Lezione VII:

t-test

Cattedra di Biostatistica – Dipartimento di Scienze Biomediche, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti – Pescara

Prof. Enzo Ballone

Un terzo problema:

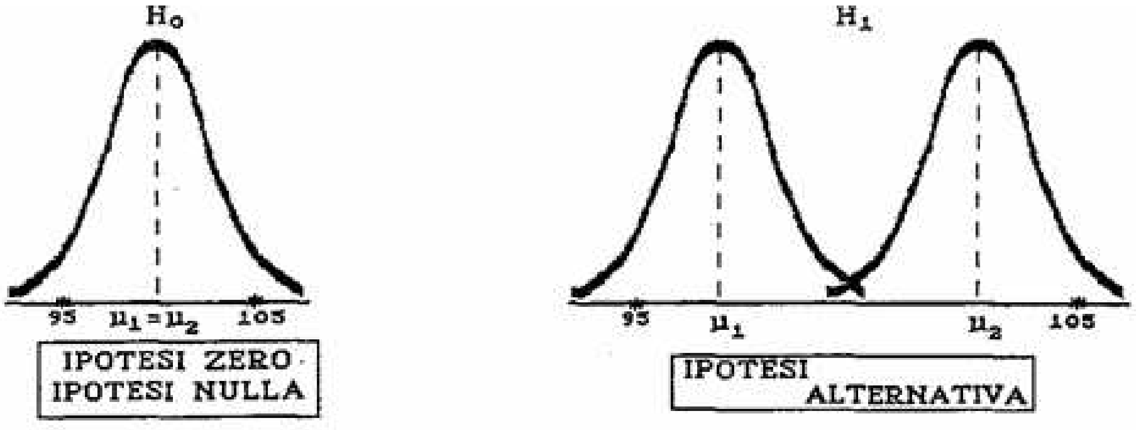
- si considerino 2 campioni costituiti da soggetti caratterizzati da diverse abitudini alimentari
- si analizzano i livelli di glicemia di ciascun soggetto appartenente ai 2 campioni e si calcolano le medie aritmetiche e le deviazioni standard:

I campione	$n_1 = 41$	$\bar{x}_1 = 95$	$s_1 = 13.32$
II campione	$n_2 = 51$	$\bar{x}_2 = 105$	$s_2 = 16.94$

- l'alimentazione condiziona i livelli glicemici?
- le glicemie medie nei 2 campioni differiscono per le diverse abitudini alimentari o per effetto dello errore di campionamento?

Un terzo problema:

- È possibile avanzare due ipotesi:



I due campioni sono stati estratti da popolazioni con medie uguali ($\mu_1 = \mu_2$)

I due campioni sono stati estratti da popolazioni con medie diverse ($\mu_1 ? \mu_2$)

Il test del t di Student consente di saggiare la veridicità dell'ipotesi nulla

Teoria dei campioni

- Si torni alla teoria dei campioni formalizzandola in modo diverso rispetto agli esempi precedenti:
- 1. si estraggono dalla popolazione infinite coppie di campioni di numerosità fissa n_1 e n_2) e per ogni coppia si calcoli la differenza tra le medie aritmetiche ($\bar{x}_1 - \bar{x}_2$);
- 2. il risultato è un insieme infinito di differenze di medie ($\bar{x}_1 - \bar{x}_2$) riferite a coppie di numerosità n1 e n2,:

Teoria dei campioni

- $(\bar{X}_{11} - \bar{X}_{21}), (\bar{X}_{12} - \bar{X}_{22}), (\bar{X}_{13} - \bar{X}_{23}), \ldots\ldots, (\bar{X}_{100} - \bar{X}_{200})$

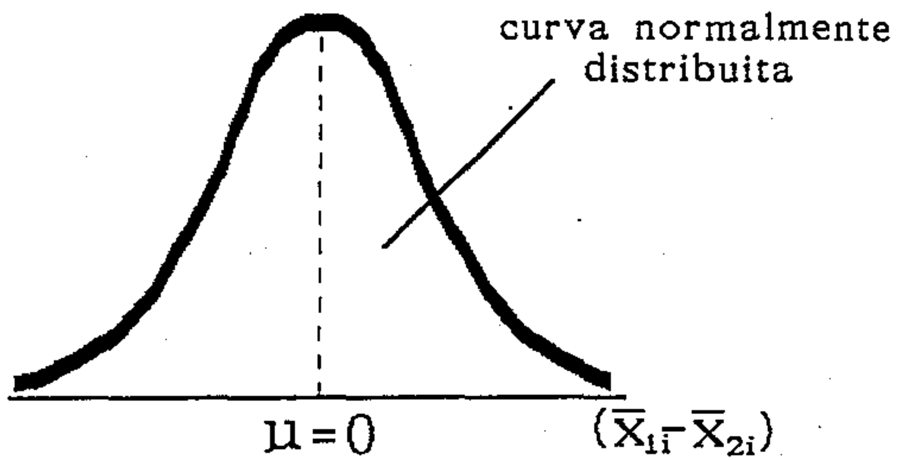
  $$n_{11} = n_{12} = n_{13} = n_{100}$$

  $$n_{21} = n_{22} = n_{23} = n_{200}$$

- 3. se ciascuna differenza viene considerata come un'osservazione individuale è possibile costruire una distribuzione di frequenza definita:

