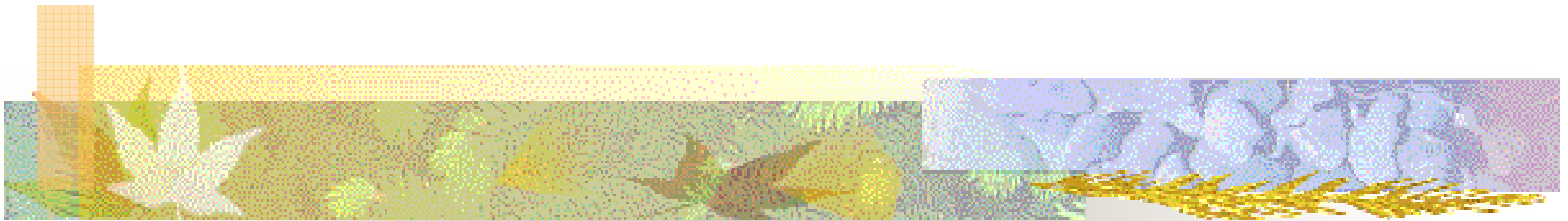


9_Testování hypotéz o rozdílech mezi (dvěma) proporcemi a průměry



Rozdíly mezi dvěma populačními proporcemi

- Nulová hypotéza $H_0 : p_1 - p_2 = 0$
- Alternativní (oboustranná) hypotéza $H_1 : p_1 - p_2 \neq 0$

- Testovací statistika
$$z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - 0}{se} = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - 0}{\sqrt{\hat{p}(1 - \hat{p}) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

- Pokud je P-hodnota testovací statistiky menší než alfa zamítám H_0

Př. Aspirin snižuje riziko smrti z rakoviny tlustého střeva

■ Ve vzorku

x * y Crosstabulation

			y		Total
			deathNO	deathYES	
x	placebo	Count	11188	347	11535
		% within x	97,0%	3,0%	100,0%
	aspirin	Count	13708	327	14035
		% within x	97,7%	2,3%	100,0%
Total		Count	24896	674	25570
		% within x	97,4%	2,6%	100,0%

■ Test rovností proporcí v populaci

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
y	Equal variances assumed	45,440	,000	3,370	25568	,001	,00678	,00201	,00284	,01073
	Equal variances not assumed			3,329	23218,812	,001	,00678	,00204	,00279	,01078

Testování hypotéz o rozdílu průměrů

■ 4 možné typy problémů:

- porovnáváme **průměr vzorku s průměrem populace**

→ jednovýběrový t-test

- porovnáváme **průměry dvou vzorků**

→ t-test pro nezávislé výběry

- porovnáváme **dva průměry jednoho vzorku**

→ t-test pro závislé výběry (tzv. párový t-test)

- porovnáváme **více průměrů**

→ analýza rozptylu (ANOVA)

Jednovýběrový t-test - příklad

- Rozhodujeme se mezi jazykovými školami v Brně. Zjistíme, že při posledních zkouškách na Britské radě získalo 100 zkoušených osob z různých jazykovek průměrně 85 bodů. Jedna ze škol – ABC - se chlubí, že výsledky jejich absolventů jsou nadprůměrné.

Jednovýběrový t-test - příklad

- Zjistíme, že posledních zkoušek se účastnilo 10 absolventů školy ABC s těmito výsledky:

80 91 92 87 89 88 86 80 90 89

- Můžeme na základě výsledků tohoto vzorku 10 absolventů dojít k závěru, že škola ABC má lepší průměrné výsledky než ostatní školy v Brně?

Jednovýběrový t-test

- průměr vzorku je 87.2
- směrodatná odchylka 4.18
- známe průměr populace ($\mu=85$), ale nikoli směrodatnou odchylku populace (místo ní použijeme jako odhad směrodatnou odchylku vzorku)

Jednovýběrový t-test - příklad

- **Nulová hypotéza:** průměrné výsledky absolventů školy ABC se neliší od výsledků absolventů ostatních škol
- jinými slovy: není nepravděpodobné, že vzorek má čistě náhodou průměr 87.2, pokud je průměr populace 85 a směrodatná odchylka 4.18

Jednovýběrový t-test

- **Alternativní hypotéza:** průměrné výsledky absolventů školy ABC se liší od výsledků absolventů ostatních škol
- jinými slovy: je velmi nepravděpodobné, že vzorek má průměr 87.2, pokud je průměr populace 85 a směrodatná odchylka 4.18

