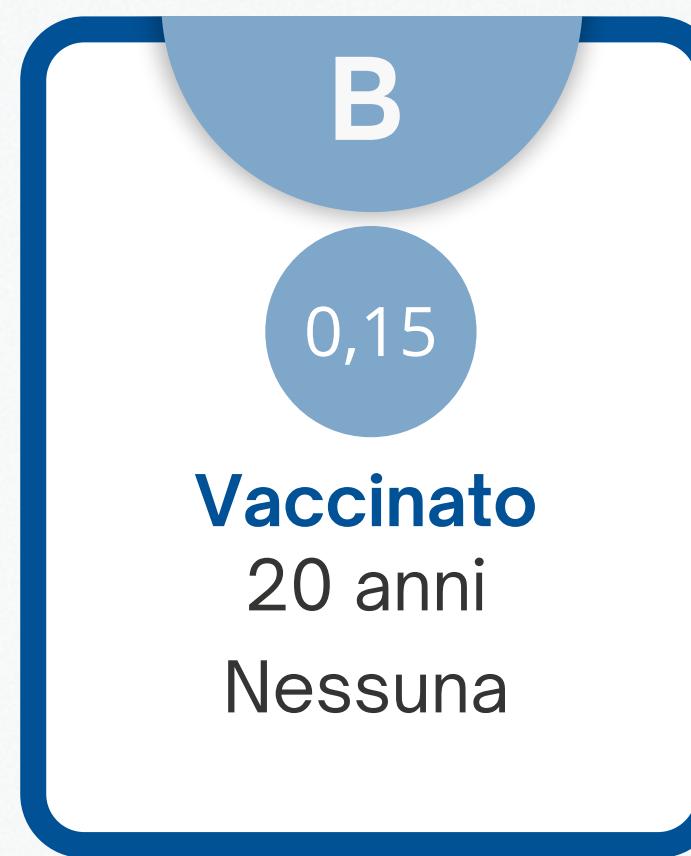
**NON vaccinato**  
68 anni  
Diabete, aritmia

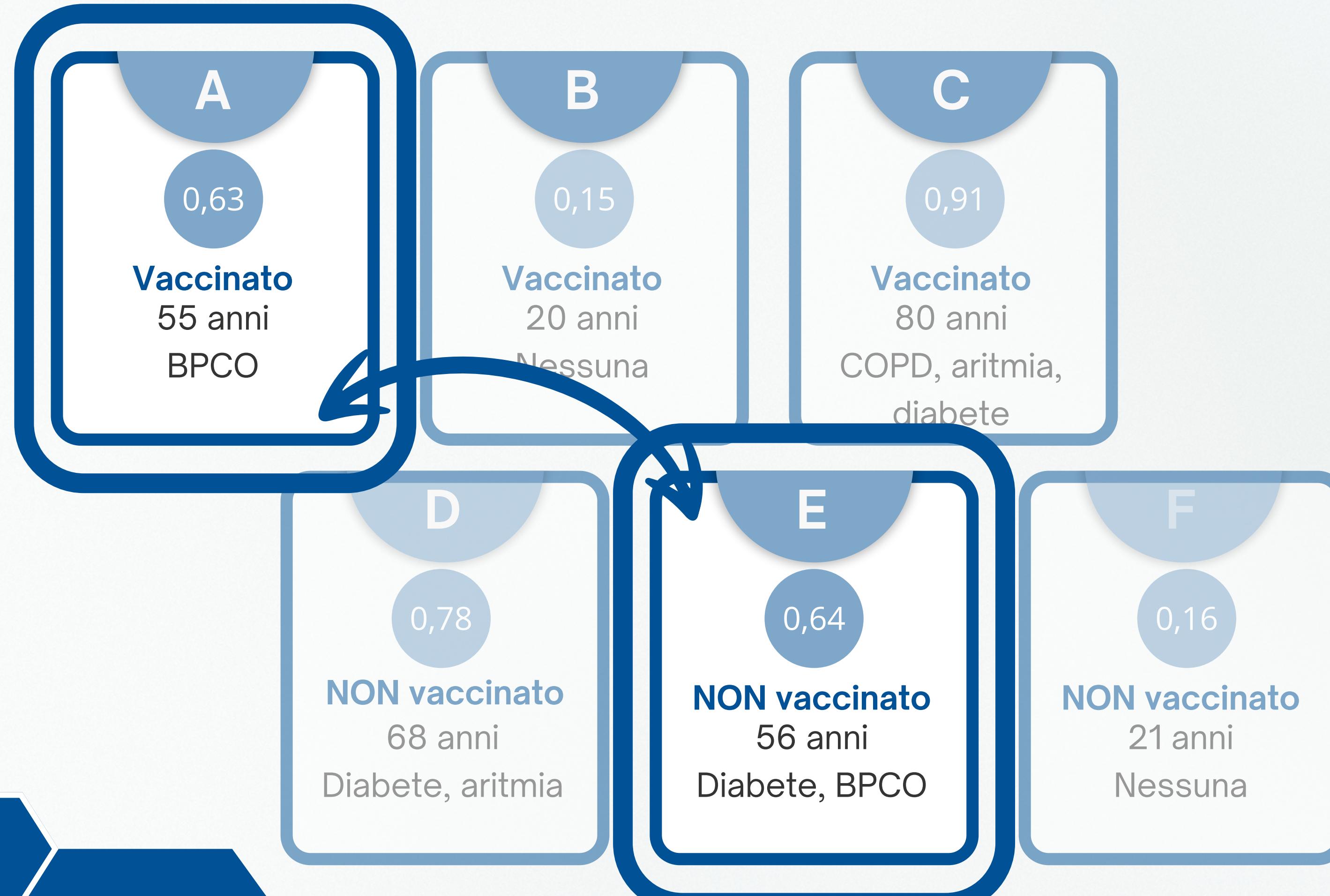
E

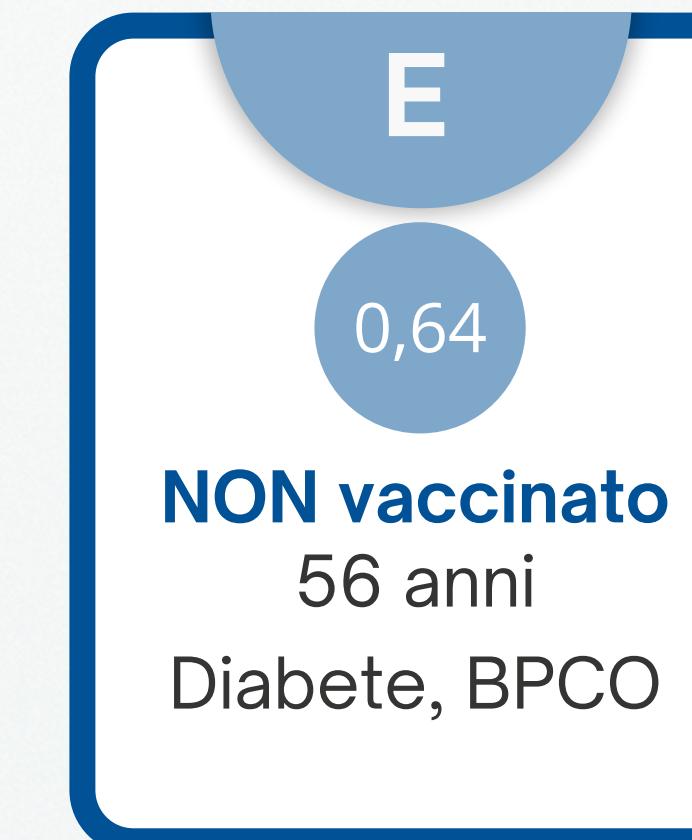
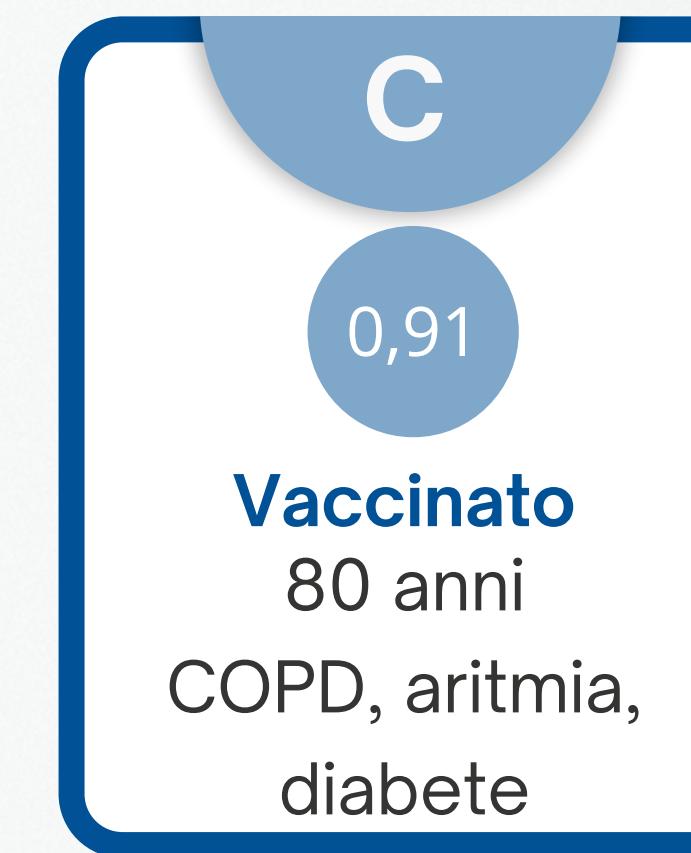
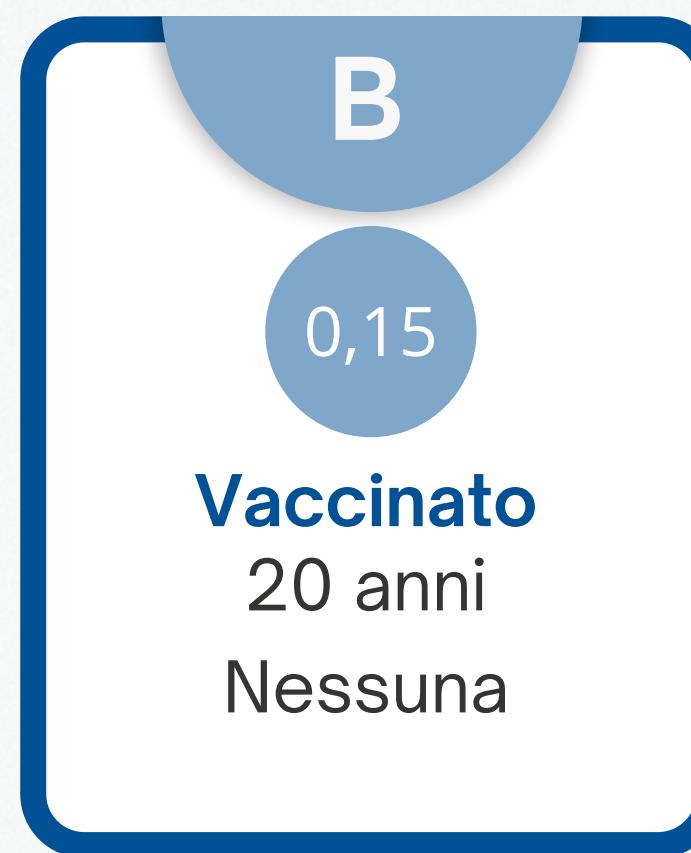
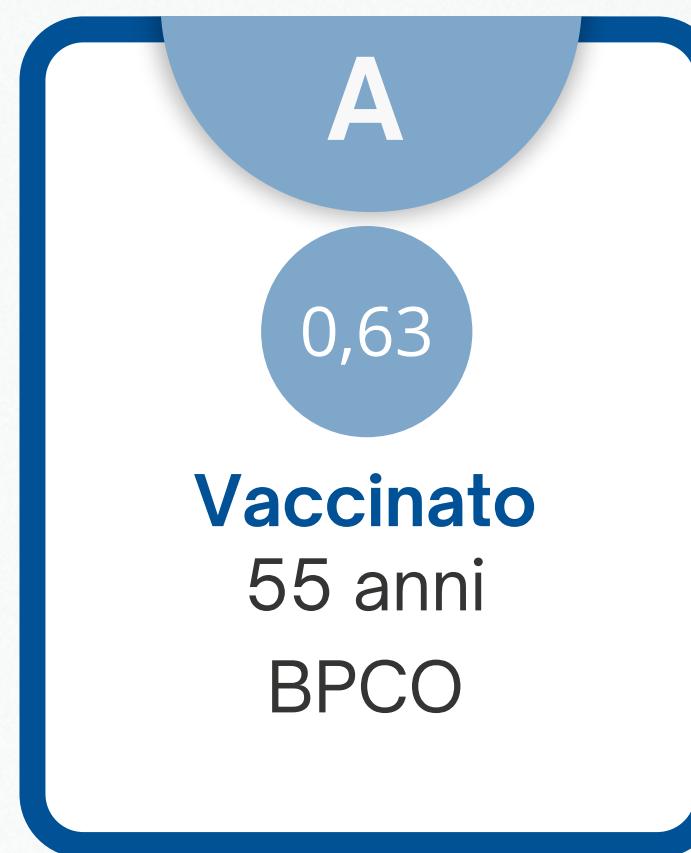
**NON vaccinato**  
56 anni  
Diabete, BPCO