Teoria dei campioni

- DISTRIBUZIONE DI CAMPIONAMENTO DELLE DIFFERENZE DELLE MEDIE CAMPIONARIE DI NUMEROSITA‘ n_1 e n_2
- 4. se (n1 e n2)>30 questa distribuzione sarà del tipo:



$$\longleftarrow \text{e.s.} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}} \longrightarrow$$

Teoria dei campioni

- 5. se σ_1 e σ_2 sono sconosciute, si fa riferimento alla distribuzione t:
  - l'errore standard diventa:

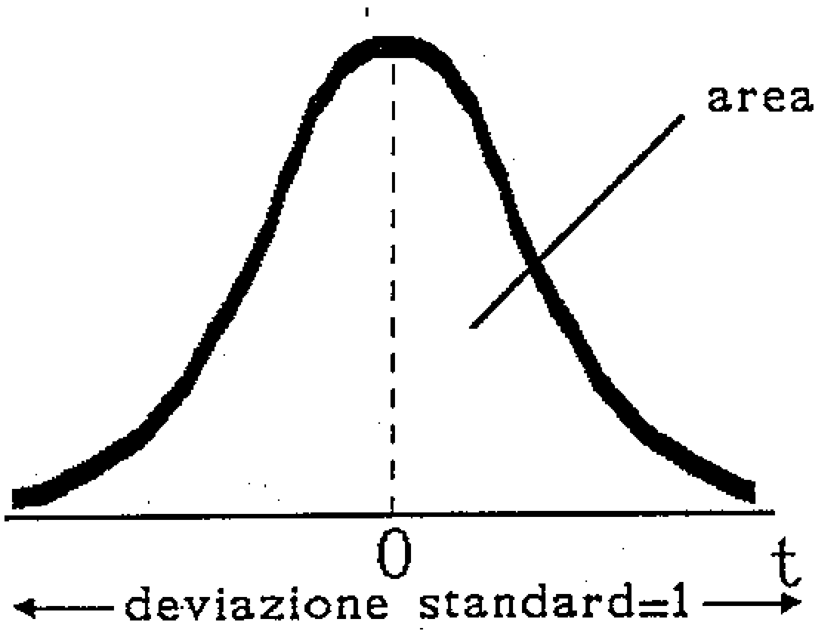
$$\boxed{e.s. = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

  - è necessario tenere conto dei gradi di libertà:

$$g.l. = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$$

Teoria dei campioni

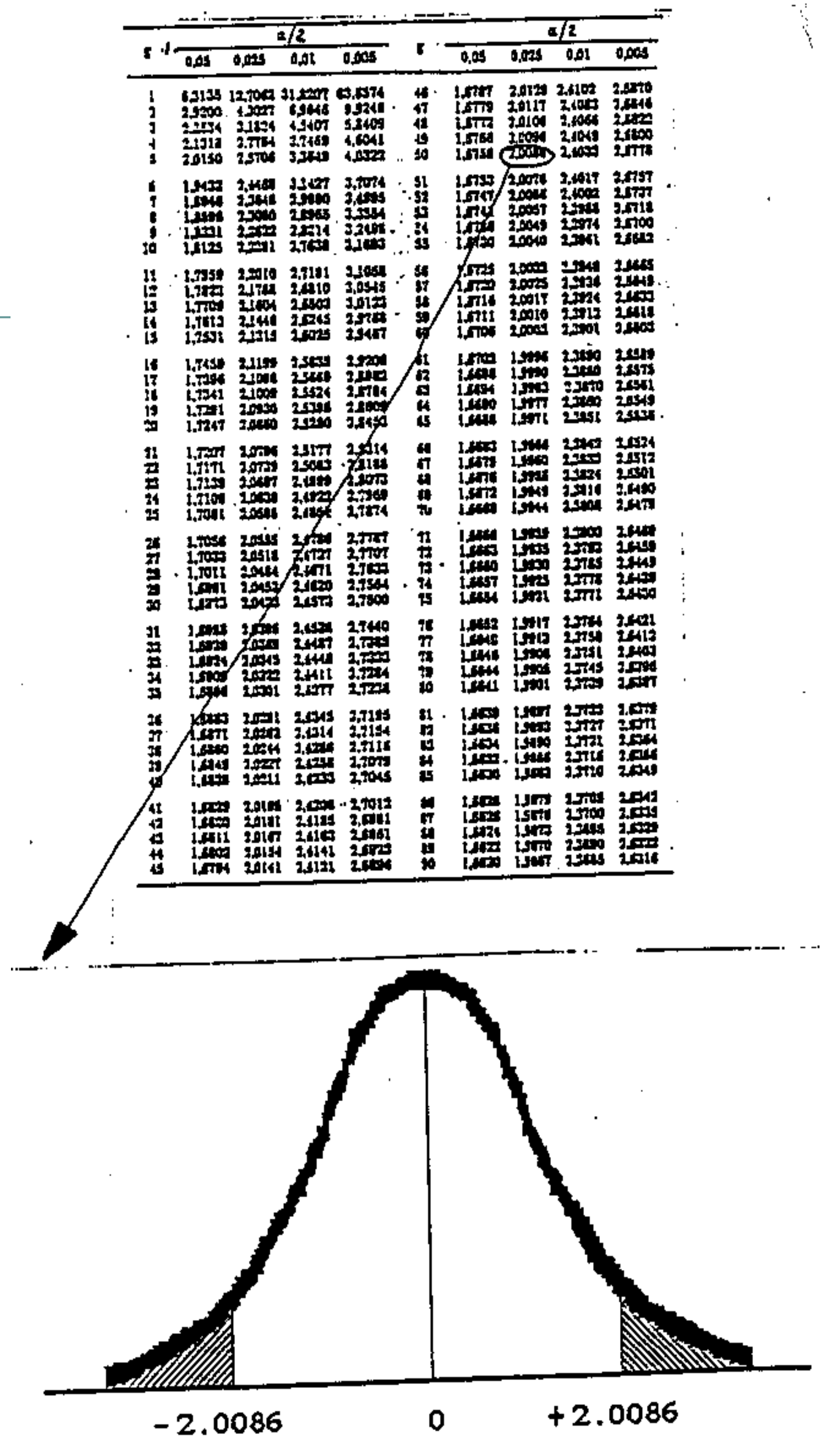
- 6. pertanto:



dove
$$t = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Teoria dei campioni

- 7. dalla tavola della distribuzione t, in corrispondenza di un'area (delle due code)=0.05 e dei gradi di libertà (=n1+n2 - 2) trovo il valore teorico di t. Ad esempio per 50 gradi di libertà:



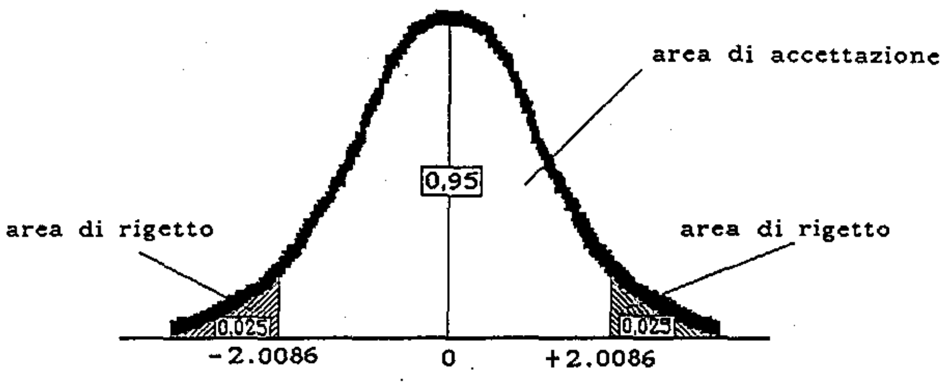
g.l.	0,05	0,025	0,01	0,005	g.l.	0,05	0,025	0,01	0,005
	α/2					α/2			
1	6,3135	12,7062	31,8207	63,6574	46	1,6787	2,0129	2,4102	2,6870
2	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248	47	1,6779	2,0117	2,4083	2,6846
3	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409	48	1,6772	2,0106	2,4066	2,6822
4	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041	49	1,6766	2,0096	2,4049	2,6800
5	2,0150	2,5706	3,3649	4,0322	50	1,6759	2,0086	2,4033	2,6778
6	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074	51	1,6753	2,0076	2,4017	2,6757
7	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995	52	1,6747	2,0066	2,4002	2,6737
8	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554	53	1,6741	2,0057	2,3988	2,6718
9	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498	54	1,6736	2,0049	2,3974	2,6700
10	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693	55	1,6730	2,0040	2,3961	2,6682
11	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058	56	1,6725	2,0032	2,3948	2,6665
12	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545	57	1,6720	2,0025	2,3936	2,6649
13	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123	58	1,6716	2,0017	2,3924	2,6633
14	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768	59	1,6711	2,0010	2,3912	2,6618
15	1,7531	2,1315	2,6025	2,9467	60	1,6706	2,0003	2,3901	2,6603
16	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208	61	1,6702	1,9996	2,3890	2,6589
17	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982	62	1,6698	1,9990	2,3880	2,6575
18	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784	63	1,6694	1,9983	2,3870	2,6561
19	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609	64	1,6690	1,9977	2,3860	2,6549
20	1,7247	2,0860	2,5280	2,8453	65	1,6686	1,9971	2,3851	2,6536
21	1,7207	2,0796	2,5177	2,8314	66	1,6683	1,9966	2,3842	2,6524
22	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188	67	1,6679	1,9960	2,3833	2,6512
23	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073	68	1,6676	1,9955	2,3824	2,6501
24	1,7109	2,0639	2,4922	2,7969	69	1,6672	1,9949	2,3816	2,6490
25	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874	70	1,6669	1,9944	2,3808	2,6479
26	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787	71	1,6666	1,9939	2,3800	2,6469
27	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707	72	1,6663	1,9935	2,3793	2,6459
28	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633	73	1,6660	1,9930	2,3785	2,6449
29	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564	74	1,6657	1,9925	2,3778	2,6439
30	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500	75	1,6654	1,9921	2,3771	2,6430
31	1,6955	2,0395	2,4528	2,7440	76	1,6652	1,9917	2,3764	2,6421
32	1,6939	2,0369	2,4487	2,7385	77	1,6649	1,9913	2,3758	2,6412
33	1,6924	2,0345	2,4448	2,7333	78	1,6646	1,9908	2,3751	2,6403
34	1,6909	2,0322	2,4411	2,7284	79	1,6644	1,9905	2,3745	2,6395
35	1,6896	2,0301	2,4377	2,7238	80	1,6641	1,9901	2,3739	2,6387
36	1,6883	2,0281	2,4345	2,7195	81	1,6639	1,9897	2,3733	2,6379
37	1,6871	2,0262	2,4314	2,7154	82	1,6636	1,9893	2,3727	2,6371
38	1,6860	2,0244	2,4286	2,7116	83	1,6634	1,9890	2,3721	2,6364
39	1,6849	2,0227	2,4258	2,7079	84	1,6632	1,9886	2,3716	2,6356
40	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045	85	1,6630	1,9883	2,3710	2,6349
41	1,6829	2,0195	2,4208	2,7012	86	1,6628	1,9879	2,3705	2,6342
42	1,6820	2,0181	2,4185	2,6981	87	1,6626	1,9876	2,3700	2,6335
43	1,6811	2,0167	2,4163	2,6951	88	1,6624	1,9873	2,3695	2,6329
44	1,6802	2,0154	2,4141	2,6923	89	1,6622	1,9870	2,3690	2,6322
45	1,6794	2,0141	2,4121	2,6896	90	1,6620	1,9867	2,3685	2,6316

