Test d'ipotesi

- Prof. Giuseppe Verlato
- Sezione di Epidemiologia e Statistica Medica, Università di Verona

---

Nel '900 falsificazione di ipotesi (Karl Popper)

Nell' '800 dimostrazione di ipotesi (Claude Bernard)

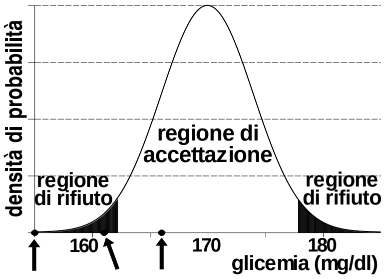
TEST D'IPOTESI

Ipotesi Nulla (H_0)
(Tutte le differenze osservate sono dovute al caso)

Ipotesi alternativa (H_1)

FALSIFICARE L'IPOTESI NULLA

Distribuzione teorica



~~Distribuzione teorica~~

Test non-parametrici

Metto i dati in ordine crescente:

AAABAABBABBBABBBBB

I valori del gruppo A tendono ad essere più bassi dei valori del gruppo B

IPOTESI SCIENTIFICA:

Affermazione che si può sottoporre a verifica, che si può tentare di falsificare. Con una procedura che comporta delle misurazioni si può cercare di dimostrare che l'ipotesi non è vera.

Un'ipotesi scientifica viene ritenuta vera finché non si dimostra il contrario.

IPOTESI STATISTICA:

Affermazione circa una caratteristica di una popolazione che si cerca di supportare o di rifiutare sulla base delle informazioni disponibili, in genere ricavate da un campione.

TEST D'IPOTESI

H_0: IPOTESI NULLA

Tutte le differenze osservate sono delle semplici fluttuazioni casuali

H_1: IPOTESI ALTERNATIVA

Le differenze riscontrate nelle statistiche campionarie rispecchiano una reale differenza nei parametri delle popolazioni corrispondenti

Esempio:

La glicemia dei diabetici italiani è uguale alla glicemia dei diabetici americani

La glicemia dei diabetici italiani è diversa dalla glicemia dei diabetici americani

TEST STATISTICO:

Regola che consente di discriminare tra i risultati che portano a non rifiutare o a rifiutare l'ipotesi nulla (H_0).

Nel riportare la decisione si riporta anche la probabilità che questa sia corretta.

Dati del campione

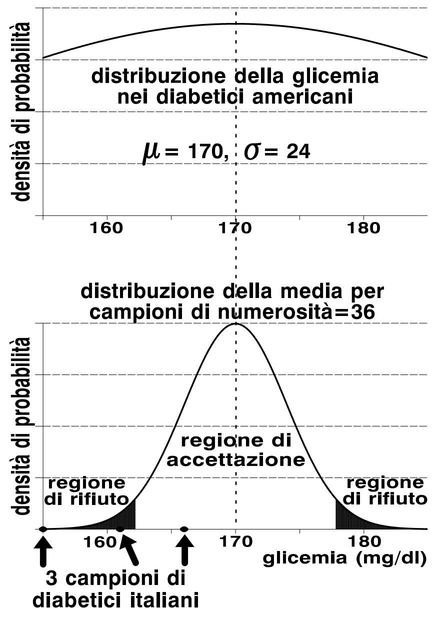
Test statistico

P>0,05 = la probabilità che le differenze osservate siano dovute al caso è superiore al 5%

Accetto l'ipotesi nulla (H0)
tutte le differenze osservate tra i campioni possono essere attribuite al caso

P<0,05 = la probabilità che le differenze osservate siano dovute al caso è inferiore al 5%

Accetto l'ipotesi alternativa, H1
le differenze osservate tra i campioni rispecchiano delle differenze reali tra le popolazioni



Ipotesi Nulla (H_0)