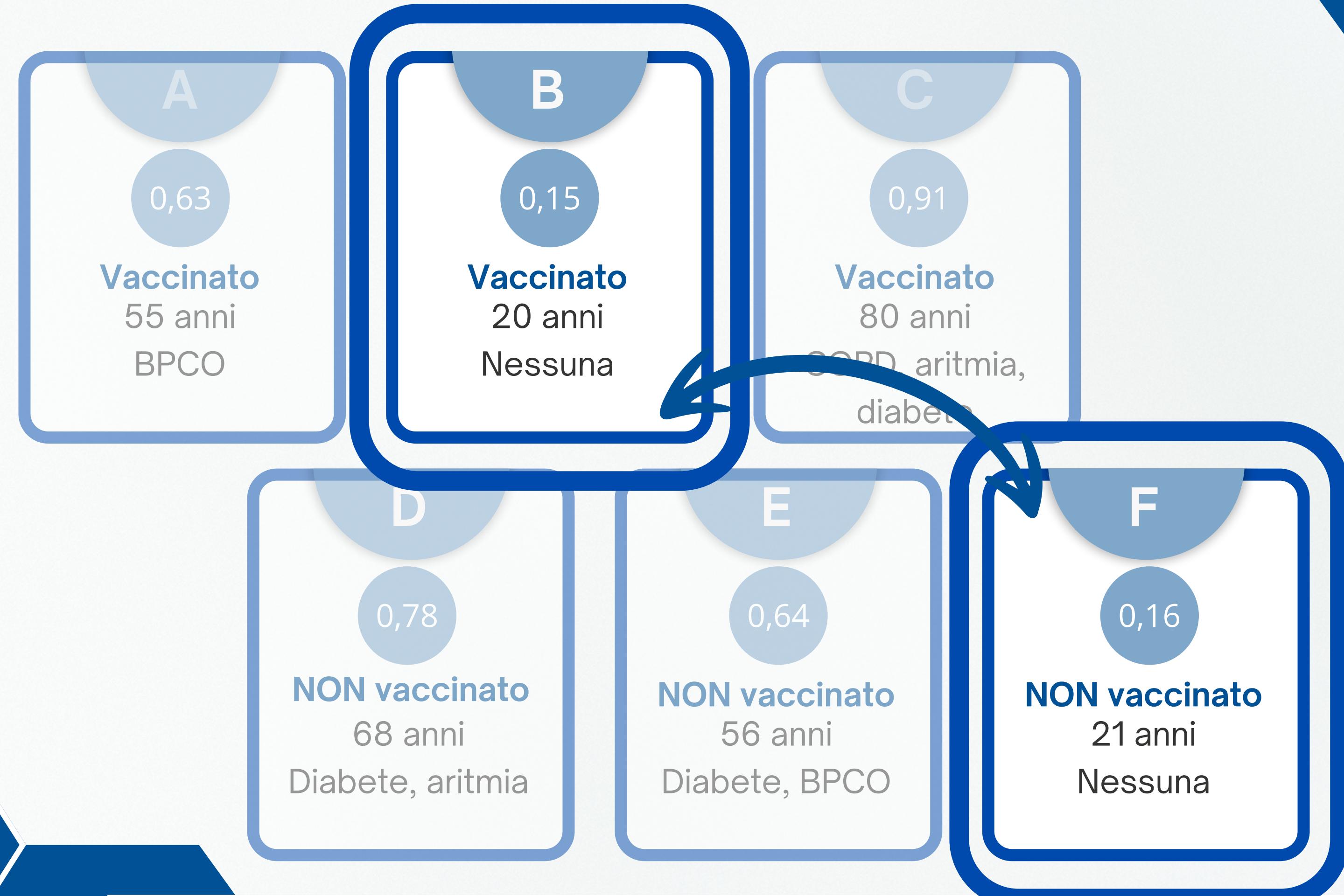
F

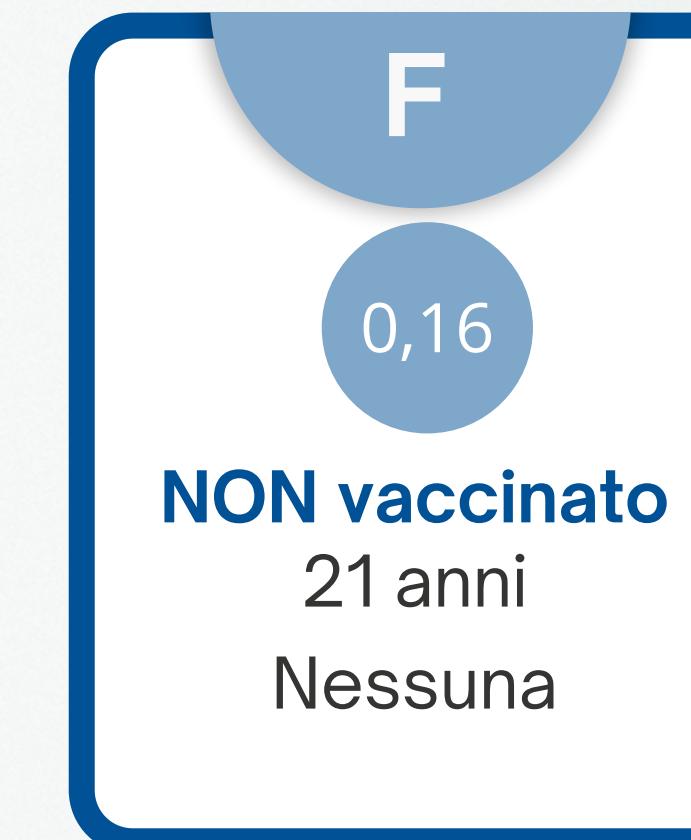
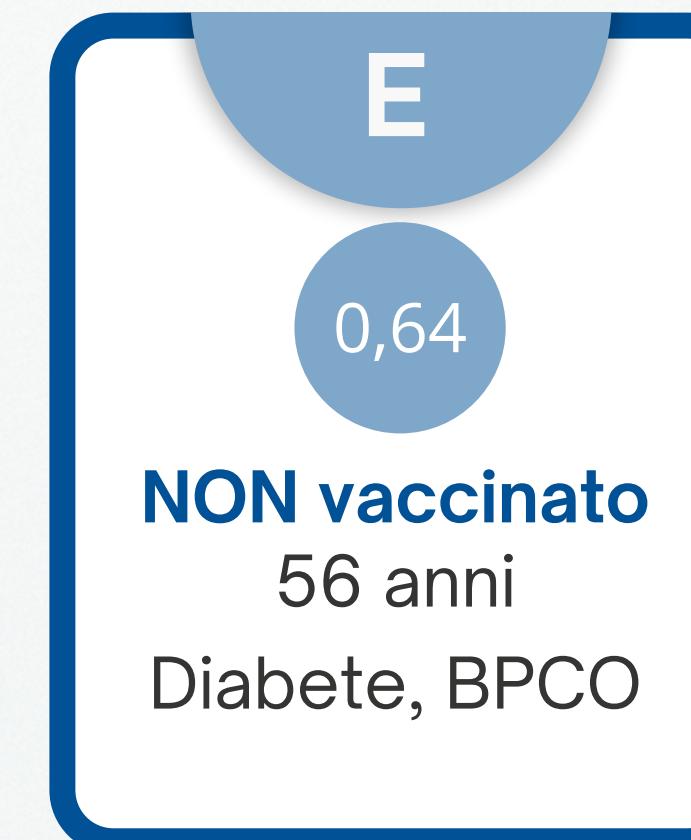
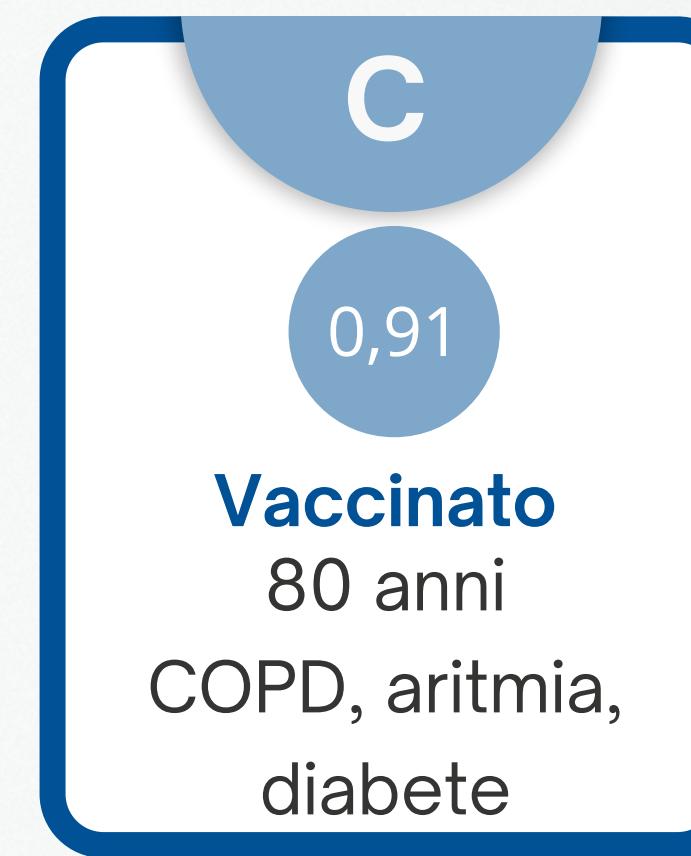
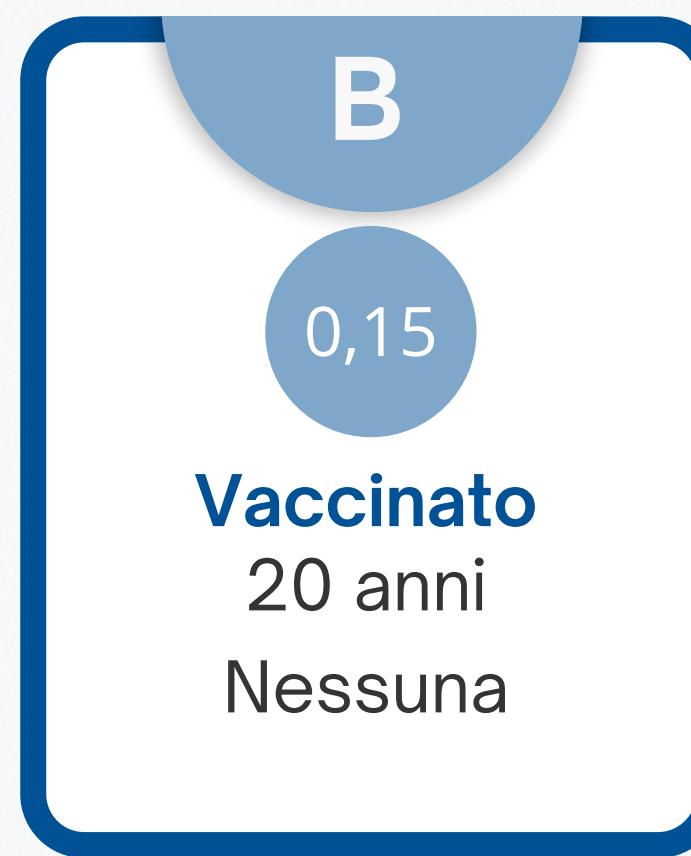
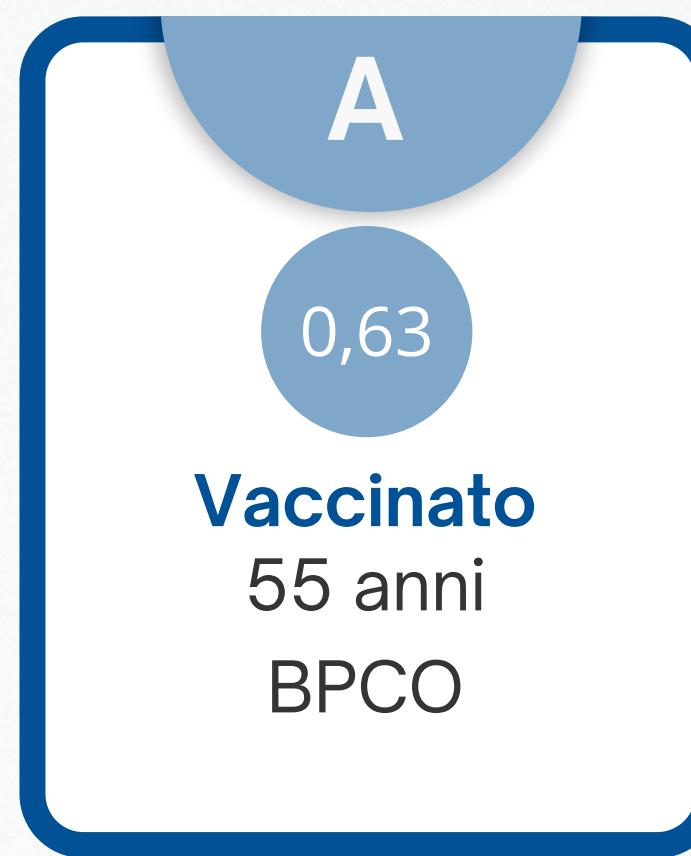
**NON vaccinato**  
21 anni  
Nessuna