Teoria dei campioni

- 8. mediante la formula:

$$t_{g.l.} = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

- si calcola il valore reale di t
- 9. si configurano due possibilità:



Teoria dei campioni

$-2.0086 < t < +2.0086$	il valore reale di t è inferiore a quello teorico. Si accetta l'ipotesi nulla ($p>0.05$). Le due medie non differiscono significativamente.
$t > +2.0086$ o $t < -2.0086$	il valore reale di t è superiore a quello teorico Si respinge l'ipotesi nulla ($p<0.05$). Le due medie differiscono significativamente.

Teoria dei campioni

- 10. in generale (e ad esempio per 50 gradi di libertà):

ν	α/2 0,05	0,025	0,01	0,005	ν	α/2 0,05	0,025	0,01	0,005
1	6,3138	12,7062	31,8207	63,6574	46	1,6787	2,0129	2,4102	2,6870
2	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248	47	1,6779	2,0117	2,4083	2,6846
3	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409	48	1,6772	2,0106	2,4066	2,6822
4	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041	49	1,6766	2,0096	2,4049	2,6800
5	2,0150	2,5706	3,3649	4,0322	50	1,6759	2,0086	2,4033	2,6778
6	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074	51	1,6753	2,0076	2,4017	2,6757
7	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995	52	1,6747	2,0066	2,4002	2,6737
8	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554	53	1,6741	2,0057	2,3988	2,6718
9	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498	54	1,6736	2,0049	2,3974	2,6700
10	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693	55	1,6730	2,0040	2,3961	2,6682
11	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058	56	1,6725	2,0032	2,3948	2,6665
12	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545	57	1,6720	2,0025	2,3936	2,6649
13	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123	58	1,6716	2,0017	2,3924	2,6633
14	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768	59	1,6711	2,0010	2,3912	2,6618
15	1,7531	2,1315	2,6025	2,9467	60	1,6706	2,0003	2,3901	2,6603
16	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208	61	1,6702	1,9996	2,3890	2,6589
17	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982	62	1,6698	1,9990	2,3880	2,6575
18	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784	63	1,6694	1,9983	2,3870	2,6561
19	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609	64	1,6690	1,9977	2,3860	2,6549
20	1,7247	2,0860	2,5280	2,8453	65	1,6686	1,9971	2,3851	2,6536
21	1,7207	2,0796	2,5177	2,8314	66	1,6683	1,9966	2,3842	2,6524
22	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188	67	1,6679	1,9960	2,3833	2,6512
23	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073	68	1,6676	1,9955	2,3824	2,6501
24	1,7109	2,0639	2,4922	2,7969	69	1,6672	1,9949	2,3816	2,6490
25	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874	70	1,6669	1,9944	2,3808	2,6479
26	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787	71	1,6666	1,9939	2,3800	2,6469
27	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707	72	1,6663	1,9935	2,3793	2,6459
28	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633	73	1,6660	1,9930	2,3785	2,6449
29	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564	74	1,6657	1,9925	2,3778	2,6439
30	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500	75	1,6654	1,9921	2,3771	2,6430
31	1,6955	2,0395	2,4528	2,7440	76	1,6652	1,9917	2,3764	2,6421
32	1,6939	2,0369	2,4487	2,7385	77	1,6649	1,9913	2,3758	2,6412
33	1,6924	2,0345	2,4448	2,7333	78	1,6646	1,9908	2,3751	2,6403
34	1,6909	2,0322	2,4411	2,7284	79	1,6644	1,9905	2,3745	2,6395
35	1,6896	2,0301	2,4377	2,7238	80	1,6641	1,9901	2,3739	2,6387
36	1,6883	2,0281	2,4345	2,7195	81	1,6639	1,9897	2,3733	2,6379
37	1,6871	2,0262	2,4314	2,7154	82	1,6636	1,9893	2,3727	2,6371
38	1,6860	2,0244	2,4286	2,7116	83	1,6634	1,9890	2,3721	2,6364
39	1,6849	2,0227	2,4258	2,7079	84	1,6632	1,9886	2,3716	2,6356
40	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045	85	1,6630	1,9883	2,3710	2,6349
41	1,6829	2,0195	2,4208	2,7012	86	1,6628	1,9879	2,3705	2,6342
42	1,6820	2,0181	2,4185	2,6981	87	1,6626	1,9876	2,3700	2,6335
43	1,6811	2,0167	2,4163	2,6951	88	1,6624	1,9873	2,3695	2,6329
44	1,6802	2,0154	2,4141	2,6923	89	1,6622	1,9870	2,3690	2,6322
45	1,6794	2,0141	2,4121	2,6896	90	1,6620	1,9867	2,3685	2,6316

