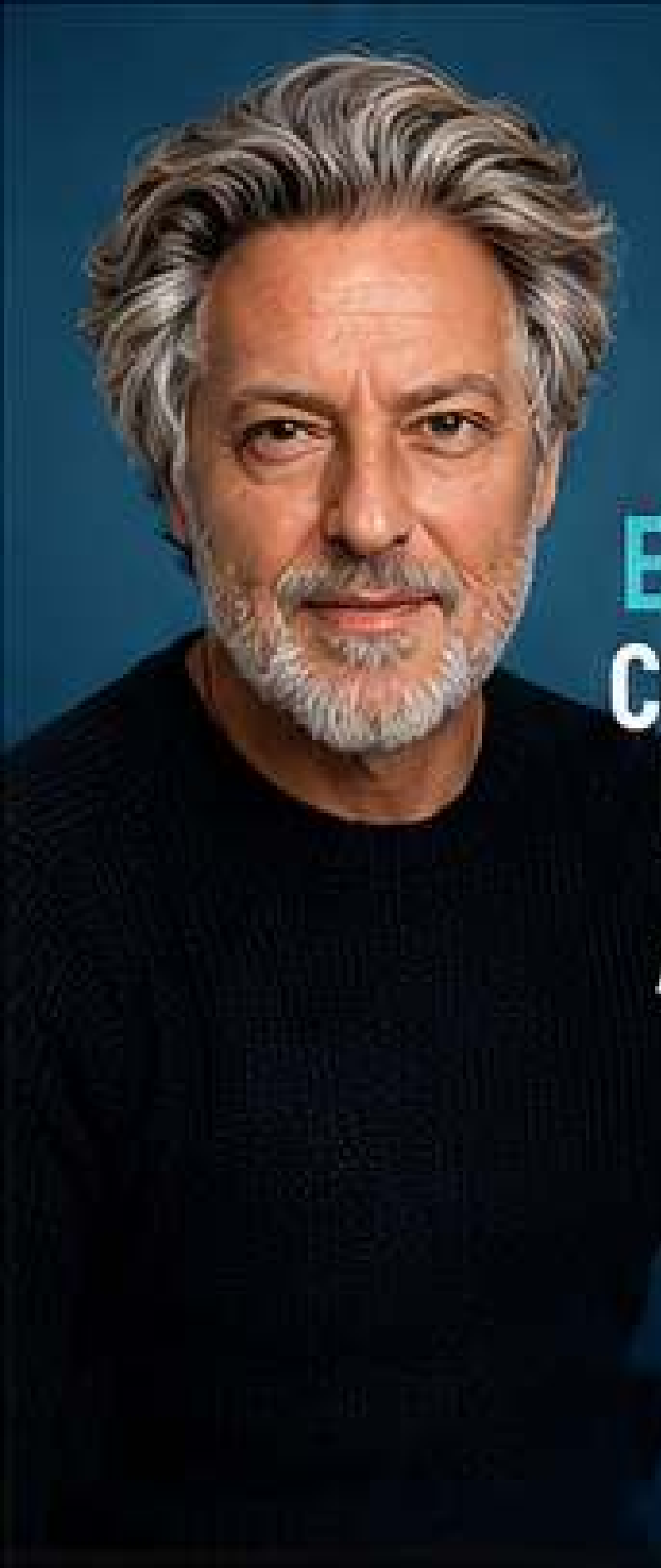


A portrait of a middle-aged man with grey hair and a beard, looking directly at the camera. He is wearing a dark sweater. The background is a solid dark blue.