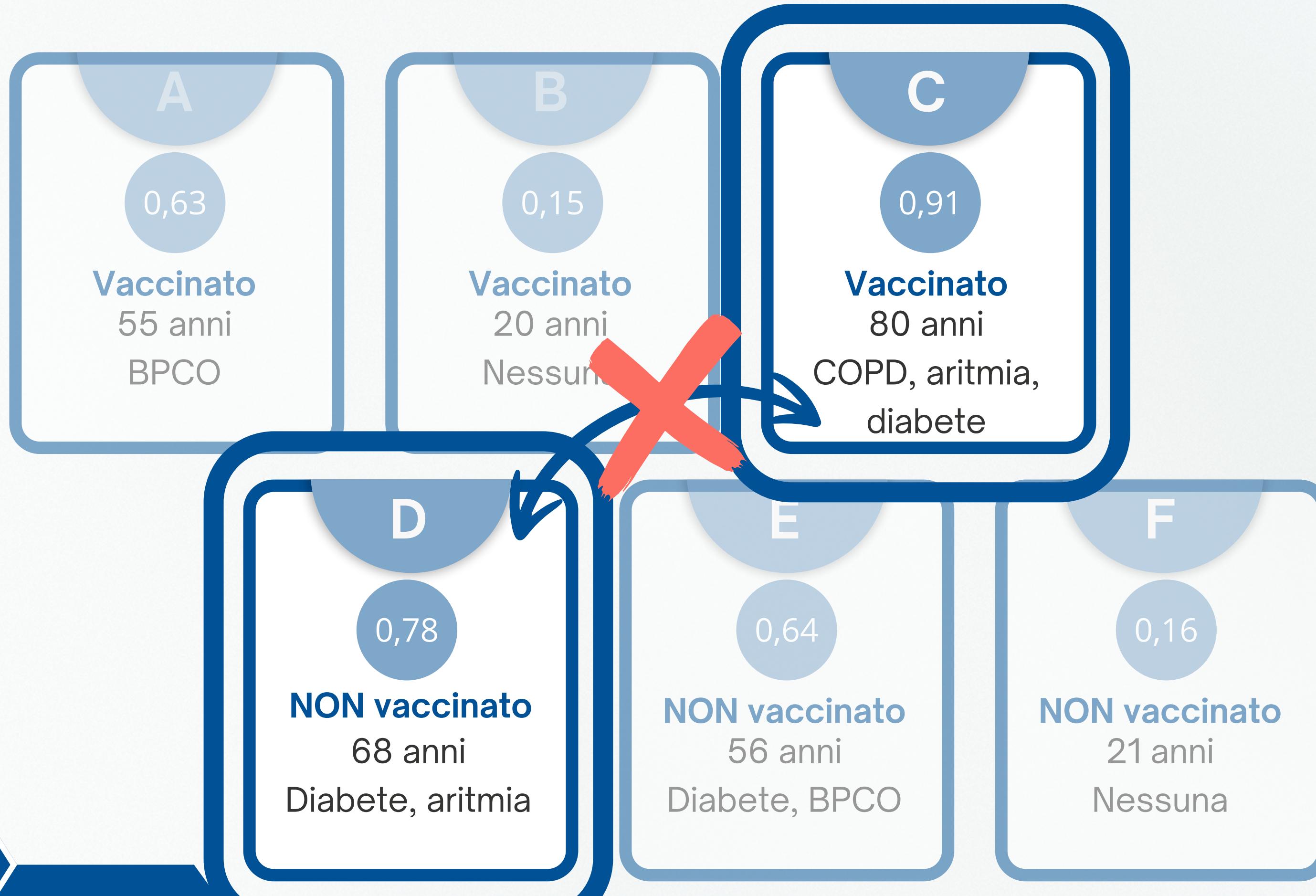






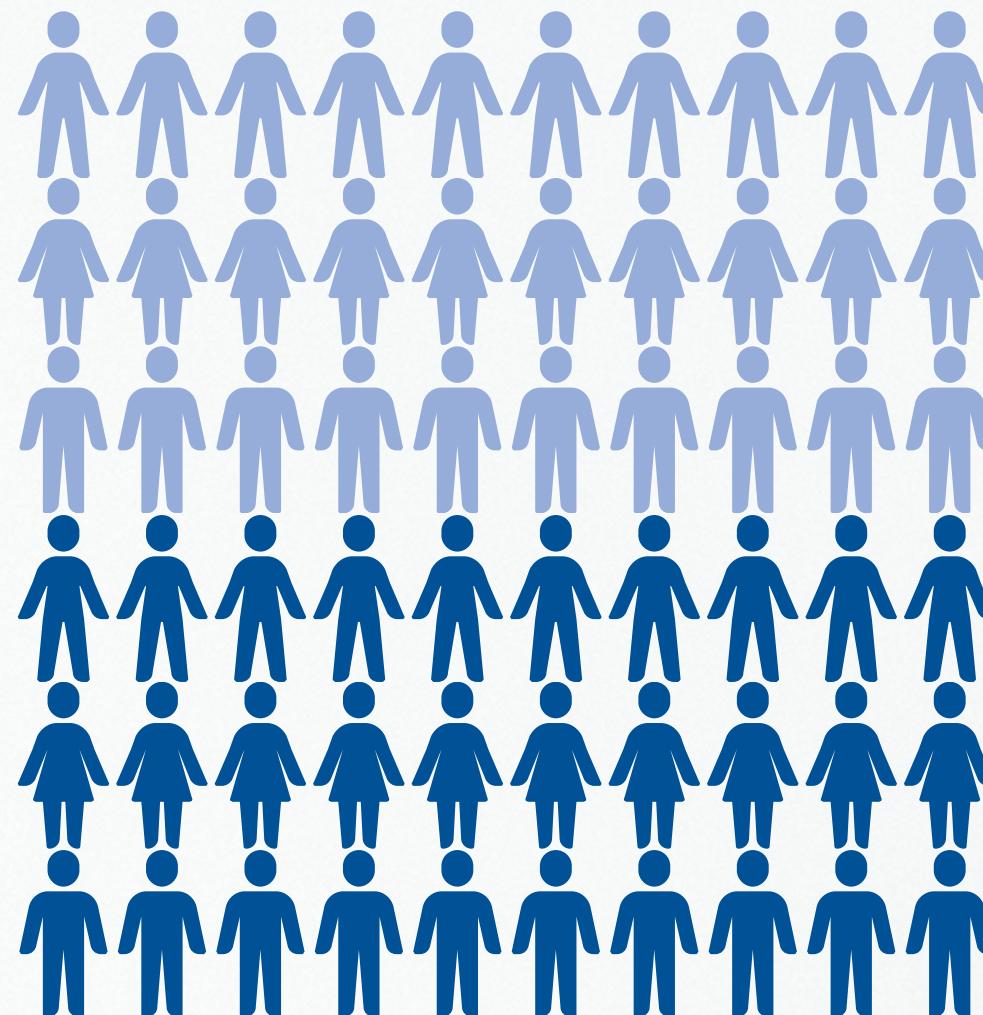




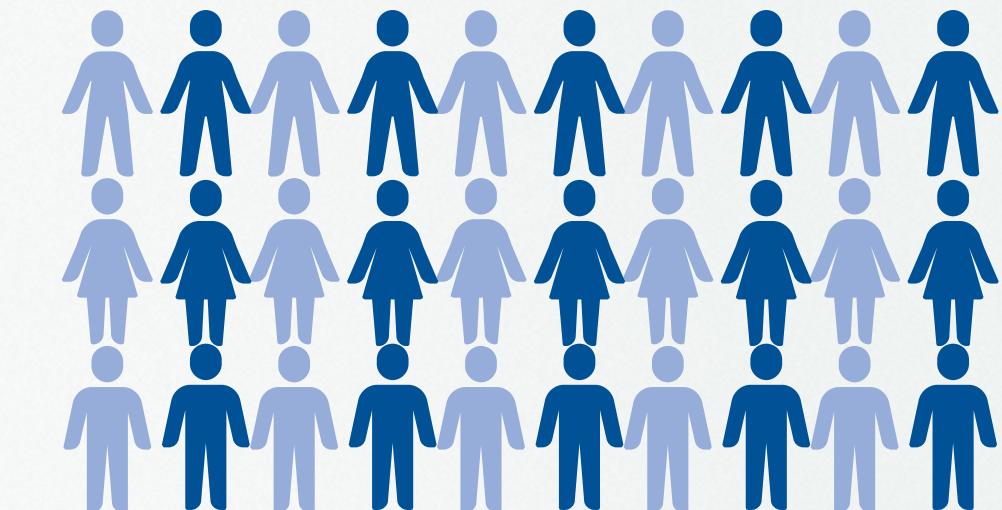
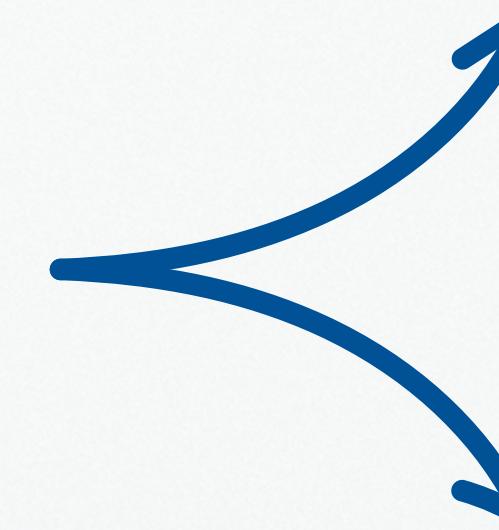


# Problema

Impossibilità di trovare un match per tutti i pazienti.



**Campione iniziale**



**Pazienti inclusi**



**Pazienti esclusi**

# Ma dobbiamo davvero rinunciare a questi pazienti?

INVERSE PROBABILITY  
WEIGHTING

# Ma dobbiamo davvero rinunciare a questi pazienti?

## INVERSE PROBABILITY WEIGHTING

Si calcola la probabilità di essere vaccinato in  
base alle caratteristiche cliniche

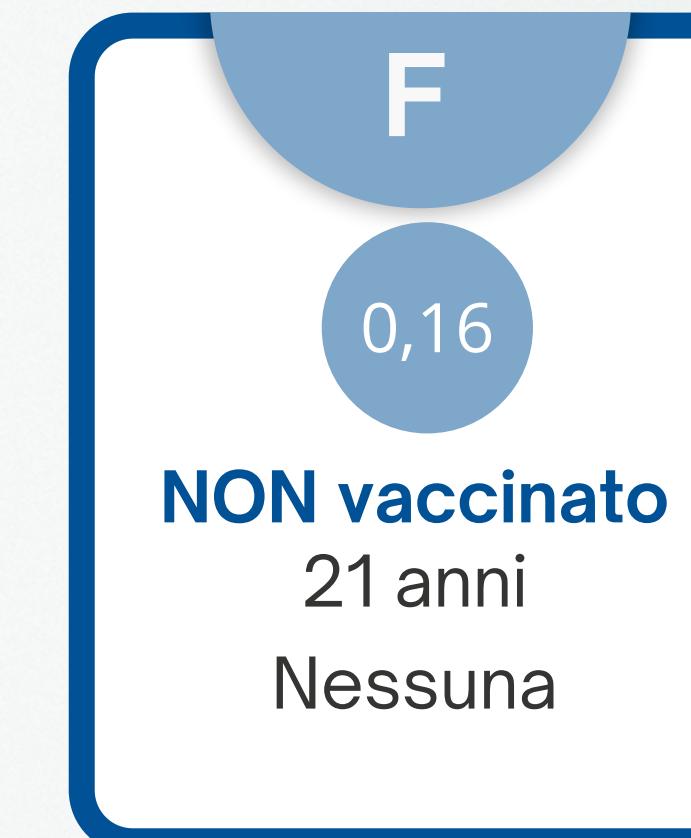
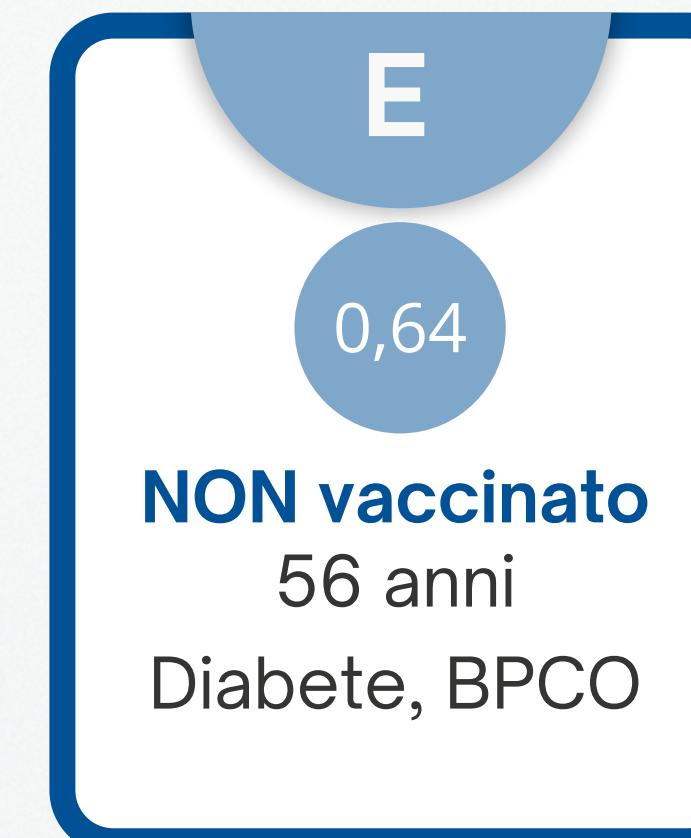
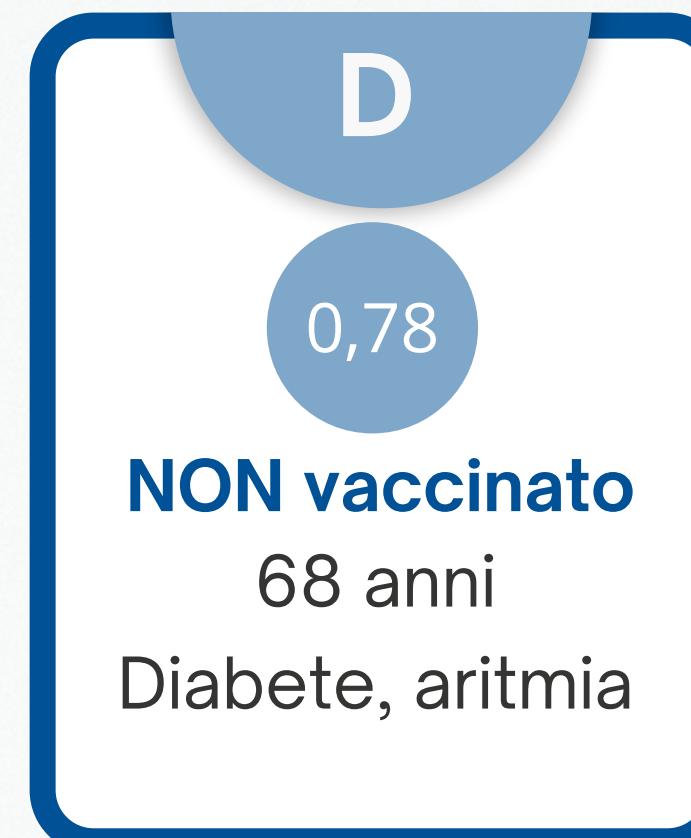
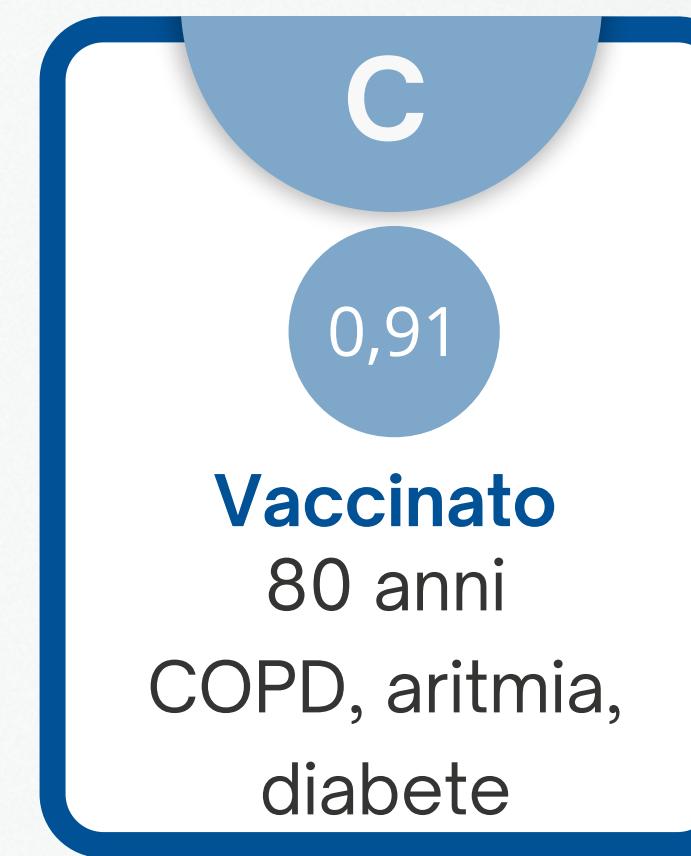
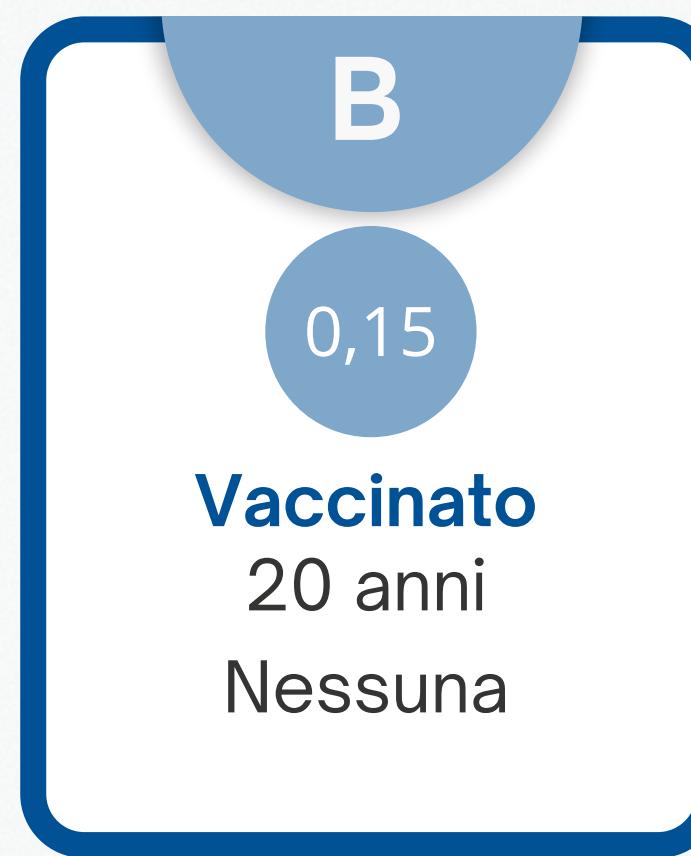
# Ma dobbiamo davvero rinunciare a questi pazienti?

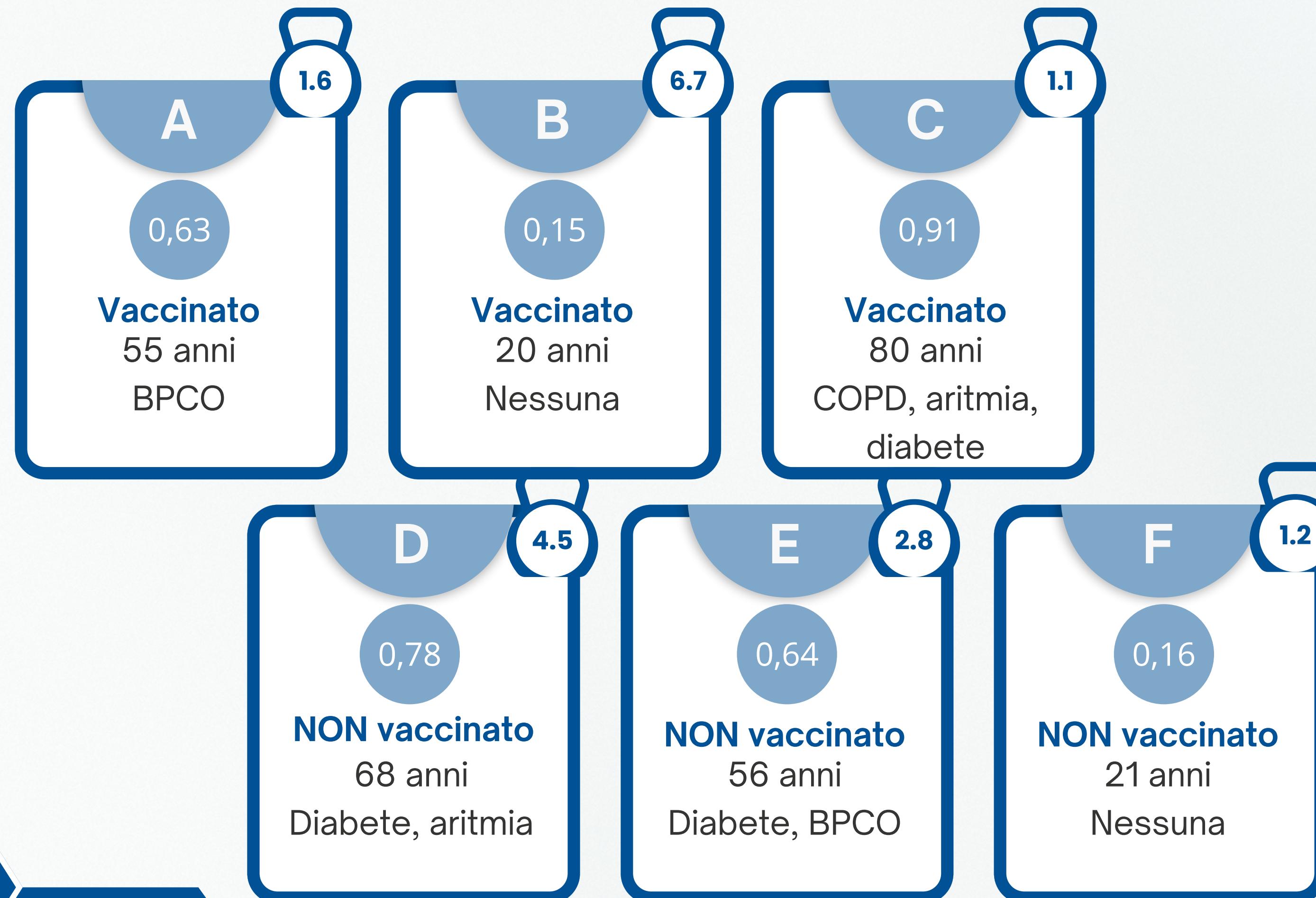
## INVERSE PROBABILITY WEIGHTING

Si calcola la probabilità di essere vaccinato in base alle caratteristiche cliniche