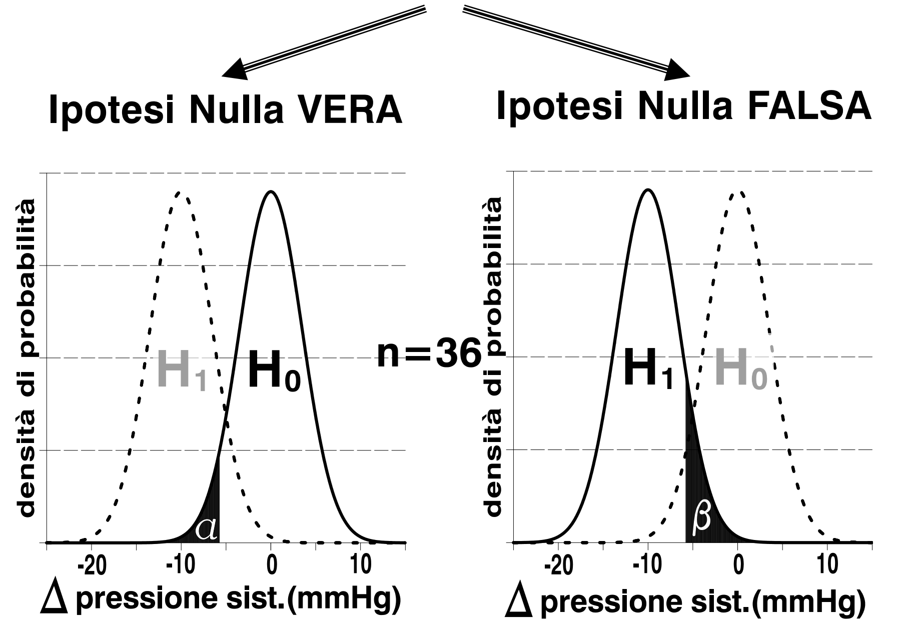
	vera	falsa
Accetto H_0	**Va bene**	**Errore del II tipo**
Rifiuto H_0	**Errore del I tipo**	**Va bene**

P(errore del I tipo) = α (alfa)

P(errore del II tipo) = β (beta)

In genere, nel test d'ipotesi la probabilità di errore del I tipo viene fissata al 5% (0,05). Pertanto in un caso su 20 si rifiuterà H_0 (ovvero il test risulterà significativo) per semplice effetto del caso, anche quando H_0 è vera. In termini statistici si sceglie un livello di significatività del 5%.

Ad esempio, se in un test d'ipotesi P<0,01, vuol dire che posso rifiutare H_0 con una probabilità di errore del I tipo inferiore all'1%; in altre parole la probabilità che le differenze osservate siano dovute al caso è inferiore all'1%.



Il *p*-value è:

1. alfa, probabilità di errore del I tipo, ovvero la probabilità di rifiutare H_0 per effetto del caso, anche quando H_0 è vera.
2. La probabilità che le differenze osservate tra i campioni siano dovute al caso.

Si calcola come la probabilità di osservare quella determinata differenza o una differenza più estrema.

POTENZA di un test = 1- beta = 1 - P(errore del II tipo)

E' la probabilità che un test statistico ha di falsificare l'ipotesi nulla quando l'ipotesi nulla è effettivamente falsa.

In altre parole, la Potenza di un test è la sua capacità di cogliere delle differenze, quando queste differenze esistono.

Il test statistico è costruito in modo da mantenere costante il livello di significatività, indipendentemente dalla numerosità campionaria. Ma questo risultato viene raggiunto a spese della potenza del test, che aumenta all'aumentare della numerosità campionaria.

La POTENZA di un test dipende:

1) dalla numerosità del campione

2) dalla variabilità del fenomeno in studio

3) dalla differenza minima che si vuole mettere in evidenza

4) dal livello di significatività adottato.

Il modo principale per raggiungere un'adeguata potenza è pianificare un'adeguata numerosità campionaria nel protocollo dello studio.

SIGNIFICATIVITA’ STATISTICA e RILEVANZA CLINICA

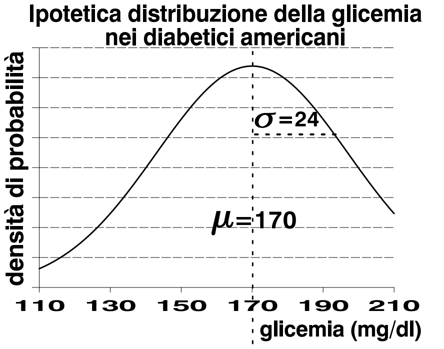
Un'indagine epidemiologica, condotta su un gran numero di persone, ha messo in luce che i fumatori dormono meno della popolazione generale.