Jednovýběrový t-test

- **Hladina významnosti:** použijeme $\alpha = 5\%$
- pokud je pravděpodobnost získání vzorku o průměru 87.2 menší než 5%, pak zamítneme H_0
- pokud je pravděpodobnost získání vzorku o průměru 87.2 větší než 5%, pak H_0 nezamítneme

Jednovýběrový t-test

- potřebujeme spočítat, jaká je pravděpodobnost získání vzorku ($n=10$) o průměru 87.2 z populace o průměru 85 a směrodatné odchylce 4.18
- potřebujeme zjistit hodnoty rozdělení výběrových průměrů pro populaci s průměrem 85 a směrodatnou odchylkou 4.18 a výběry o velikosti 10

Jednovýběrový t-test

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

Jednovýběrový t-test

- $t = (87.2 - 85) / (4.18 / \sqrt{10})$

$$t = 2.2 / 1.32$$

$$t = \mathbf{1.66}$$

- $df = n - 1 = 10 - 1 = \mathbf{9}$

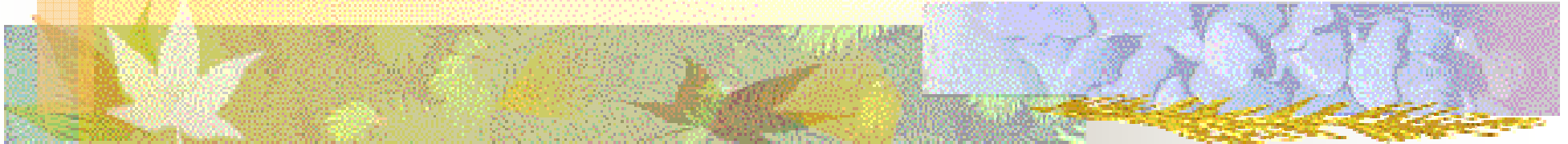
(počet stupňů volnosti pro vyhledání pravděpodobnosti v tabulce t-rozdělení)

Table D.6 Percentage Points of the *t* Distribution (Source: The entries in this table were computed by the author.)

<i>df</i>	Level of Significance for One-Tailed Test									
	.25	.20	.15	.10	.05	.025	.01	.005	.0005	
	Level of Significance for Two-Tailed Test									
	.50	.40	.30	.20	.10	.05	.02	.01	.001	
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	63.662	
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.599	
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924	
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610	
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869	
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959	
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408	
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041	
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781	
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587	
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437	
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318	
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221	
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140	
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073	
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015	
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965	
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922	
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883	
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850	
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819	
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792	
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.768	
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745	
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725	
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707	
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690	
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674	
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659	
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646	
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551	
50	0.679	0.849	1.047	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.496	
100	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.390	
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291	

Jednovýběrový t-test

- **kritická hodnota t** pro $\alpha=5\%$ je 2.262 (tj. 2.262 výběrové chyby nad nebo pod průměrem populace odděluje celkem 5% výběrů)
- získaná hodnota t je 1.66



Jednovýběrový t-test

- pokud je získaná hodnota **vyšší** než kritická, pak je **výsledek statisticky významný** (tj. pravděpodobnost, že by měl vzorek z populace o průměru 85 průměr 87.2, je menší než 5%)
- pokud je získaná hodnota **nižší** než kritická, pak rozdíl průměrů **není statisticky významný** (tj. pravděpodobnost, že by měl vzorek průměr 87.2, je větší než 5%)

Jednovýběrový t-test

- v našem příkladě je $1.66 < 2.26$
- tj. výsledek **není** statisticky významný
- **nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu**
- a náš závěr: nemůžeme tvrdit, že výsledky absolventů školy ABC se liší od průměru brněnských škol (je vyšší než 5% pravděpodobnost, že průměrný výsledek 87.2 deseti jejích absolventů je lepší jen náhodou)

Jednovýběrový t-test v SPSS

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
jazykovy test	10	87,2000	4,18463	1,32330

One-Sample Test

	Test Value = 85					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
jazykovy test	1,663	9	,131	2,2000	-,7935	5,1935

T-test pro nezávislé výběry

- tento test používáme, pokud chceme porovnat průměry dvou skupin případů

■ např.

- průměrné skóre v neurocitismu u mužů a žen
- průměr v indexu životní spokojenosti u extravertů a introvertů atd.

T-test pro nezávislé výběry - příklad

- Výzkumník chce otestovat účinnost nového léku proti bolesti hlavy. Získá 20 dobrovolníků, náhodně je rozdělí do dvou skupin po 10 osobách: jedna skupina si domů odnese placebo, druhá testovaný lék (ani účastníci, ani výzkumník nevědí, kdo je ve které skupině). Účastníci studie si mají vzít lék ve chvíli, kdy je začne bolet hlava a zaznamenat, jak dlouho poté bolest trvala (kolik minut).