Si assegna un peso ad ogni paziente

VACCINATI	NON VACCINATI
$1/P(T=1 X)$	$1/P(T=0 X) = 1/(1-P(T=1 X))$





# PROPENSITY SCORE: take home message



BIAS DI  
SELEZIONE

# PROPENSITY SCORE: take home message

BIAS DI  
SELEZIONE

Ruolo dei  
confondenti

# PROPENSITY SCORE: take home message



# PROPENSITY SCORE: take home message



# PROPENSITY SCORE: take home message

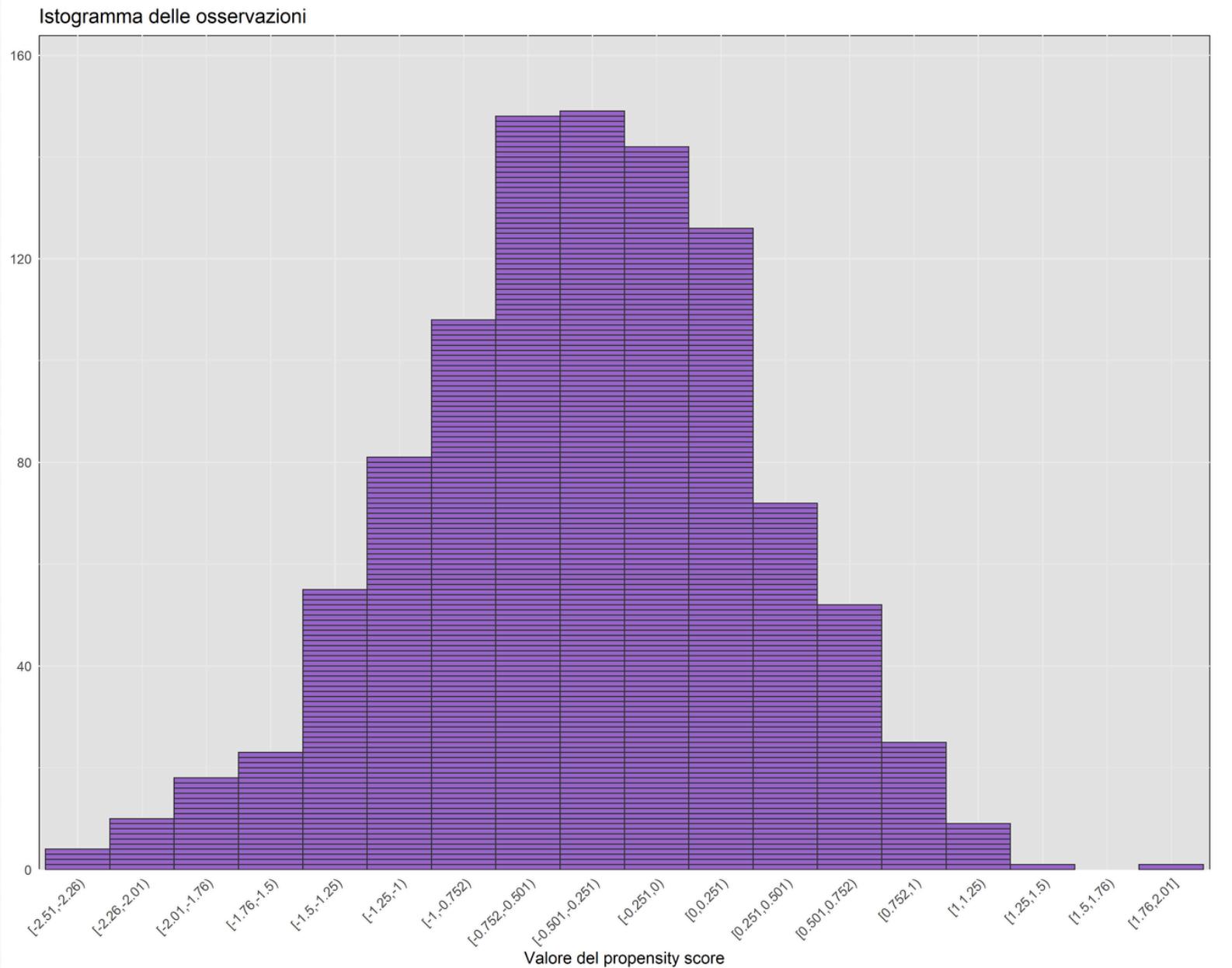


# PROPENSITY SCORE: take home message



Il propensity score è uno strumento utile per correggere il bias,  
ma funziona solo su ciò che possiamo misurare.

# Il case mix

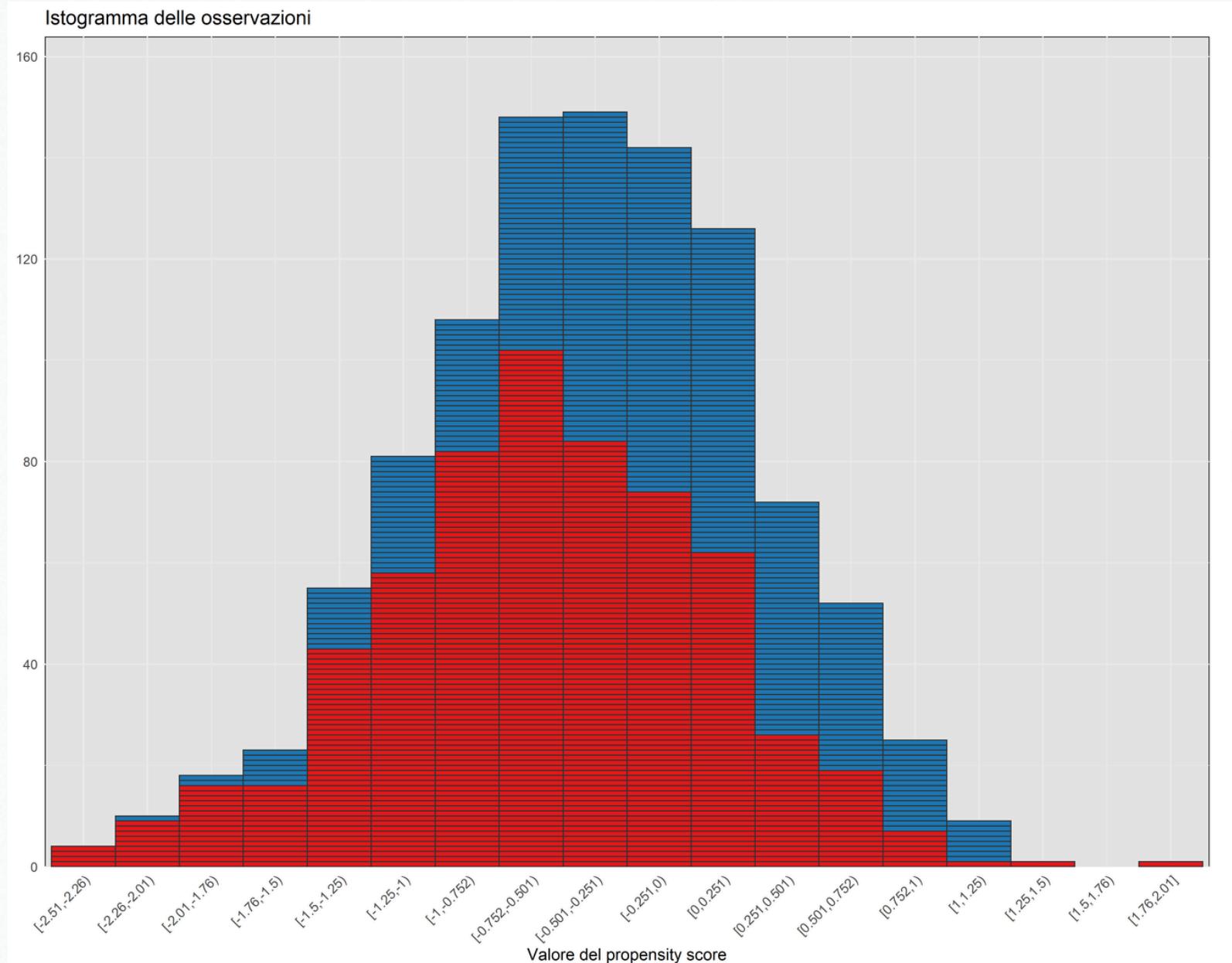


Per ogni paziente incluso, il trattamento è più o meno probabile

- Età
- SOFA
- diagnosi
- ...

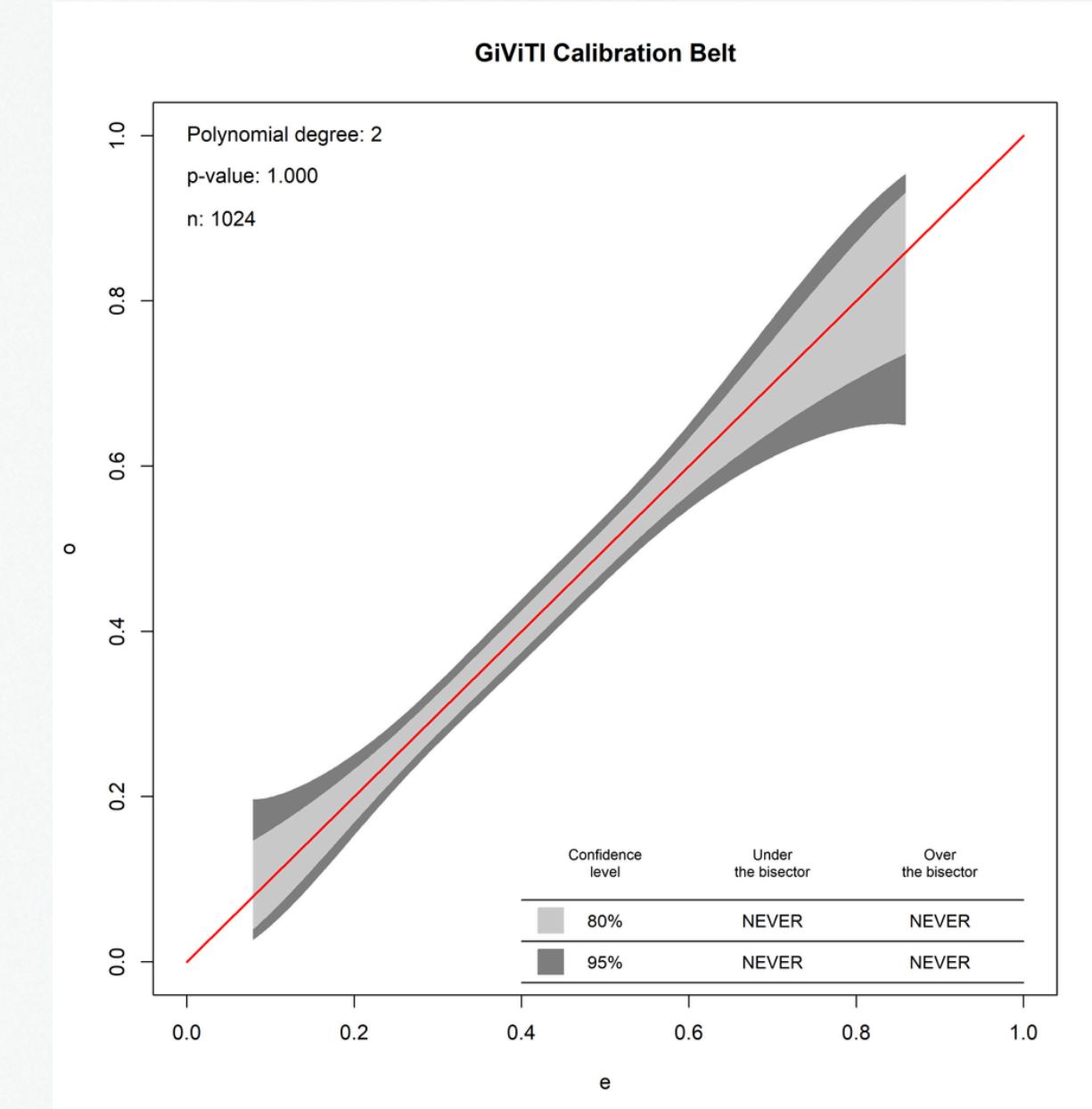
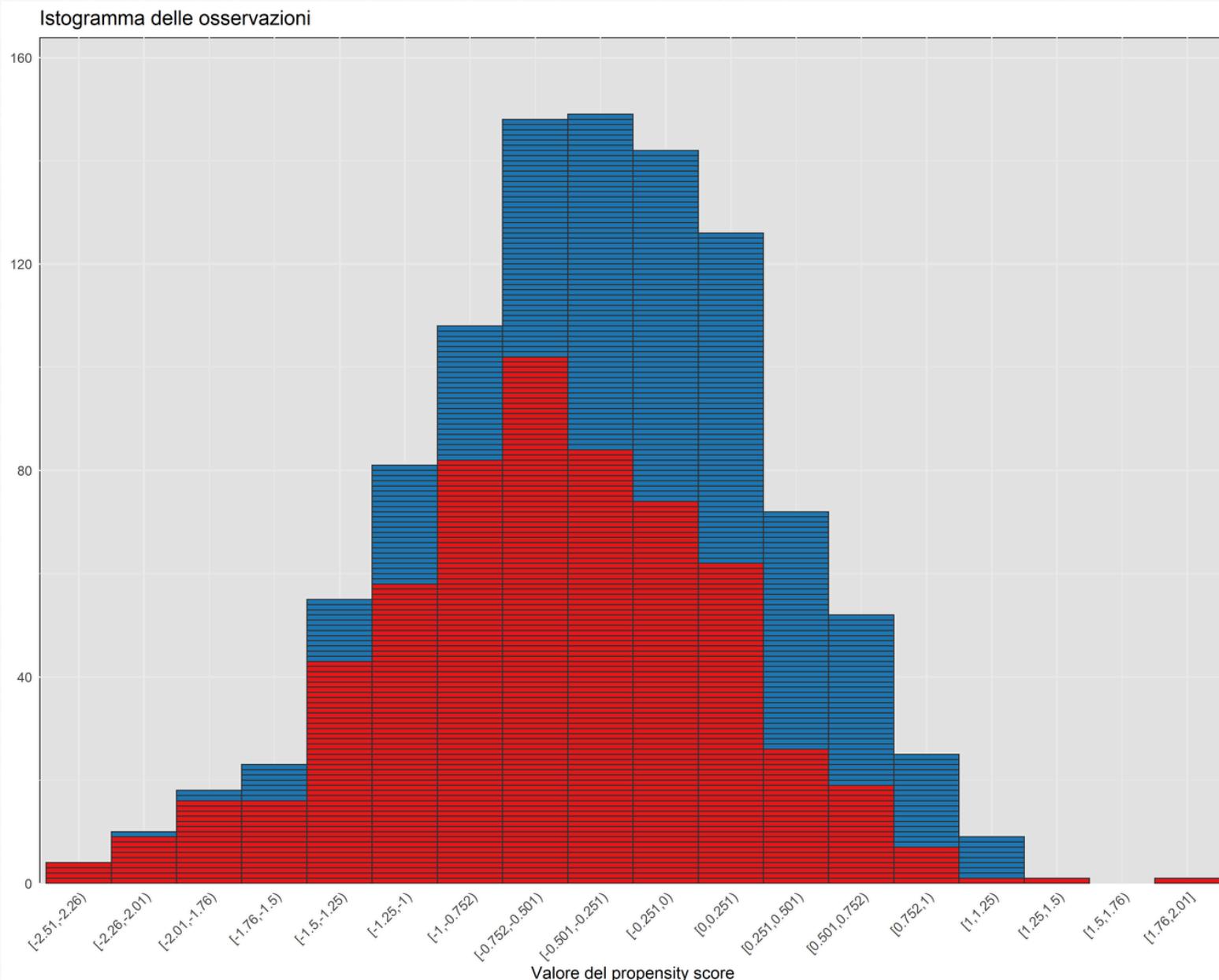
Ma mai certo o impossibile