Teoria dei campioni

- se: t < 2.0086
  - si accetta l'ipotesi nulla (p>0.05) (le due medie non differiscono significativamente)
- se t > 2.0086
  - si respinge l'ipotesi nulla (p<0.05) (le due medie differiscono significativamente)
- se t > 2.0086
  - 2.0086 <t< 2.4033 si respinge l'ipotesi nulla (0.02 < p < 0.05)
  - 2.4033 <t< 2.6778 si respinge l'ipotesi nulla (0.01 < p < 0.02)
  - t > 2.6778 si respinge l'ipotesi nulla (p < 0.01)

Teoria dei campioni

g	α/2				g		α/2		
	0,05	0,025	0,01	0,005		0,05	0,025	0,01	0,005
1	6,3138	12,7062	31,8207	63,6574	46	1,6787	2,0129	2,4102	2,6870
2	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248	47	1,6779	2,0117	2,4083	2,6846
3	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409	48	1,6772	2,0106	2,4066	2,6822
4	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041	49	1,6766	2,0096	2,4049	2,6800
5	2,0150	2,5706	3,3649	4,0322	50	1,6759	2,0086	2,4033	2,6778
6	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074	51	1,6753	2,0076	2,4017	2,6757
7	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995	52	1,6747	2,0066	2,4002	2,6737
8	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554	53	1,6741	2,0057	2,3988	2,6718
9	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498	54	1,6736	2,0049	2,3974	2,6700
10	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693	55	1,6730	2,0040	2,3961	2,6682
11	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058	56	1,6725	2,0032	2,3948	2,6665
12	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545	57	1,6720	2,0025	2,3936	2,6649
13	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123	58	1,6716	2,0017	2,3924	2,6633
14	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768	59	1,6711	2,0010	2,3912	2,6618
15	1,7531	2,1315	2,6025	2,9467	60	1,6706	2,0003	2,3901	2,6603
16	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208	61	1,6702	1,9996	2,3890	2,6589
17	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982	62	1,6698	1,9990	2,3880	2,6575
18	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784	63	1,6694	1,9983	2,3870	2,6561
19	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609	64	1,6690	1,9977	2,3860	2,6549
20	1,7247	2,0860	2,5280	2,8453	65	1,6686	1,9971	2,3851	2,6536
21	1,7207	2,0796	2,5177	2,8314	66	1,6683	1,9966	2,3842	2,6524
22	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188	67	1,6679	1,9960	2,3833	2,6512
23	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073	68	1,6676	1,9955	2,3824	2,6501
24	1,7109	2,0639	2,4922	2,7969	69	1,6672	1,9949	2,3816	2,6490
25	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874	70	1,6669	1,9944	2,3808	2,6479
26	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787	71	1,6666	1,9939	2,3800	2,6469
27	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707	72	1,6663	1,9935	2,3793	2,6459
28	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633	73	1,6660	1,9930	2,3785	2,6449
29	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564	74	1,6657	1,9925	2,3778	2,6439
30	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500	75	1,6654	1,9921	2,3771	2,6430
31	1,6955	2,0395	2,4528	2,7440	76	1,6652	1,9917	2,3764	2,6421
32	1,6939	2,0369	2,4487	2,7385	77	1,6649	1,9913	2,3758	2,6412
33	1,6924	2,0345	2,4448	2,7333	78	1,6646	1,9908	2,3751	2,6403
34	1,6909	2,0322	2,4411	2,7284	79	1,6644	1,9905	2,3745	2,6395
35	1,6896	2,0301	2,4377	2,7238	80	1,6641	1,9901	2,3739	2,6387
36	1,6883	2,0281	2,4345	2,7195	81	1,6639	1,9897	2,3733	2,6379
37	1,6871	2,0262	2,4314	2,7154	82	1,6636	1,9893	2,3727	2,6371
38	1,6860	2,0244	2,4286	2,7116	83	1,6634	1,9890	2,3721	2,6364
39	1,6849	2,0227	2,4258	2,7079	84	1,6632	1,9886	2,3716	2,6356
40	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045	85	1,6630	1,9883	2,3710	2,6349
41	1,6829	2,0195	2,4208	2,7012	86	1,6628	1,9879	2,3705	2,6342
42	1,6820	2,0181	2,4185	2,6981	87	1,6626	1,9876	2,3700	2,6335
43	1,6811	2,0167	2,4163	2,6951	88	1,6624	1,9873	2,3695	2,6329
44	1,6802	2,0154	2,4141	2,6923	89	1,6622	1,9870	2,3690	2,6322
45	1,6794	2,0141	2,4121	2,6896	90	1,6620	1,9867	2,3685	2,6316

Teoria dei campioni

- Si torni al problema:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{95 - 105}{\sqrt{\frac{13.32^2}{41} + \frac{16.94^2}{51}}} = -3.1696$$