T-test pro nezávislé výběry - příklad

skupina s placebem	skupina s test. lékem
95	75
85	60
100	30
120	65
80	100
90	70
85	40
80	55
75	65
120	110

T-test pro nezávislé výběry

- placebo: průměrná délka bolesti 93 minut; směrodatná odchylka 16.02
- testovaný lék: průměrná délka bolesti 67 minut; směrodatná odchylka 24.28

T-test pro nezávislé výběry

- **nulová hypotéza:** účinnost testovaného léku se neliší od účinnosti placeba
- jinými slovy: rozdílné průměry (93 a 67 minut) trvání bolesti je možno vysvětlit náhodou, v populaci jsou průměry shodné

T-test pro nezávislé výběry

- **alternativní hypotéza:** mezi účinností testovaného léku a účinností placeba je rozdíl
- jinými slovy: rozdíl v průměrech skupin (93 a 67 minut) v trvání bolesti je velmi nepravděpodobně pouze náhodný – je malá pravděpodobnost, že by z populace o stejných průměrech pocházely výběry s tak rozdílnými průměry

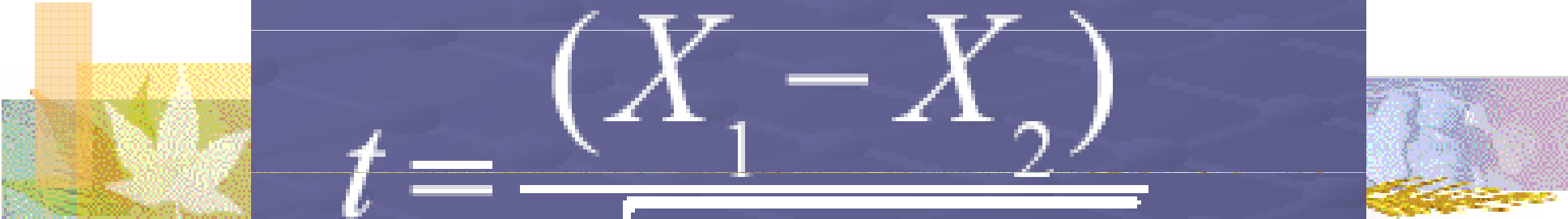
T-test pro nezávislé výběry

- **hladina významnosti:** použijeme $\alpha = 5\%$
- pokud je pravděpodobnost získání takto rozdílných průměrů z jedné populace menší než 5%, pak zamítneme H_0 (závěr – lék je účinný)
- pokud je pravděpodobnost získání takto rozdílných průměrů z jedné populace větší než 5%, pak H_0 nezamítneme

T-test pro nezávislé výběry

- ptáme se vlastně: *jak velká je pravděpodobnost, že bychom získali dva takto rozdílné průměry, pokud by platila nulová hypotéza, tj. pokud by lék nebyl účinnější než placebo?*
- pokud je tato pravděpodobnost velmi malá, nepřipíšeme zjištěný rozdíl náhodě, ale nezávislé proměnné (lék vs. placebo)

T-test pro nezávislé výběry


$$t = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

T-test pro nezávislé výběry

- $t = (93 - 67) / \sqrt{16 \cdot 02^2 / 10 + 24.28^2 / 10}$

$$t = 26 / 9.198$$

$$t = 2.82$$

- $df = n - 2 = 20 - 2 = 18$

(počet stupňů volnosti pro vyhledání
pravděpodobnosti v tabulce t-rozdělení)

Table D.6 Percentage Points of the *t* Distribution (Source: The entries in this table were computed by the author.)

<i>df</i>	Level of Significance for One-Tailed Test								
	.25	.20	.15	.10	.05	.025	.01	.005	.0005
	Level of Significance for Two-Tailed Test								
	.50	.40	.30	.20	.10	.05	.02	.01	.001
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	63.662
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.599
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.768
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
50	0.679	0.849	1.047	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.496
100	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.390
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

T-test pro nezávislé výběry

- kritická hodnota t je 2.101
- získaná hodnota t je 2.82 – větší než kritická hodnota
- rozdíl průměrů obou skupin je tedy **statisticky významný na hladině 5%**