# Il case mix



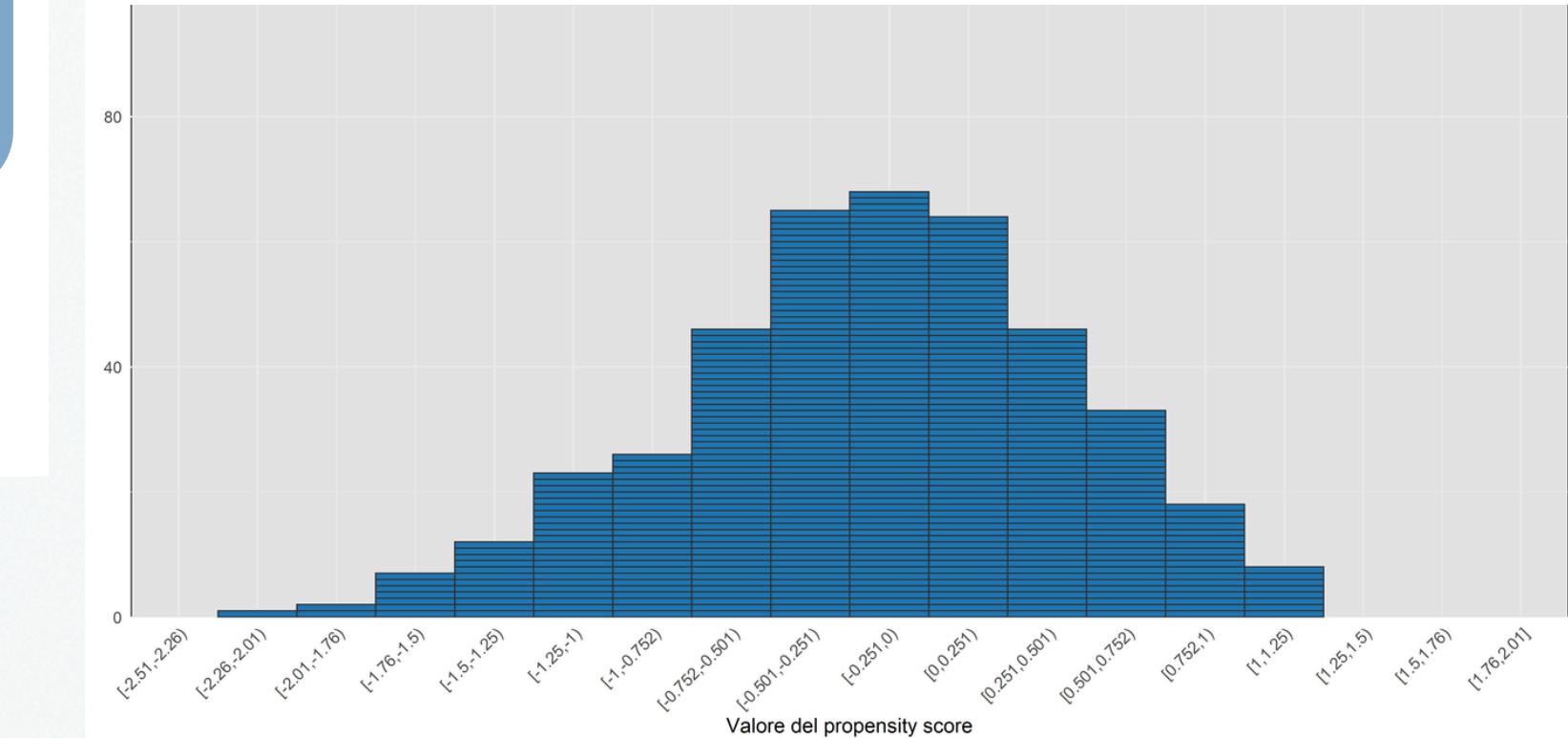
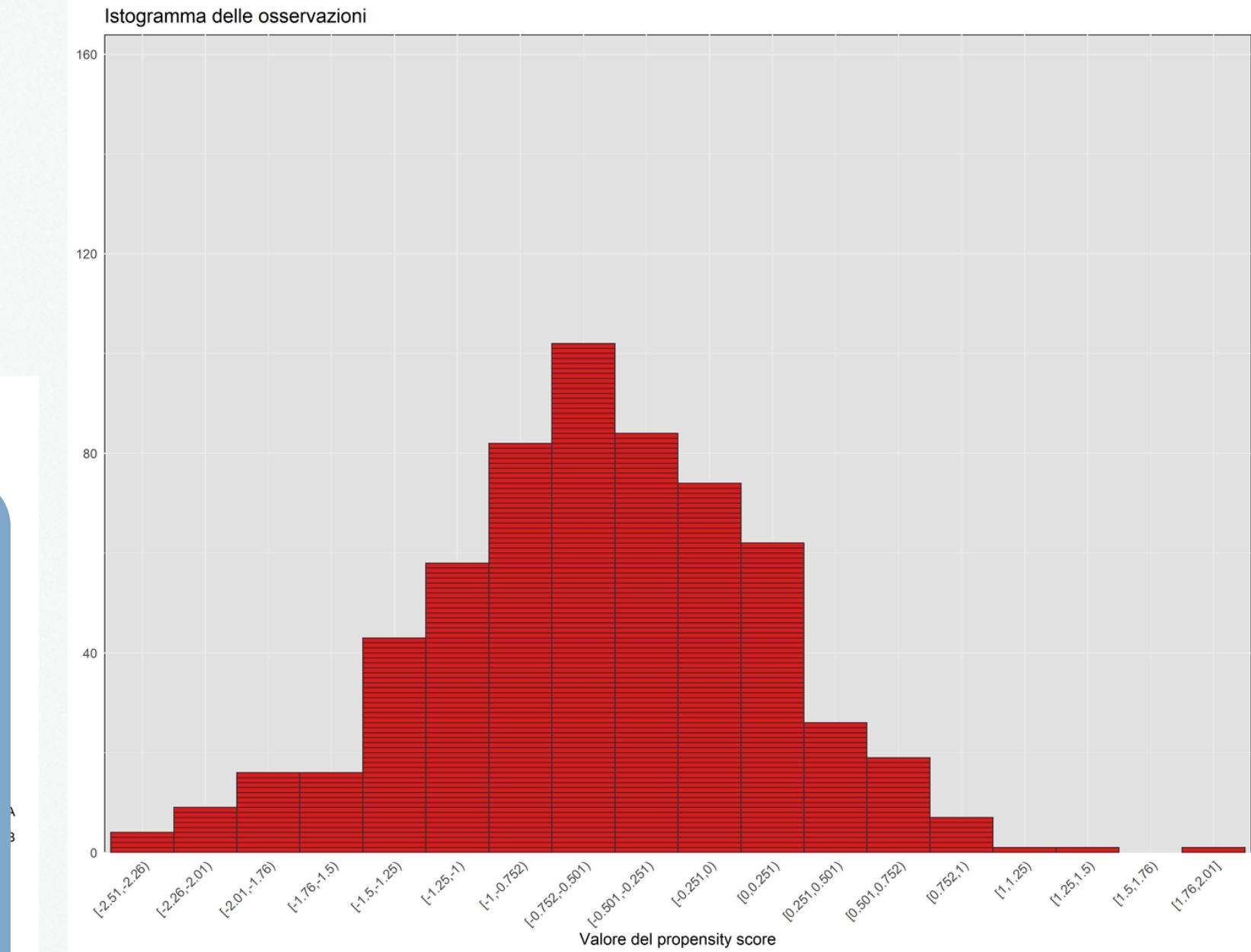
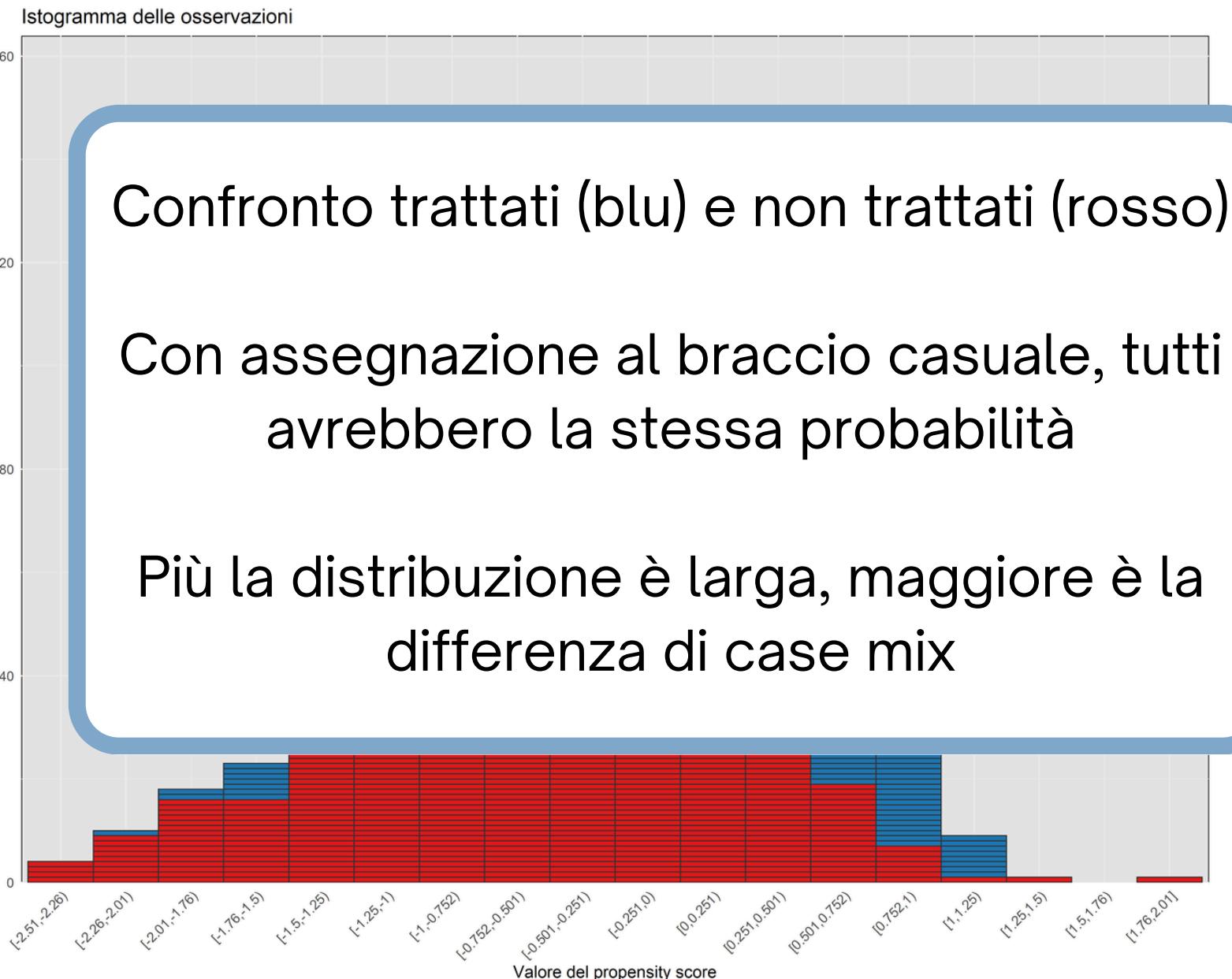
Alcuni trattati (blu), altri no (rosso)  
distribuzioni NON separate:  
come nel matching, deve esistere  
il corrispettivo