- Dalla tavola di distribuzione t per (41+51-2)=90 gradi di libertà

	$\alpha/2$			
g.l.	0.05	0:025	0.01	0.005
90	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316

- $t > 2.6316$

Teoria dei campioni

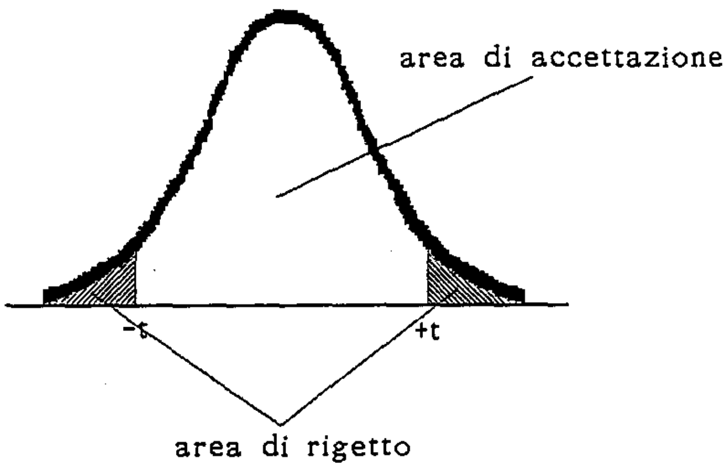
- quindi si respinge l'ipotesi nulla e si accetta quella alternativa ($p<0.01$)
- le due medie differiscono significativamente (ovvero è improbabile - probabilità inferiore all' 1% - che le due medie differiscano per il solo errore di campionamento)

Teoria dei campioni

- Nella formalizzazione delle due ipotesi (H_o e H_1) ci si era chiesto:
  - H_o = le due medie campionarie differiscono per l'errore di campionamento o
  - H_1= le due medie campionarie sono riferite a due popolazioni con medie diverse?

Teoria dei campioni

- in questo caso si fa riferimento alle due code della distribuzione di campionamento:

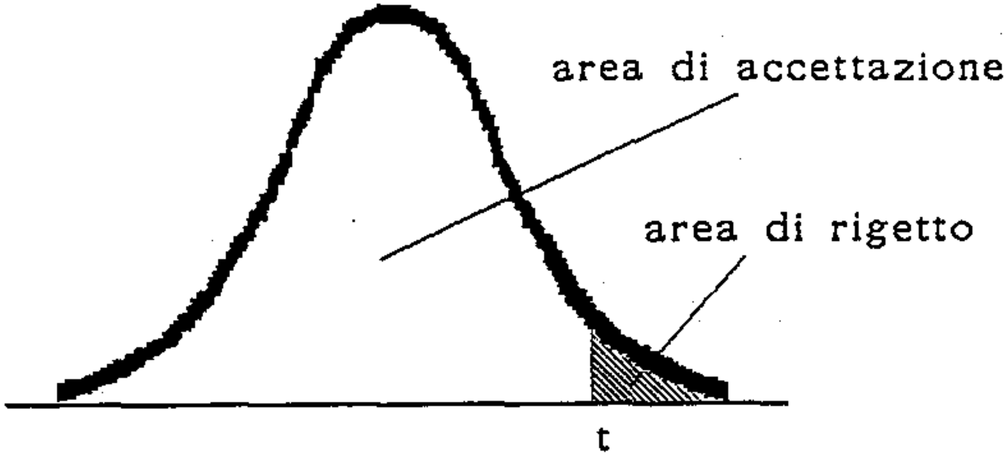


Se le due ipotesi fossero:

$H_0 =$ le due medie campionarie differiscono per l'errore di campionamento o
$H_1 =$ le due medie campionarie sono riferite a due popolazioni di cui $\mu_1 > \mu_2$

in questo caso si fa riferimento a una sola coda della distribuzione di campionamento:

Teoria dei campioni



- tornando al problema, se l'ipotesi alternativa (H fosse:
- $\bar{x}_1 > \bar{x}_2$ in quanto μ2 > μ1
- ricordando che t = -3.1696
- dalla tavola di distribuzione t per (41+51-2=)90 gradi di libertà:

Teoria dei campioni

	$\alpha/2$			
g.l.	0.05	0.025	0.01	0.005
90	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316

$t > 2.6316$

- quindi si respinge l'ipotesi nulla e si accetta quella alternativa (p<0.005)

Teoria dei campioni

- <u>UN QUARTO PROBLEMA</u>
- si consideri un campione di 10 pazienti ipertesi cui viene somministrato un farmaco antiipertensivo;
- a questi pazienti viene misurata la pressione sistolica prima della somministrazione del farmaco e alcune ore dopo la somministrazione stessa:

pazienti	PAS prima	dopo
1.	211 mmHg	181 mmHg
2.	210	210
3.	210	196
4.	203	200
5.	196	167
6.	191	161
7.	190	178
8.	177	180
9.	173	149
10.	170	119
	X_1=193.1mmHg	X_2 = 175.1mmHg

Teoria dei campioni

- La pressione arteriosa è diminuita per l'errore di campionamento (H_o) o per effetto del farmaco (H_1)?
- In questo caso i 2 campioni (PAS prima e PAS dopo la somministrazione) sono appaiati (ovvero ciascuna osservazione di un campione si accoppia con una osservazione dell'altro campione).
- Per saggiare l'ipotesi nulla si utilizza sempre il test del t di Student per campioni appaiati.