La differenza aveva una significatività elevata ($P<0.001$), ovvero ben difficilmente poteva essere attribuita al caso.

La differenza consisteva in 3 minuti di sonno in meno nei fumatori rispetto ai non-fumatori.

L’intervallo di confidenza come test d’ipotesi

L’intervallo di confidenza è una stima intervallare, ma può anche essere considerato un vero e proprio test d’ipotesi.



IPOTESI NULLA: Nei diabetici italiani la distribuzione della glicemia è uguale a quella dei diabetici americani. Pertanto la media per campioni di numerosità 36 si distribuisce con:

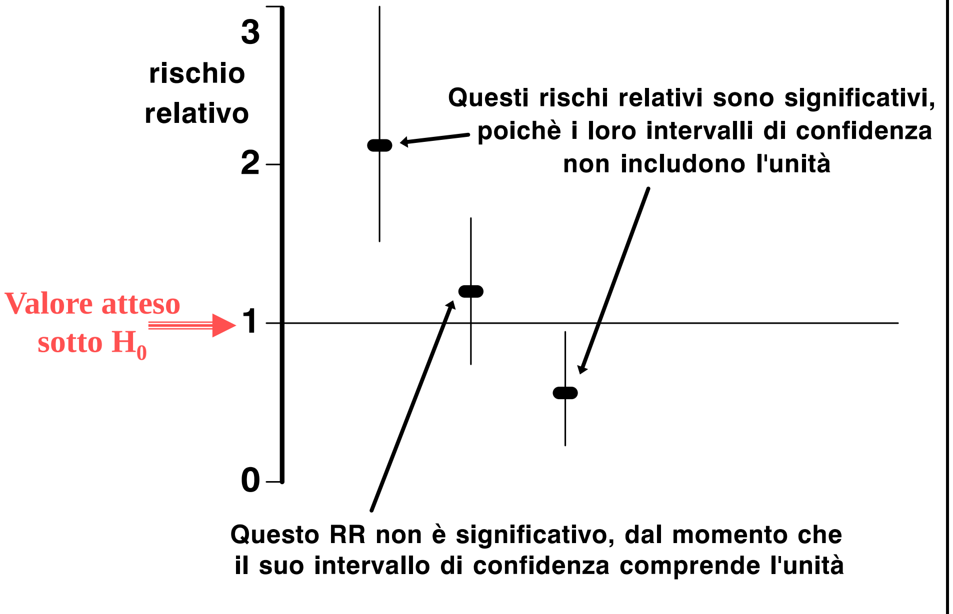
$\mu = 170$

$\sigma / \sqrt{n} = 24 / \sqrt{36} = 4$

I primi due intervalli di confidenza sono significativi perché non contengono 170 mg/dl (valore atteso sotto H0)

stime intervallari di μ

$155 \pm 1{,}96*4$	147,2 —— 162,8
$161 \pm 1{,}96*4$	153,2 —— 168,8
$166 \pm 1{,}96*4$	158,2 —— 173,8



In altre parole, un intervallo di confidenza consente di:

1. **accettare** un'ipotesi nulla, quando il valore su cui è incentrata l'ipotesi nulla (valore atteso) **è compreso** all'interno dell'intervallo.
2. **rifiutare** un'ipotesi nulla, quando il valore su cui è incentrata l'ipotesi nulla (valore atteso) **NON è compreso** all'interno dell'intervallo.

International Committee of Medical Journal Editors

"When possible, quantify findings and present them with appropriate indicators of measurement error or uncertainty (such as confidence intervals). Avoid sole reliance on statistical hypothesis testing, such as the use of P values, which fails to convey important quantitative information."

International Committee of Medical Journal Editors (1992) Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals [Special Report] N Engl J Med, 324: 424-428.