# Il case mix

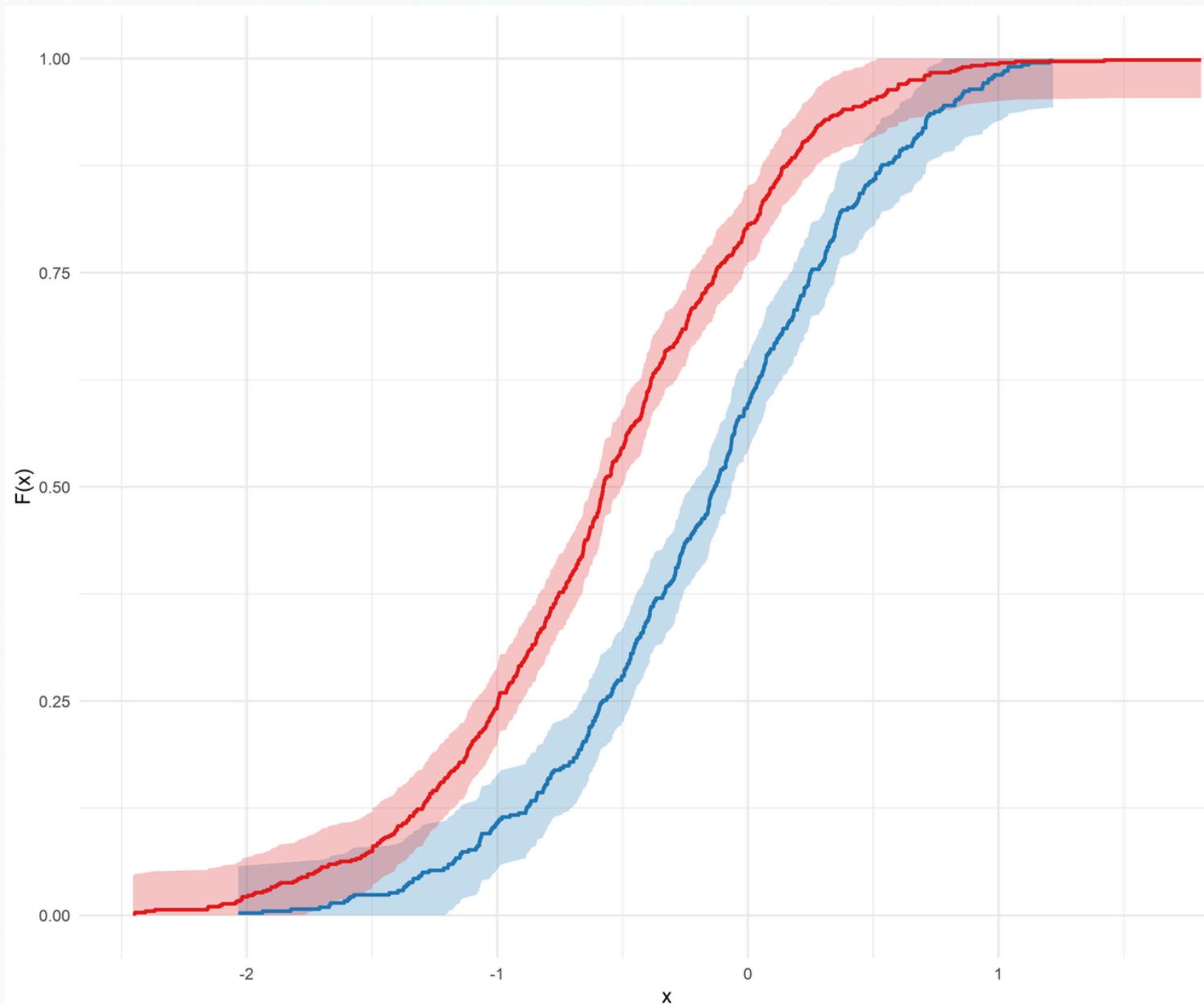


Calibrazione è necessaria perché il peso sia inverso di una probabilità

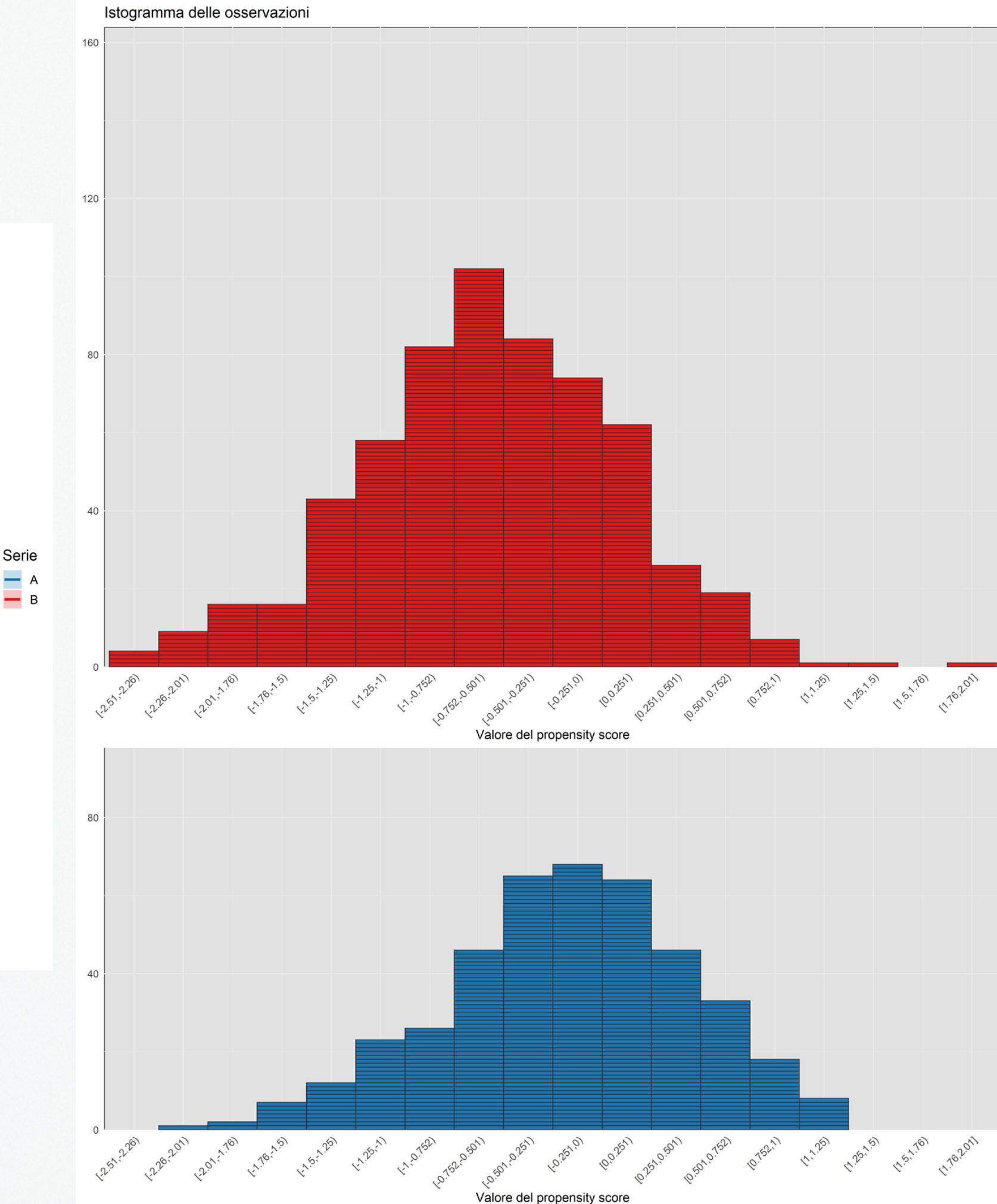
# Il case mix



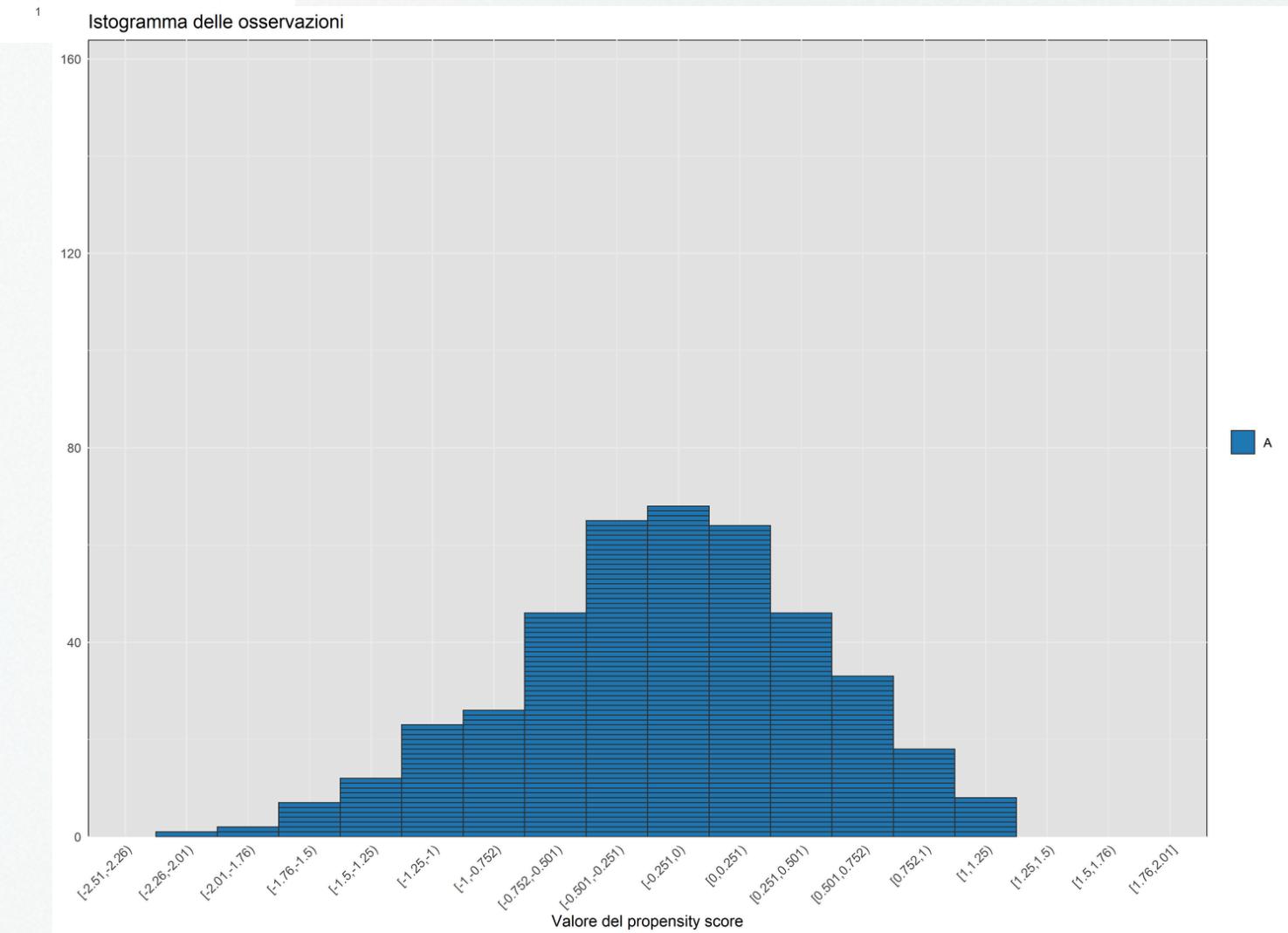
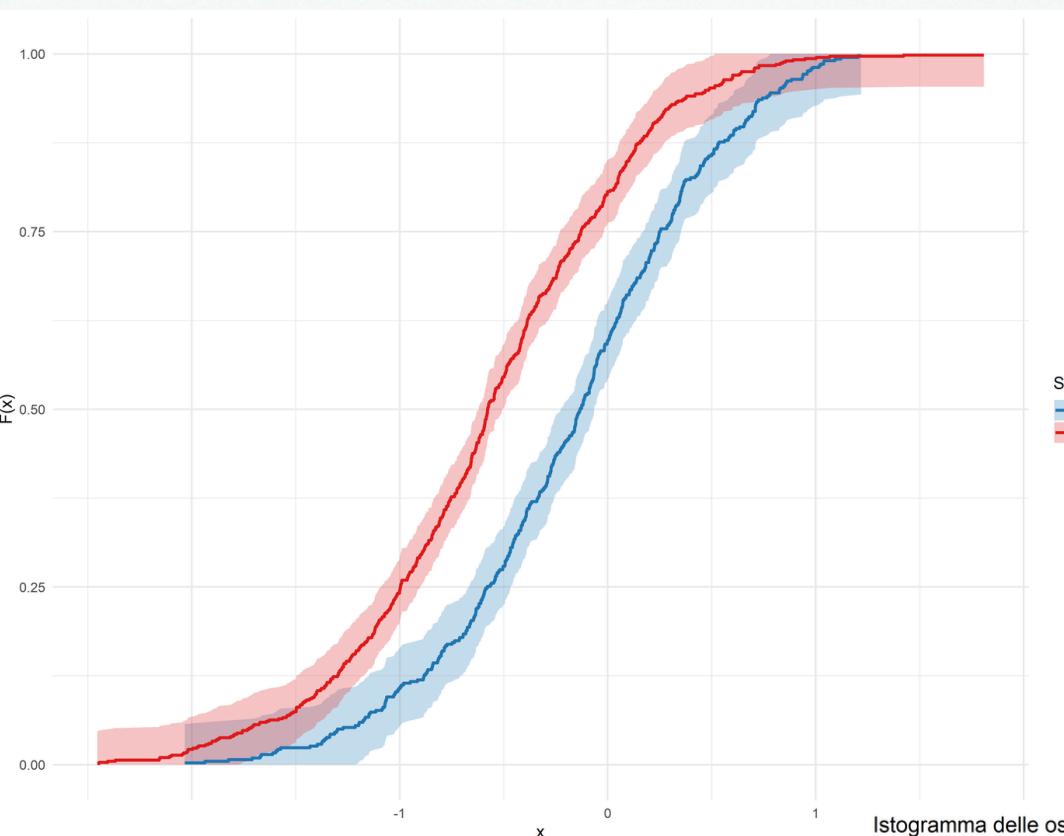
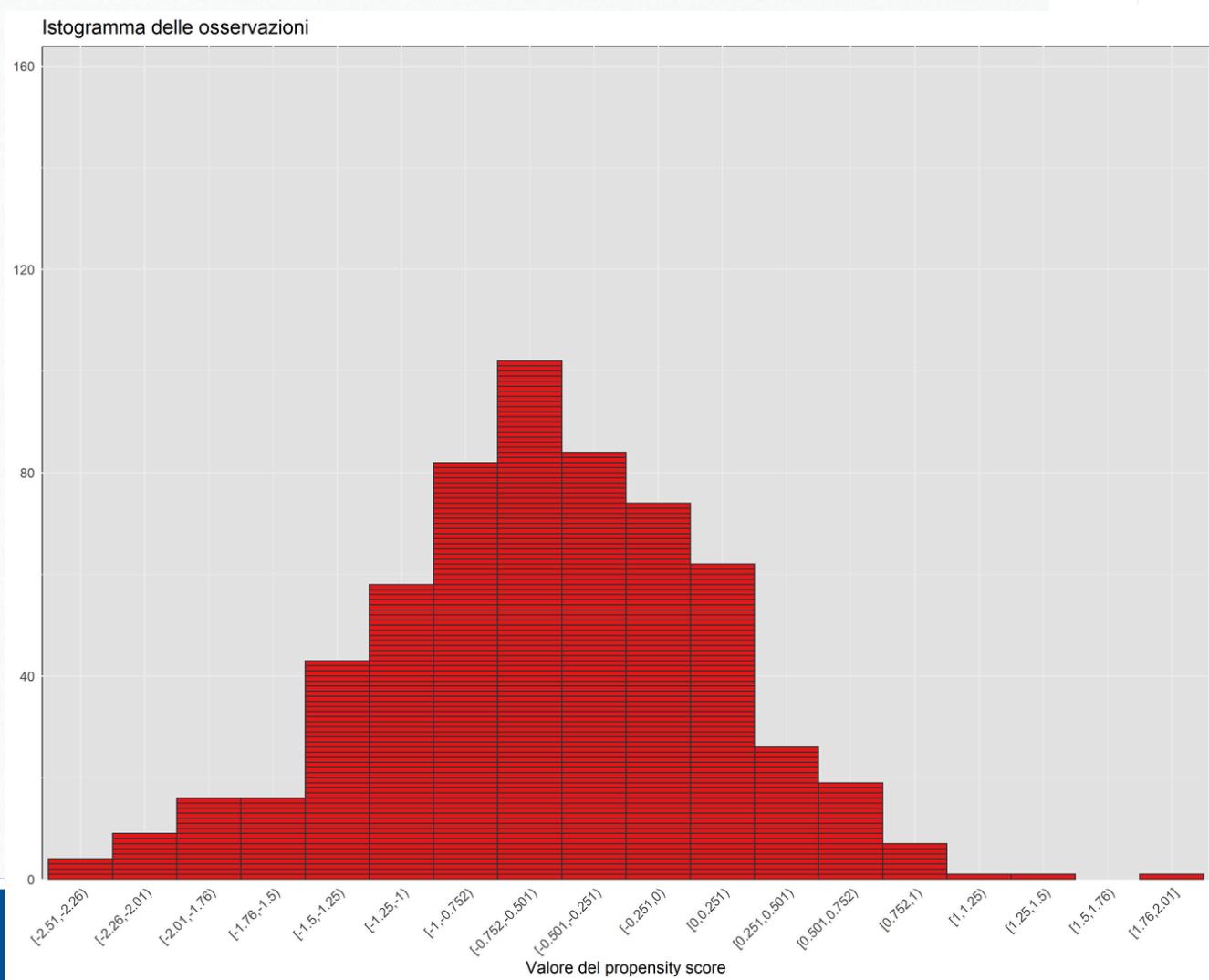
# Il case mix