Teoria dei campioni

	campioni indipendenti (non appaiati)	campioni appaiati
variabile casuale	$\bar{x}_{1i} - \bar{x}_{2i}$	$\bar{d}_i$
errore standard della distr. di campion.	$\sqrt{\dfrac{s_1^2}{n_1} + \dfrac{s_2^2}{n_2}}$	$s_d / \sqrt{n}$ dove: $s_d = \sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n} (d - \bar{d})^2}{n-1}}$

Teoria dei campioni

$t =$	$\dfrac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\dfrac{s_1^2}{n_1} + \dfrac{s_2^2}{n_2}}}$	$\dfrac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}}$
gradi di libertà	$(n_1 + n_2 - 2)$	$n - 1$

Teoria dei campioni

SI TORNI AL PROBLEMA:

PAZIENTI	PAS PRIMA	PAS DOPO	d_i	$(d_i-\bar{d})$	$(d_i-\bar{d})^2$
1.	211	181	+30	+12	144
2.	210	210	[illegible]	-28	784
3.	210	196	+14	-4	16
4.	203	200	+3	-15	225
5.	196	167	+29	+11	121
6.	191	161	+30	+12	144
7.	190	178	+12	-6	36
8.	177	180	-3	-21	441
9.	173	149	+24	+6	36
10.	170	119	+51	+33	1089

Teoria dei campioni

$$\sum_{i=1}^{n} d_i = 180$$

$$\bar{d} = \frac{180}{10} = 18$$

$$\sum_{i=1}^{n} (d - \bar{d})^2 = 3036$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} (d - \bar{d})^2}{n-1} = 337.33$$

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (d - \bar{d})^2}{n-1}} = 18.37$$

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}} = \frac{18}{18.36 / \sqrt{10}} = 3.099$$

Teoria dei campioni

dalla tavola di distribuzione t per (10-1=)g.l. gradi di libertà:

g.l.	0.05	0.025	0.01	0.005
g	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498

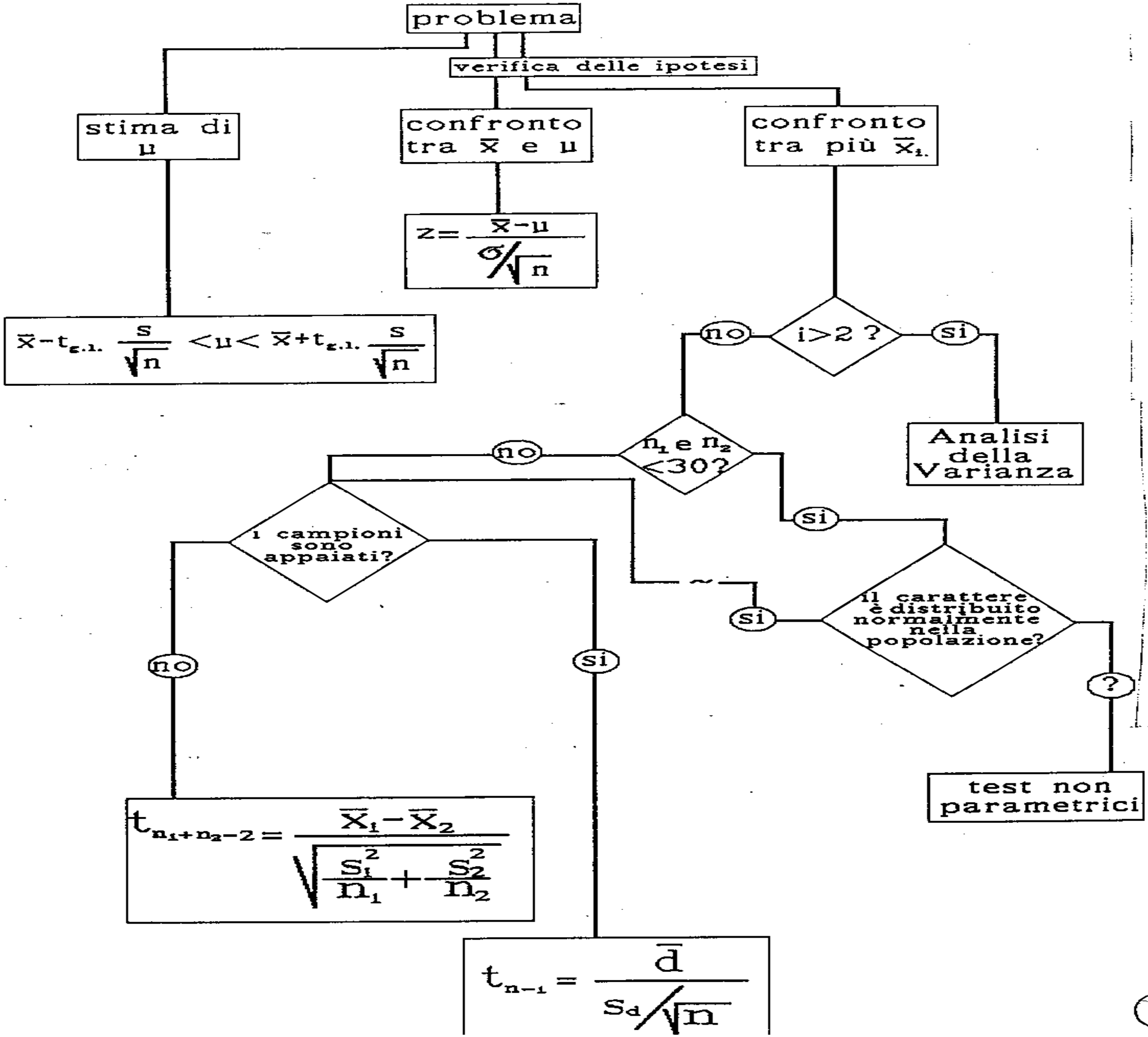
per un test a una coda (ci si chiede se la pressione si riduce con la somministrazione del farmaco)