STATISTICA E BIOHACKING: COME SCEGLIERE IL TEST GIUSTO

ANOVA, TEST t E TUKEY
PER DECISIONI
BASATE SUI DATI

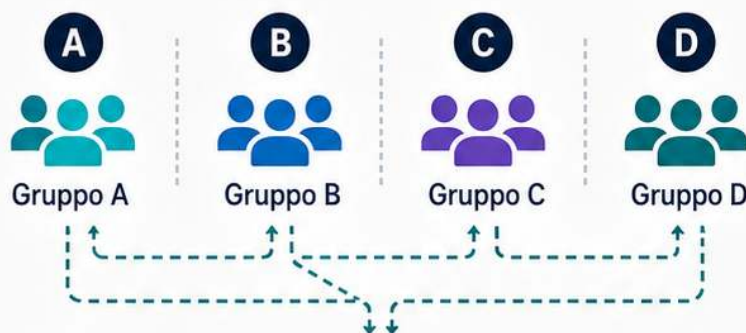
Scorri con la
freccia verso destra





Perché non bastano tanti test t?

Quando aumentano i confronti, aumenta anche il rischio di falsi positivi.



4 gruppi = 6 confronti a coppie



ANOVA evita la trappola del “tutti contro tutti” senza controllo



Più test separati = più errore di I tipo



Con $\alpha = 0,05$ il rischio cumulato cresce



Serve un test globale prima dei confronti specifici

Test t vs ANOVA



Due strumenti simili, ma non intercambiabili.

Test t	vs	ANOVA
 Confronta 2 gruppi		 Confronta 3 o più gruppi
 Statistica: t		 Statistica: F
 Risponde: le due medie differiscono?		 Risponde: almeno una media differisce?



Se i gruppi sono solo 2,
test t e ANOVA portano alla **stessa conclusione statistica**.



Che cosa misura l'ANOVA?

Confronta la variabilità tra i gruppi con la variabilità interna ai gruppi.

$$F = \frac{\text{varianza tra gruppi}}{\text{varianza entro i gruppi}}$$



H₀:

tutte le medie sono uguali



H₁:

almeno una media è diversa



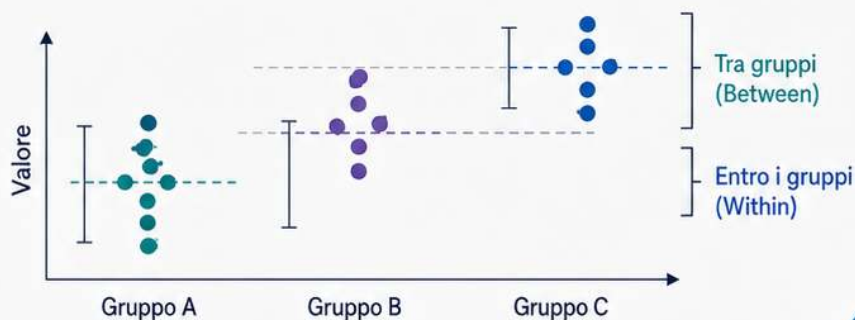
Between = effetto del trattamento



Within = rumore, differenze individuali, errore casuale



Se **F** è abbastanza grande, l'effetto è improbabile per caso





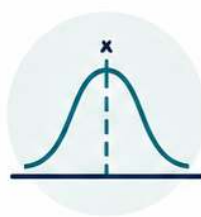
Le assunzioni da verificare

Prima del test, bisogna controllare la qualità statistica dei dati.



Indipendenza delle osservazioni

Le osservazioni devono essere tra loro indipendenti.



Distribuzione circa normale

I dati dovrebbero seguire una distribuzione approssimativamente normale.



Omogeneità delle varianze

Le varianze dei gruppi dovrebbero essere simili tra loro.



Dati affidabili e raccolti con metodo

I dati devono essere accurati, completi e raccolti con procedure standardizzate.



Strumenti utili: Shapiro-Wilk per la normalità, Levene per le varianze



GIGO: Garbage In, Garbage Out



Se **ANOVA** è significativa, entra **Tukey**

L'ANOVA dice che c'è una differenza.

Tukey dice dove si trova.



- ✓ Tukey HSD confronta tutte le coppie
- ✓ Mantiene sotto controllo il rischio di falsi positivi
- ✓ È ideale quando vuoi confrontare tutti contro tutti



Stessa lettera =
nessuna differenza
significativa



Non solo Tukey: quale **post-hoc** scegliere?

La scelta dipende dalla domanda di ricerca.