Confrontiamo le due distribuzioni  
confrontando le cumulative

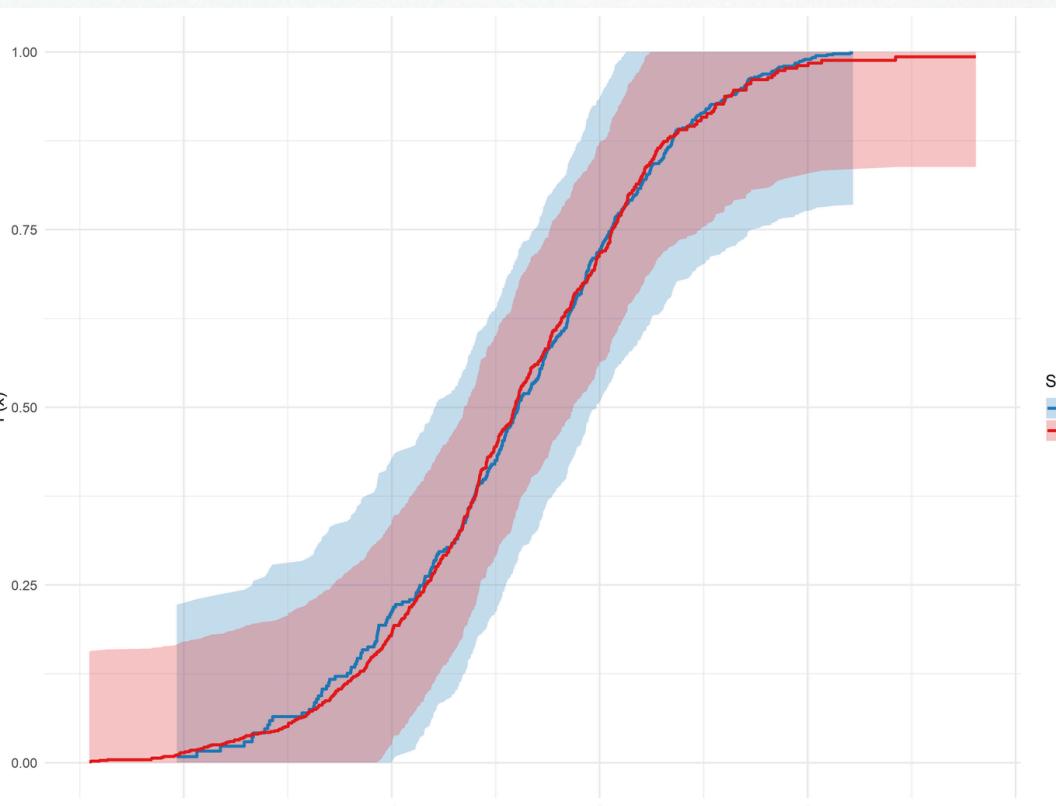


# Il case mix

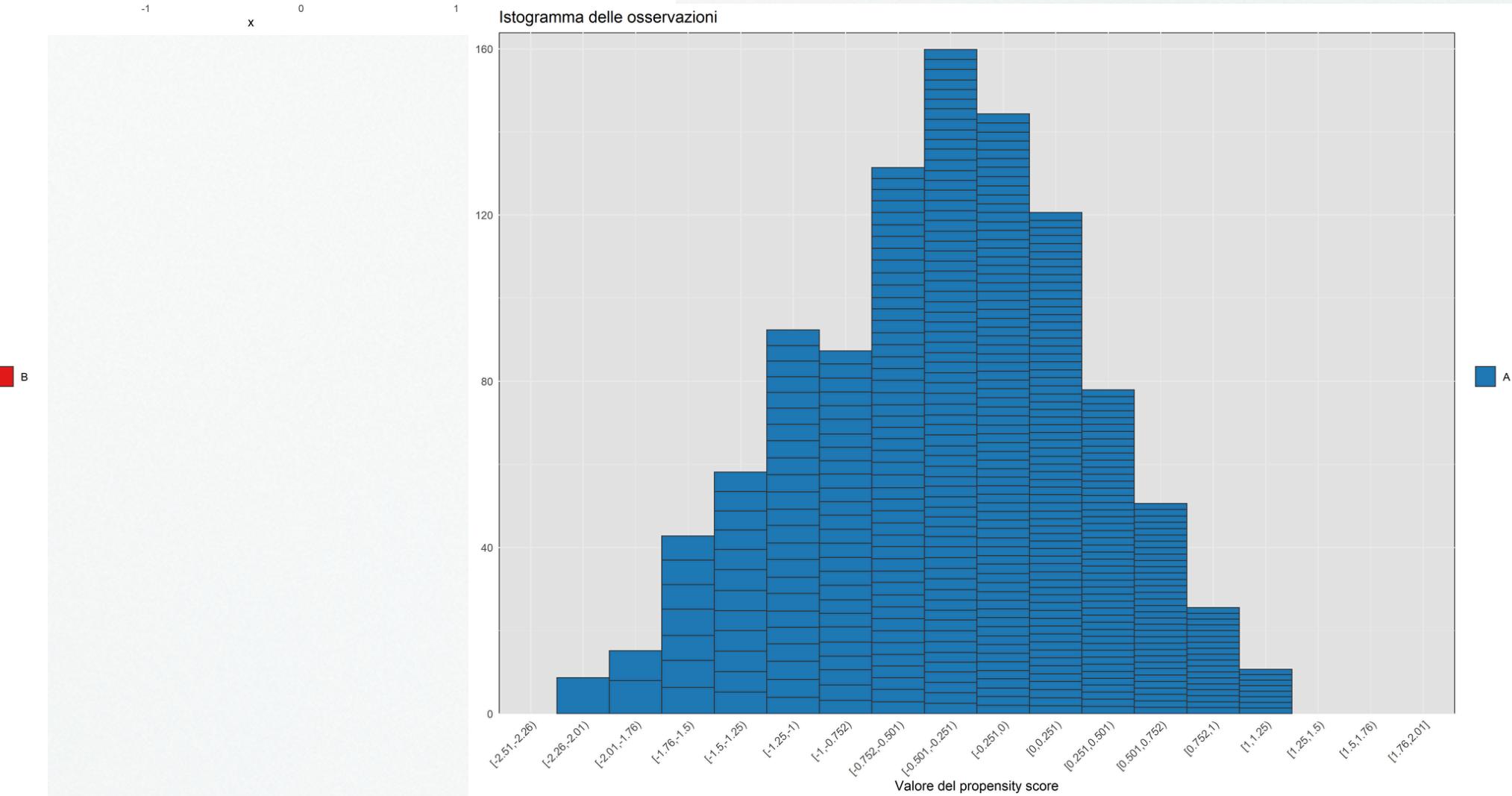
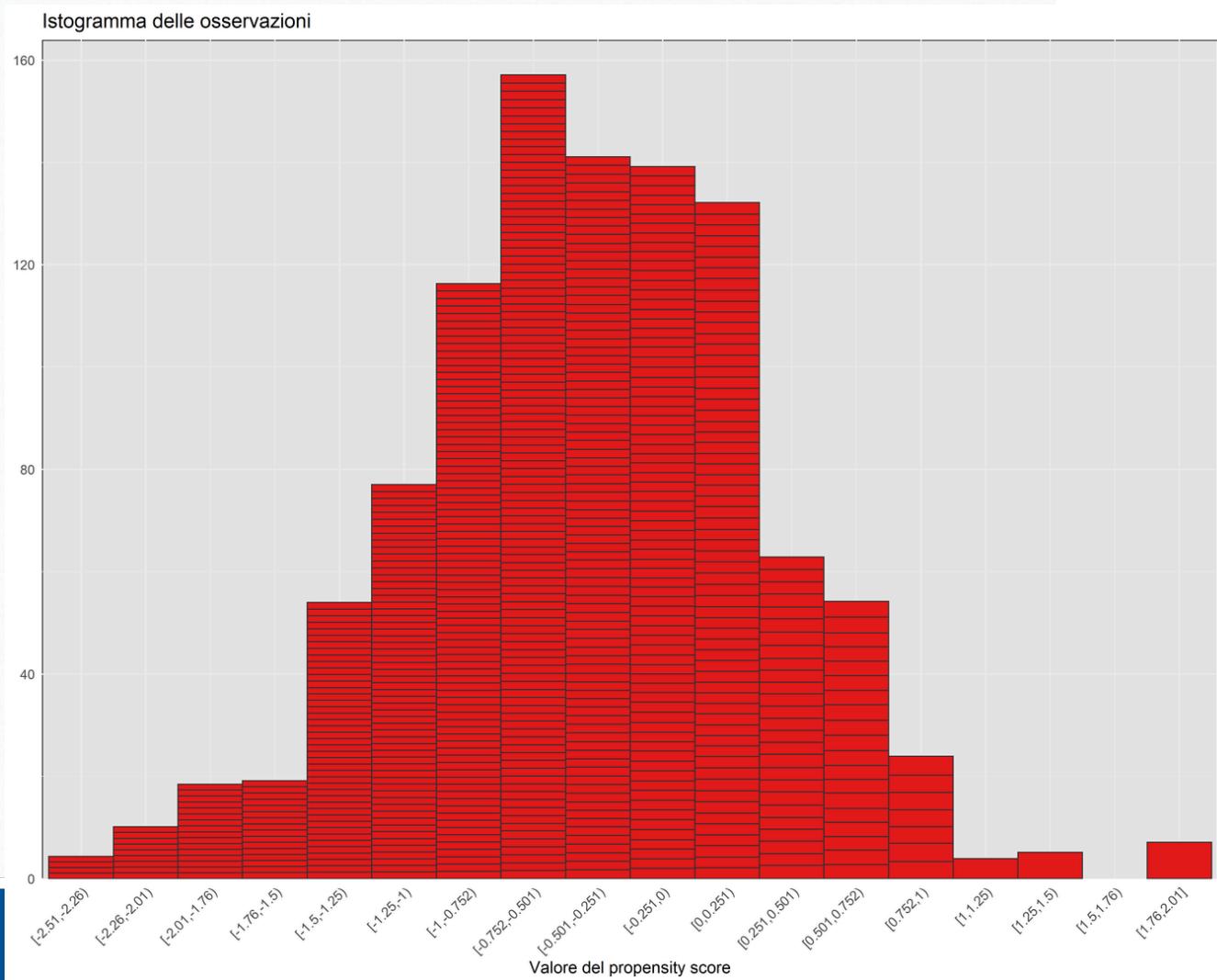


Tutti i pazienti con peso 1

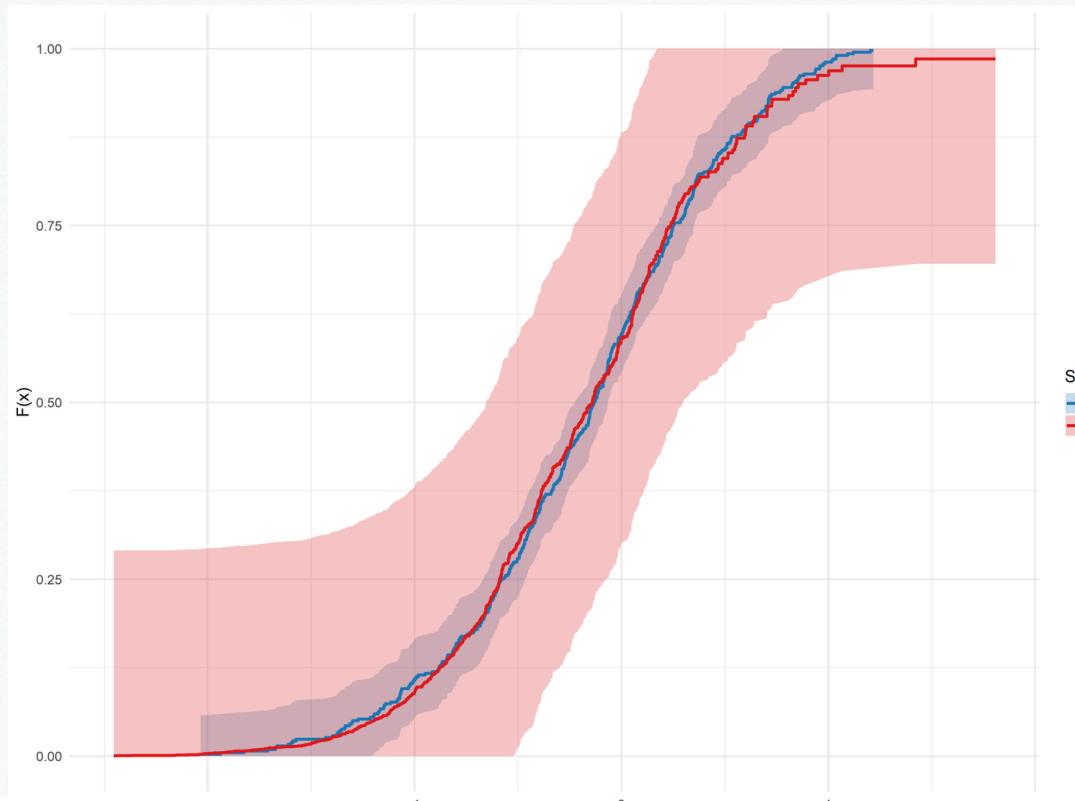
# Il case mix: ATE



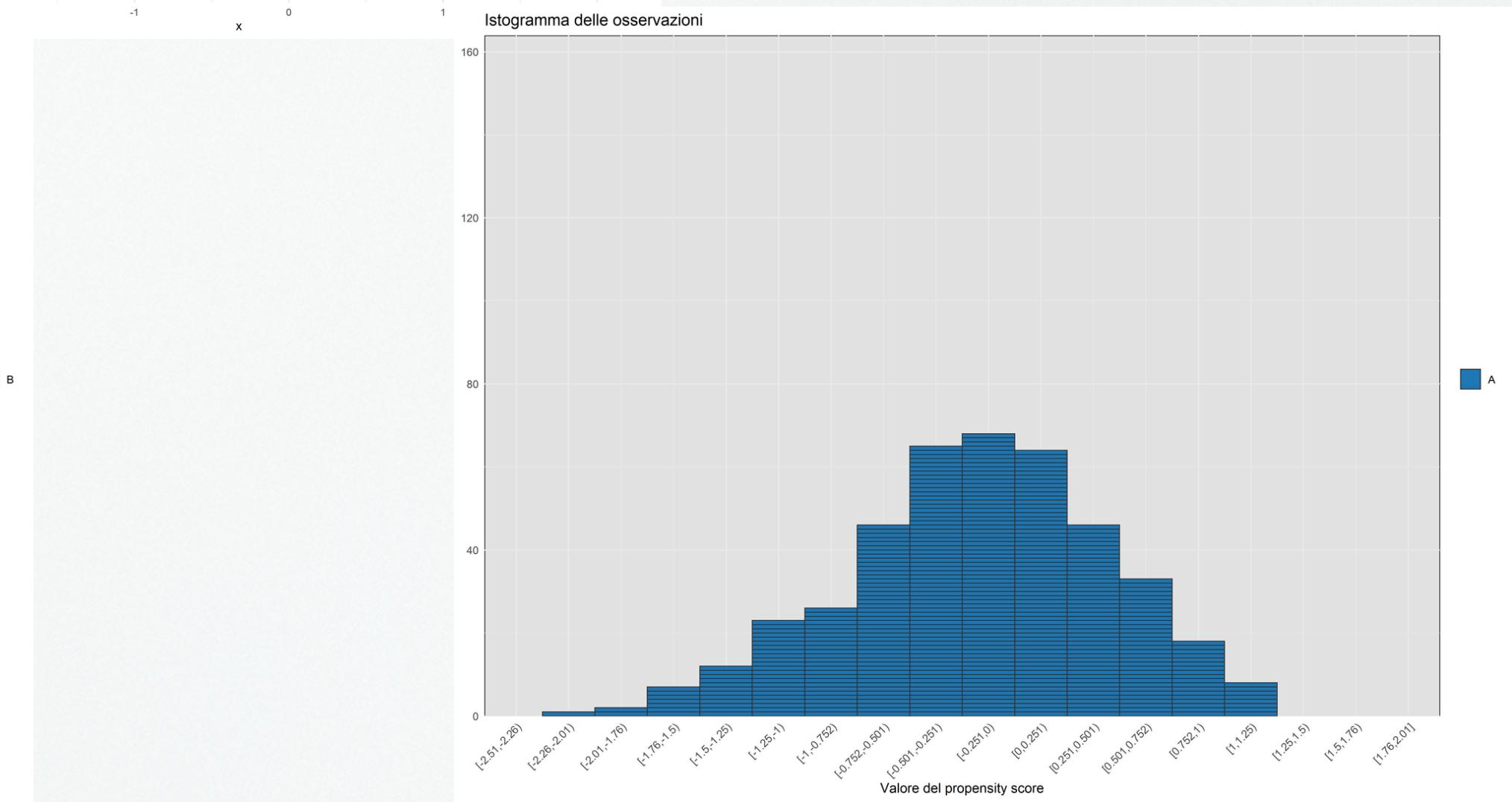
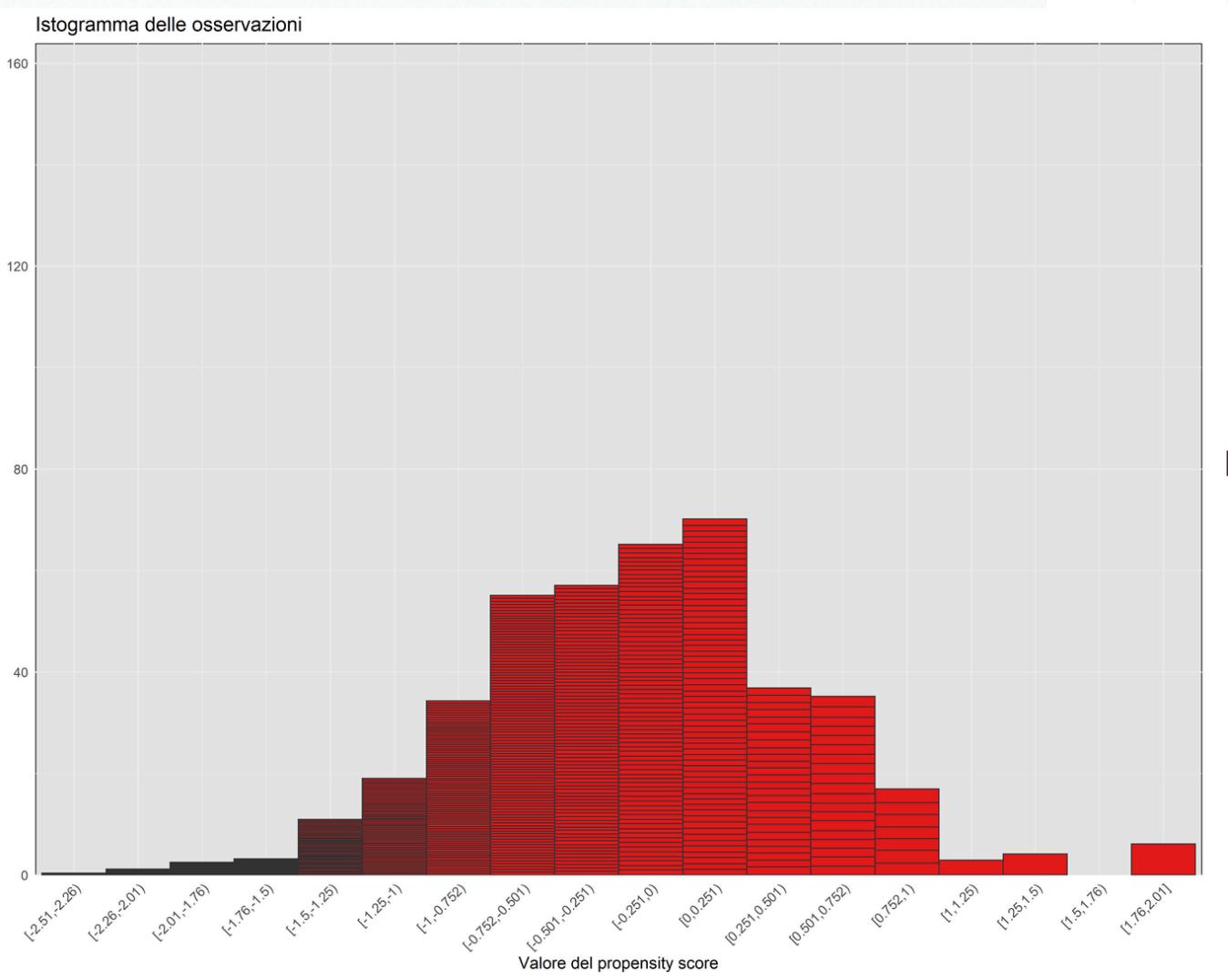
Deformo: tutti i pazienti trattati con peso  $1/P(T=1)$ , pazienti non trattati con peso  $1/P(T=0)$



