

## Metodi statistici per lo studio dei fenomeni biologici

Alla fine di questa lezione dovrete essere in grado di:

- ❑ descrivere la distribuzione di campionamento della differenza di due medie con campioni appaiati
- ❑ costruire gli intervalli di confidenza delle differenza di due medie con campioni appaiati
- ❑ condurre un test di significatività per confrontare due medie di campioni appaiati

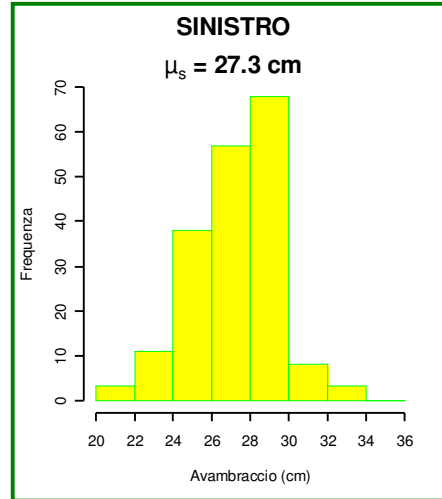
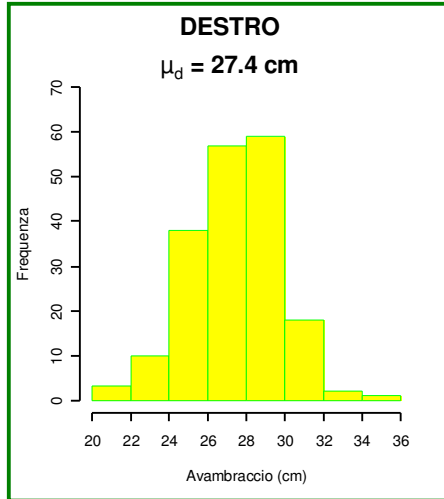


## Campioni Appaiati

### Caratteristiche

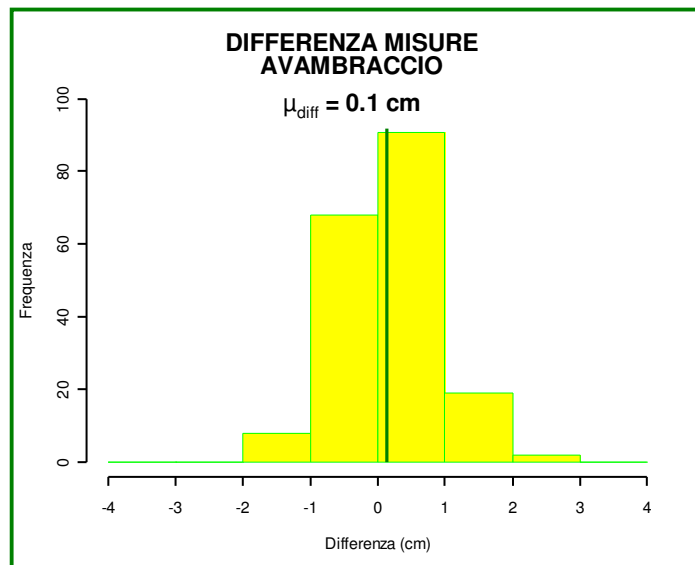
- 1. Una osservazione nel primo gruppo corrisponde ad una osservazione nel secondo gruppo**
  - ✓ Misurazioni in due tempi diversi dello stesso soggetto (prima-dopo)
  - ✓ Due misurazioni sullo stesso soggetto (destro-sinistro)
- 2. Permette di controllare alcune fonti alcune fonti estranee di variazione**
  - ✓ Si elimina parte della variabilità biologica
- 3. Rende il confronto più preciso**
  - ✓ Conseguenza delle prime due caratteristiche

## Misure Avambraccio Destro e Sinistro nella Popolazione



Dati Simulati

## Misure Avambraccio Destro e Sinistro nella Popolazione



## Misure Avambraccio Destro e Sinistro in un Campione

Destro	Sinistro	Differenza
29.9	29.0	0.9
25.3	25.6	-0.4
26.5	26.4	0.1
28.9	27.9	1.0
28.2	27.5	0.7
25.4	25.5	-0.1
25.1	25.6	-0.4
26.2	25.5	0.7
29.4	28.7	0.8
28.5	28.7	-0.2
25.6	26.1	-0.5
30.2	30.5	-0.3
26.7	26.3	0.4
28.7	28.4	0.3
29.7	29.2	0.5
30.6	30.3	0.3
28.5	28.1	0.4
23.7	23.9	-0.2
26.8	25.9	0.8
25.6	26.1	-0.5