Tukey

tutti contro tutti,
varianze simili



Dunnett

trattamenti contro
un solo controllo



Bonferroni

pochi confronti
pianificati



Games-Howell

varianze diverse e
campioni sbilanciati



La scelta del test va sempre guidata dal disegno sperimentale



Caso Biohacking: 4 stack serali

Un esempio pratico per capire ANOVA e Tukey.

A



**A — Luce rossa
+ Magnesio**

B



**B — Crioterapia
+ Blue-Blocker**

C



**C — Respirazione
guidata**

D



D — Controllo



Outcome:
minuti di sonno profondo



20 notti
per gruppo

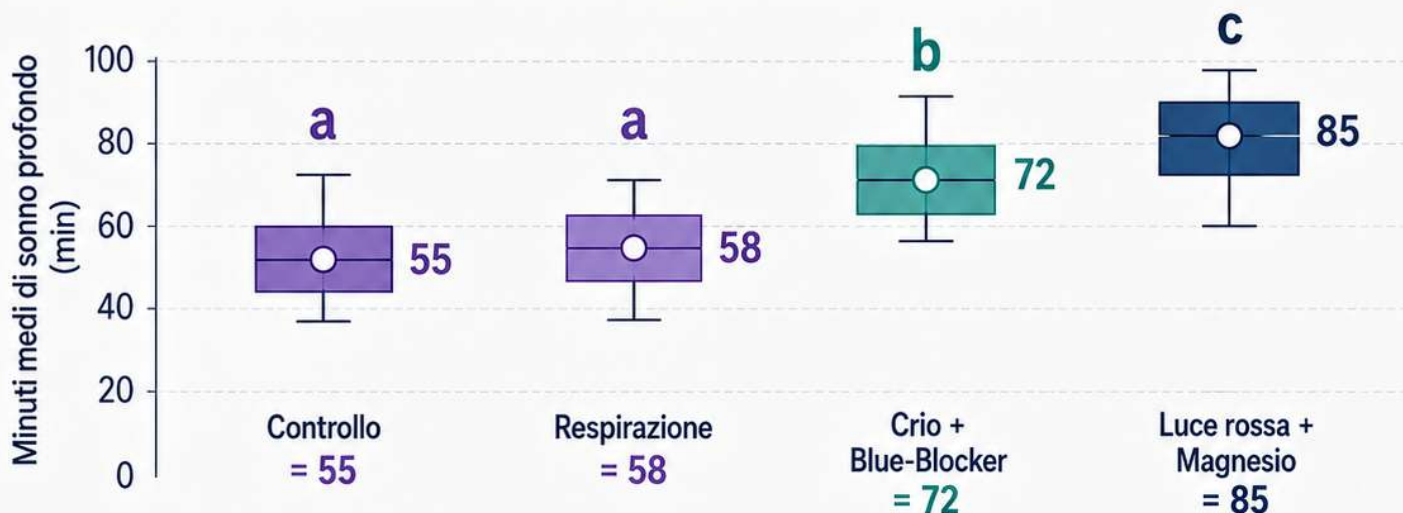


Obiettivo: capire quale protocollo migliora
davvero il sonno profondo



Leggere i risultati: box-plot + Tukey

L'interpretazione visiva aiuta a capire l'effetto reale.



Stessa lettera = differenza non significativa



Lo Stack A è il più efficace nel nostro esempio



Dal dato alla decisione

Nel biohacking non basta sentirsi meglio: bisogna dimostrarlo.

-  **1. Definisci la domanda**

Sii chiaro su cosa vuoi scoprire e quale esito conta per te.
-  **2. Scegli il test corretto**

Verifica se il test misura ciò che ti serve e se i dati sono adatti all'analisi.
-  **3. Verifica le assunzioni**

Controlla normalità, omogeneità delle varianze e indipendenza.
-  **4. Esegui ANOVA**

Verifica se esistono differenze significative tra i gruppi.
-  **5. Se serve, usa Tukey**

Scopri quali gruppi differiscono e di quanto.



Misurare → confrontare → interpretare → decidere