T-test pro nezávislé výběry

- pravděpodobnost, že by takto velký rozdíl v průměrech výběrů byl pouhá náhoda, je menší než 5%
- je velmi málo pravděpodobné, že by byl takový rozdíl v průměrech, pokud by lék byl ve skutečnosti neúčinný

T-test pro nezávislé výběry v SPSS

Group Statistics

	SKUPINA	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
bolest (v min.)	placebo	10	93,0000	16,02082	5,06623
	lék	10	67,0000	24,28992	7,68115



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
bolest (v min.)	Equal variance assumed	,690	,417	2,826	18	,011	26,0000	9,20145	6,66847	45,33153
	Equal variance not assumed			2,826	15,584	,012	26,0000	9,20145	6,45144	45,54856



T-test pro nezávislé výběry

■ předpoklady t-testu pro nezávislé výběry

- výběry jsou skutečně nezávislé (tj. oba výběry tvoří jiní lidé, zvířata atd.)
- měřený znak má normální rozdělení (mírné odchylky je možno tolerovat; u větších odchylek použít raději neparametrické testy)
- homogenita rozptylů – rozptyly jsou shodné u obou skupin

T-test pro nezávislé výběry

- **homogenita rozptylů**
- obvykle nejsou směrodatné odchylky (či rozptyly) zcela shodné, ale rozdíly by neměly být příliš velké

T-test pro nezávislé výběry

- **homogenita rozptylů**
- zda se rozptyly liší, je možno otestovat některým testem pro rozdíl rozptylů, např. Levenovým testem

- pokud nevyjde stat. významný, pak rozptyly pokládáme za shodné
- pokud vyjde stat. významný, použijeme modifikovaný t-test pro rozdílné rozptyly (ve výstupu v SPSS druhý řádek)

Levenův test pro shodu rozptylů

Group Statistics

	SKUPINA	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
bolest (v min.)	placebo	10	93,0000	16,02082	5,06623
	lék	10	67,0000	24,28992	7,68115



Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
bolest (v min)	Equal variance assumed	,690	,417	2,826	18	,011	26,0000	9,20145	6,66847	45,33153
	Equal variance not assumed			2,826	15,584	,012	26,0000	9,20145	6,45144	45,54856

Levenův test pro shodu rozptylů

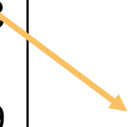
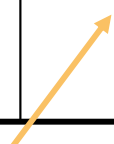
Group Statistics

	SKUPINA	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
bolest (v min.)	placebo	10	93,0000	16,02082	5,06623
	lék	10	67,0000	32,50641	10,27943



Independent Samples Test

	Levene's Test for quality of Variance		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
bolest (v min.) Equal variance assumed	6,343	,021	2,269	18	,036	26,0000	11,46008	1,92327	0,07673
bolest (v min.) Equal variance not assumed			2,269	13,129	,041	26,0000	11,46008	1,26665	0,73335



T-test pro závislé výběry

- označuje se někdy také jako t-test pro párované výběry
- v naprosté většině případů se používá pro porovnání dvou měření u stejných osob (tj. páru měření u jedné skupiny osob)
- někdy také pro porovnání průměrů u dvou skupin osob, které tvoří páry (např. manželské či podle jiného klíče – věku, pohlaví, nemoci atd.)

T-test pro závislé výběry - příklad

- Psychiatr chce vyhodnotit úspěšnost určitého způsobu terapie poruch příjmu potravy. Terapie se účastnilo 10 dívek. U každé z nich byla zaznamenána váha před a po terapii. Psychiatr si chce ověřit, zda jejich hmotnost průkazně vzrostla.

T-test pro závislé výběry - příklad

hmotnost před terapií	hmotnost po terapii
36	45
38	41
45	40
45	45
38	45
40	63
49	59
54	63
47	54
49	61

T-test pro závislé výběry

- průměrná hmotnost před zahájením terapie
44.1 kg
směrodatná odchylka 5.90

- průměrná hmotnost po ukončení terapie **51.6**
kg
směrodatná odchylka 9.35

T-test pro závislé výběry - příklad

před	po	rozdíl (před – po)
36	45	-9
38	41	-3
45	40	+5
45	45	0
38	45	-7
40	63	-23
49	59	-10
54	63	-9
47	54	+7
49	61	-12

T-test pro závislé výběry

- **průměrný rozdíl** hmotnosti před a po terapii byl **7.5 kg**
směrodatná odchylka rozdílu **7.49**