Calcolo la differenza di ciascuna coppia

$$d = x_d - x_s$$

Non considero le due serie di osservazioni, ma la serie delle differenze

L'analisi della differenza per campioni appaiati si riduce all'analisi di questa nuova serie di osservazioni

$$\bar{x}_d = 27.5 \text{ cm} \quad \bar{x}_s = 27.2 \text{ cm} \quad \bar{d} = 0.2 \text{ cm}$$

## Distribuzione della differenza – Campioni Appaiati

Parametro della popolazione:  $\delta = \mu_1 - \mu_2$

Stima puntuale:  $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$

Errore Standard:  $\frac{s_d}{\sqrt{n}}$  con  $s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}}$

La distribuzione delle differenze delle medie approssima alla distribuzione  $t$  con  $n-1$  gradi di libertà

## Calcolo dell'Intervallo di Confidenza al 95%

$$\left( \bar{d} - t_{gl} \cdot \frac{s_d}{\sqrt{n}}, \bar{d} + t_{gl} \cdot \frac{s_d}{\sqrt{n}} \right)$$

### Informazioni

$$n = 20$$

$$\bar{d} = 0.2$$

$$s_d = 0.5$$

$$gl = 19$$

$$t_{19} = 2.09$$

### Limite Inferiore

$$0.2 - 2.09 \cdot \frac{0.5}{\sqrt{20}} = 0.2 - 0.24 = -0.04$$

### Limite Superiore

$$0.2 + 2.09 \cdot \frac{0.5}{\sqrt{20}} = 0.2 + 0.24 = 0.44$$

## Test d'Ipotesi e Campioni Appaiati

La lunghezza dell'avambraccio destro è diversa da quella dell'avambraccio sinistro?

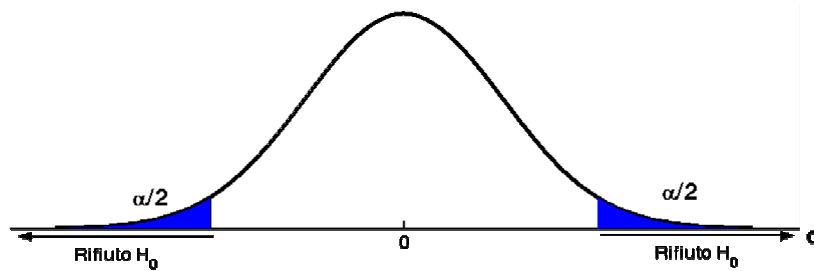
Lo studio verrà svolto su un campione di 20 studenti del primo anno di medicina

## Ipotesi e distribuzione

$H_0: \mu_{dx} = \mu_{sx}$  oppure  $\delta = \mu_{dx} - \mu_{sx} = 0$  *ipotesi nulla*

$H_1: \mu_{dx} \neq \mu_{sx}$  oppure  $\delta = \mu_{dx} - \mu_{sx} \neq 0$  *ipotesi alternativa*

Distribuzione delle differenze campionarie sotto  $H_0$



## Test Statistico

### Differenza

0.9  
-0.4  
0.1  
1.0  
0.7  
-0.1  
-0.4  
0.7  
0.8  
-0.2  
-0.5  
-0.3  
0.4  
0.3  
0.5  
0.3  
0.4  
-0.2  
0.8  
-0.5

Sotto ipotesi nulla ( $\delta = 0$ ) che probabilità ho di ottenere una differenza di 0.2 cm o superiore?

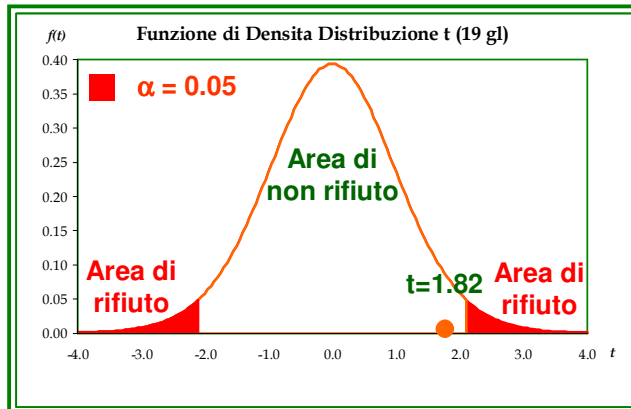
$n = 20$   
 $\bar{d} = 0.2$   
 $s_d = 0.5$   
 $gl = 19$

$$t_{gl} = \frac{\bar{d} - 0}{s_d / \sqrt{n}}$$

$$t_{19} = \frac{0.2 - 0}{0.5 / \sqrt{20}} = \frac{0.2}{0.11} = 1.82$$

$\bar{d} = 0.2$  cm

## Rifiuto/non rifiuto di $H_0$



**Conclusione:**

**Non rifiuto  $H_0$  ( $\delta = 0$ )**