# Il case mix: ATT



Deformo: tutti i pazienti non trattati con peso  
 $P(T=1)/P(T=0)$ : cosa sarebbe successo ai trattati se non li avessi trattati



# Il bilanciamento

$$o_i \sim p_i$$

$$\sum_i \frac{o_i x_i^I}{p_i} \sim \sum_i x_i^I$$

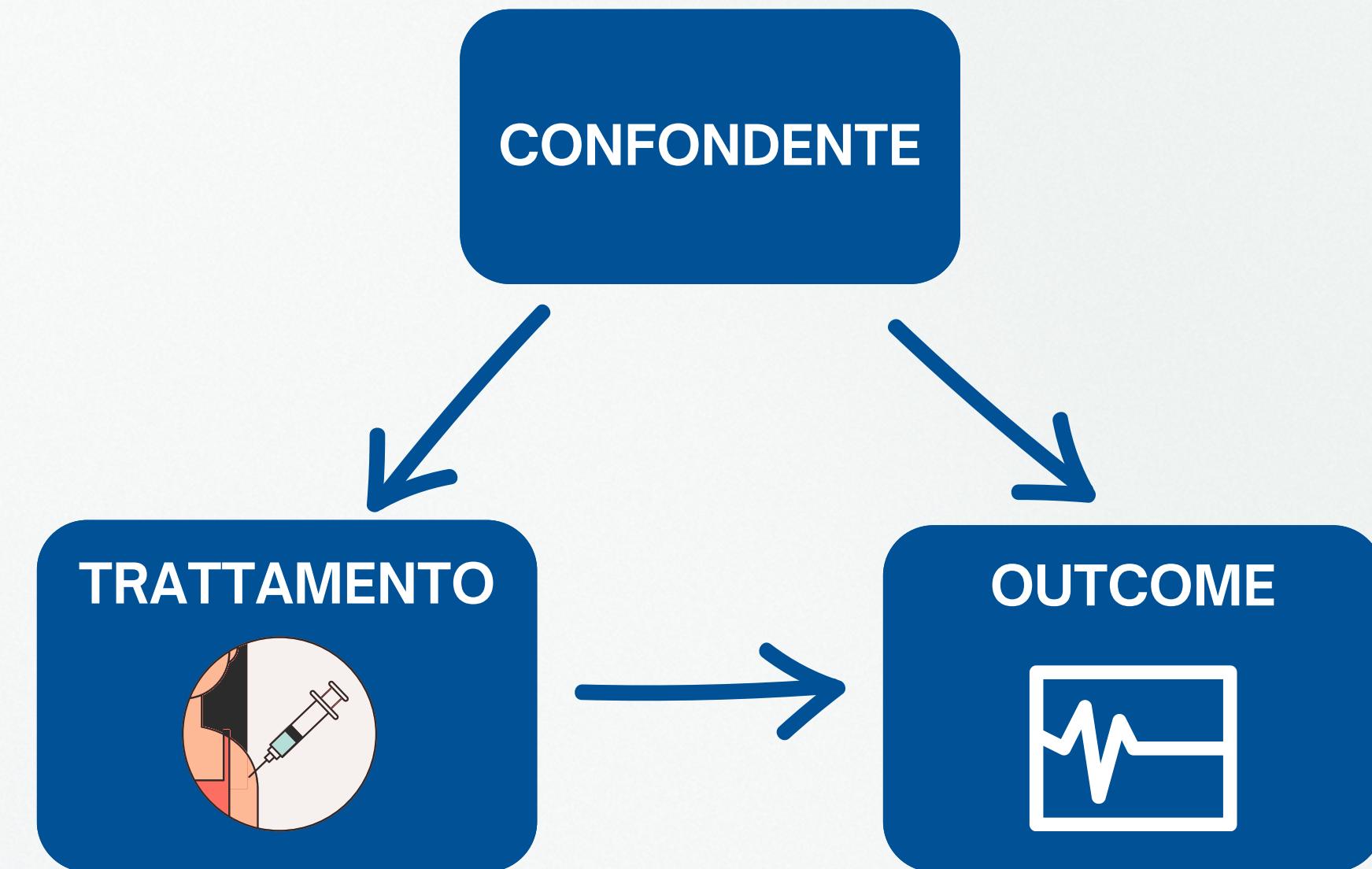
In ATE, la calibrazione comporta che la popolazione pesata sia compatibile con quella complessiva

# Il bilanciamento

$$o_i \sim p_i$$

$$\sum_i \frac{o_i x_i^I}{p_i} \sim \sum_i x_i^I$$

Deve valere per tutti i confondenti  
[predictor dell'outcome non associati al  
trattamento saranno per definizione bilanciati]

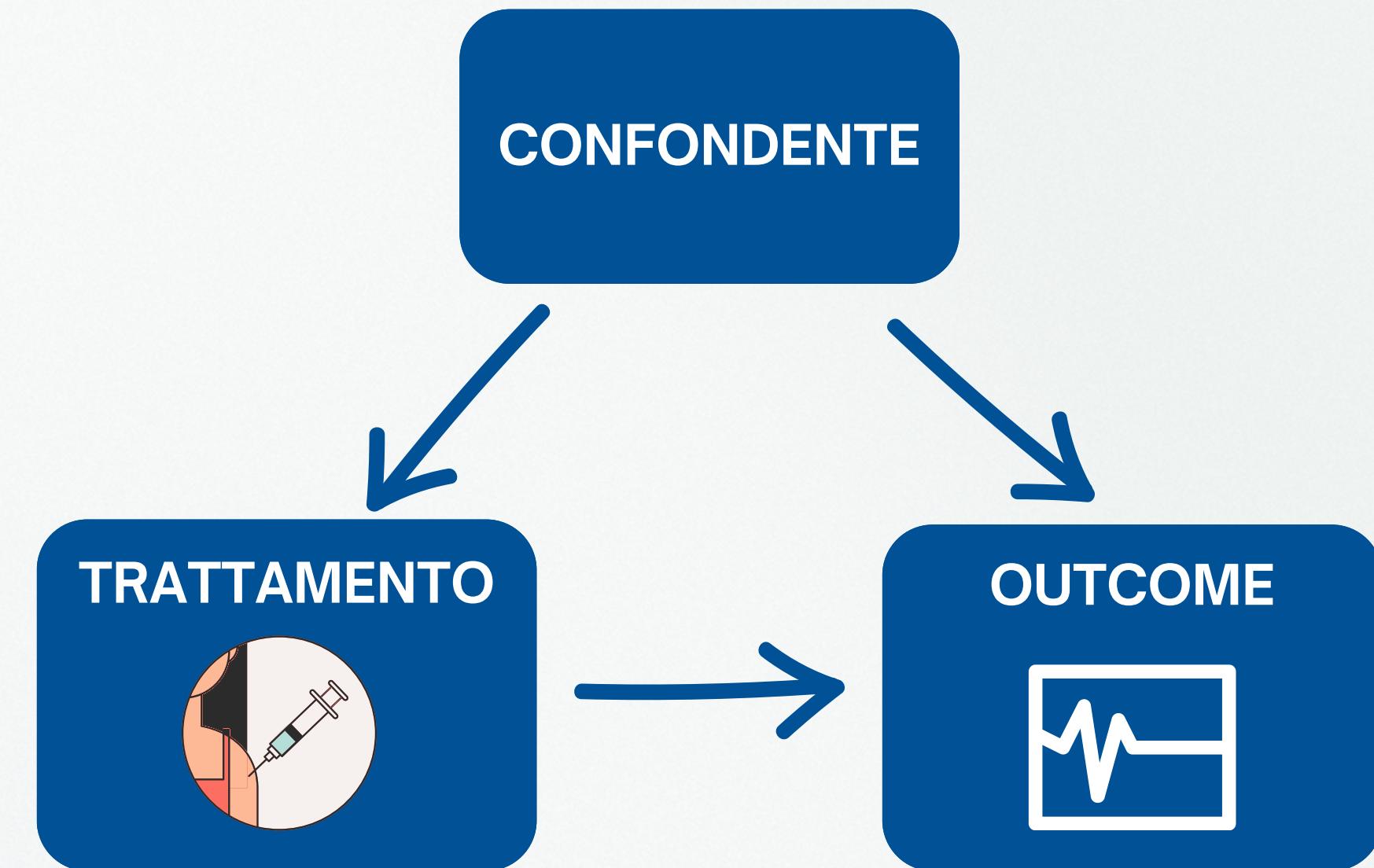


# Il bilanciamento

$$o_i \sim p_i$$

$$\sum_i \frac{o_i x_i^I}{p_i} \sim \sum_i x_i^I$$

Predictor del trattamento non associati all'outcome possono essere esclusi: evito di introdurre rumore

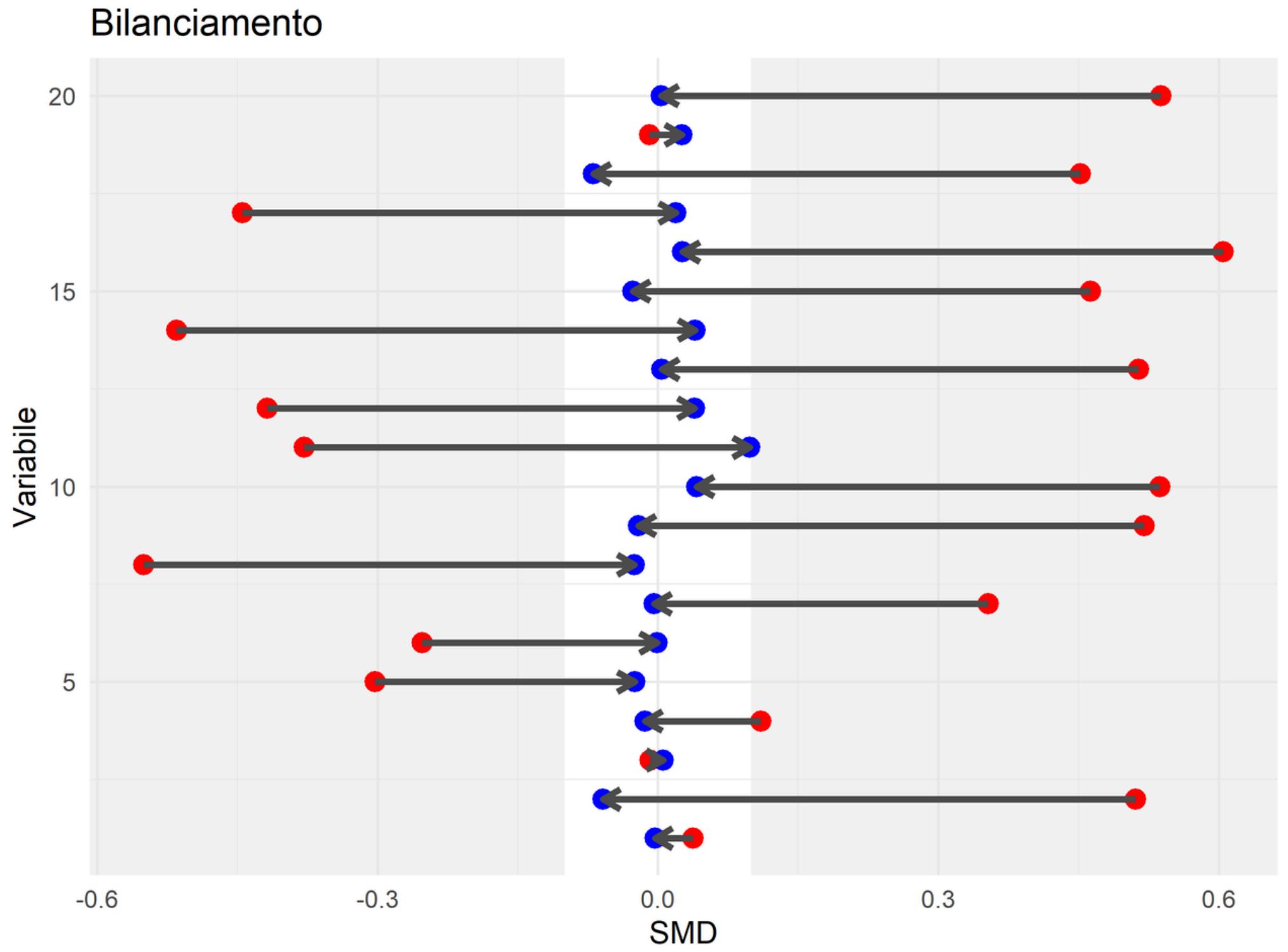


# Il bilanciamento

$$o_i \sim p_i$$

$$\sum_i \frac{o_i x_i^I}{p_i} \sim \sum_i x_i^I$$

Il bilanciamento è misurato con la Standardized Mean Deviation, con soglia comunemente fissata a 0.1



# Outcome

Con la media pesata posso confrontare gli outcome nei due gruppi

$$\sum_{i:T_i=1} wY$$

# Outcome

Con la media pesata posso confrontare gli outcome nei due gruppi

Avendo corretto per i confondenti ottengo l'effetto del trattamento

$$\frac{\sum_{i:T_i=1} wY}{\sum_{i:T_i=0} wY}$$

# Outcome

Con la media pesata posso confrontare gli outcome nei due gruppi

Avendo corretto per i confondenti ottengo l'effetto del trattamento

Posso utilizzare metodi per corroborare il risultato: l'estimatore doppiamente robusto

**2° modello: per l'outcome Y**

$$\mathbb{E} \left[ Y^{(T=1)} | T = 1 \right] = \sum_i p^{(T=1)} + \sum_{i:T_i=1} w (Y - p)$$

# Domande? Dubbi? Perplessità?





GiViTI - Gruppo italiano per la Valutazione  
degli Interventi in Terapia Intensiva

# GRAZIE DELL'ATTENZIONE

[www.giviti.marionegri.it](http://www.giviti.marionegri.it)

**Meeting GiViTI 2025**

8 - 9 - 10 ottobre

Giovanni Tricella & Sara Bettoni