Scelta del test statistico

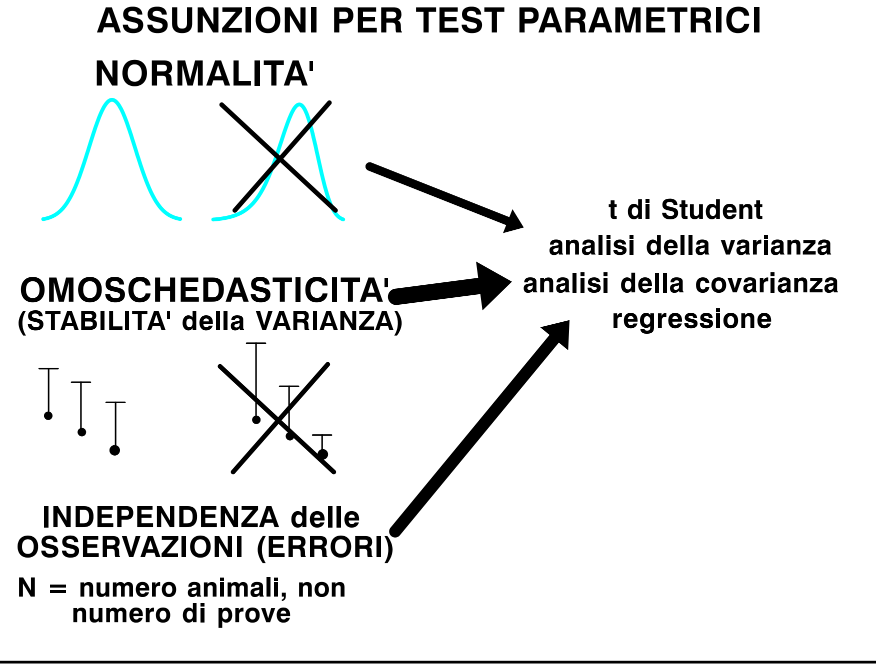
All'inizio di un'elaborazione statistica la prima domanda da porsi è: Di che tipo è la variabile?

	NOMINALE	ORDINALE	QUANTITATIVA
Esempi	Stato di vita (vivo/morto) Sesso (M/F) Tipo di ventilazione (spontanea/assistita/artificiale)	Intensità del dolore Profondità del coma Wassermann (-, -+, +, ++, +++, ++++, +++++)	Peso (Kg) Età (anni) Glicemia (mmol)
Test indicati	Chi-quadrato (χ^2)	Test non-parametrici	T di Student per dati non-appaiati o per dati appaiati Analisi della varianza Regressione e correlazione

**Con una variabile di tipo quantitativo,
qual è il test statistico da effettuare?**

Confronto fra soggetti diversi		Misure ripetute sugli stessi soggetti		Confronto fra variabili diverse
↓	↓	↓	↓	↓
2 gruppi	Più di 2 gruppi	2 misurazioni	Più di 2 misurazioni	
↓	↓	↓	↓	
t di Student	ANOVA a 1 criterio	t di Student per dati appaiati	ANOVA per misure ripetute	Regressione e Correlazione

ANOVA = ANalysis Of VAriance (Analisi della varianza)



1) Viene condotto uno studio sugli studenti iscritti alla Facoltà di Farmacia. L'indice di massa corporea (peso/statura^2) delle matricole viene confrontato con l'indice di massa corporea degli iscritti al terzo anno. Che tipo di test si può utilizzare per questo confronto?

2) Nello stesso studio in un gruppo di studenti l'indice di massa corporea (peso/statura^2) viene misurato due volte, sia al momento dell'iscrizione che alla fine del terzo anno di corso. Che tipo di test si può utilizzare per confrontare queste due misurazioni successive?

3) Nella stessa indagine viene studiata la relazione tra peso e statura. Che tipo di test si può utilizzare?

4) Nella stessa indagine viene studiata la relazione tra colore degli occhi e colore dei capelli. Che tipo di test si può utilizzare?

A) test t di Student per dati non-appaiati
B) test t di Student per dati appaiati
C) test del chi-quadrato
D) regressione e correlazione
E) altro ___________________