$2.8214 < \boxed{3.099} < 3.2498 \Rightarrow 0.005 < p < 0.01$

quindi:

- si respinge l'ipotesi nulla
- il farmaco determina una riduzione significativa ($0.005 < p < 0.01$) della pressione arteriosa.

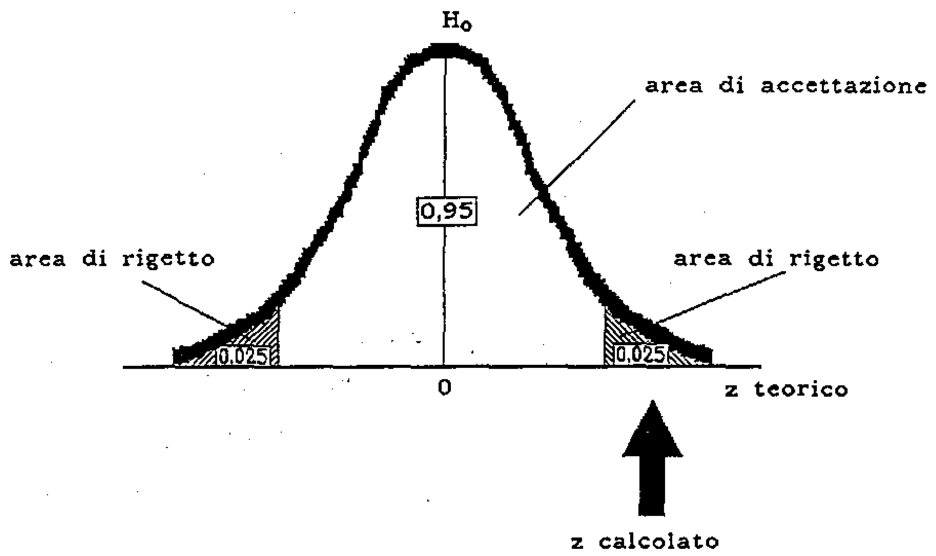
RIEPILOGO SULL'INFERENZA STATISTICA
applicata alle medie aritmetiche



Teoria dei campioni

- DUE ERRORI NEL SAGGIARE L'IPOTESI NULLA

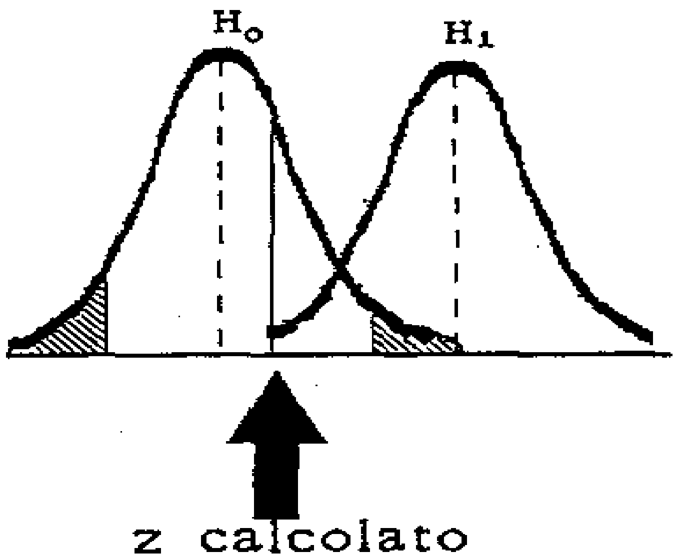
I: errore di I tipo (a):



- rifiuto l'ipotesi nulla
- l'ipotesi nulla è vera ($p<0.05$) accetto di commettere un errore (di I tipo α) inferiore al 5% di rifiutare l'ipotesi nulla benchè nella realtà sia vera.

Teoria dei campioni

- DUE ERRORI NEL SAGGIARE L'IPOTESI NULLA II: errore di II tipo (β)



- l'errore di II tipo (β) è la probabilità associata al rischio di accettare l'ipotesi nulla benché nella realtà non sia vera.

Teoria dei campioni

		REALTA'	
		Ho vera	Ho falsa
Conclusioni del Test	accetto Ho	Conclusione corretta	Errore di II tipo (B)
	rifiuto Ho	Errore di I tipo (a)	Conclusione Corretta

Teoria dei campioni

- Si definisce potenza di un test il complementare all'unità dell'errore di II tipo (1-B),
- La potenza è la capacità di un test di:
  - respingere Ho quando questa è falsa;
  - di scoprire una differenza significativa quando in realtà esiste.