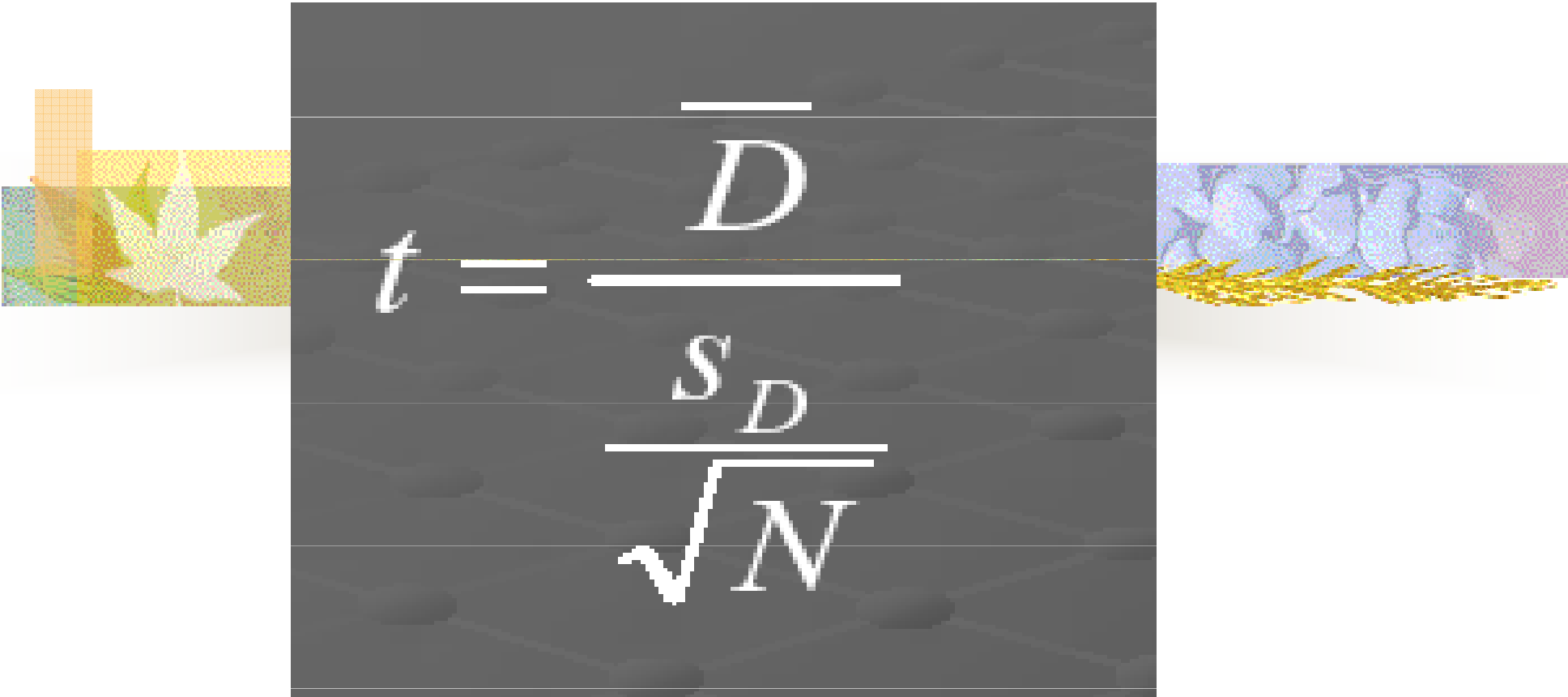
T-test pro závislé výběry

- **nulová hypotéza:** terapie není účinná – rozdíl v hmotnosti před a po terapii se statisticky významně neliší od nuly
- jinými slovy: je velká pravděpodobnost, že rozdíl o této velikosti (7.5 kg) je pouze náhodný

T-test pro závislé výběry

- **alternativní hypotéza:** terapie je účinná – existuje rozdíl v hmotnosti před a po terapii
- jinými slovy: je jen velmi malá pravděpodobnost, že rozdíl o této velikosti (7.5 kg) je pouze náhodný

T-test pro závislé výběry


$$t = \frac{\overline{D}}{\frac{S_D}{\sqrt{N}}}$$

T-test pro závislé výběry

- $t = -7.5 / (7.48 / \sqrt{10})$

$$t = -7.5 / 2.37$$

$$t = -3.16$$

- $df = n - 1 = 10 - 1 = 9$

(počet stupňů volnosti pro vyhledání
pravděpodobnosti v tabulce t-rozdělení)

T-test pro závislé výběry

- **hladina významnosti:** použijeme $\alpha = 5\%$
- pokud je pravděpodobnost získání takto rozdílných průměrů menší než 5%, pak zamítneme H_0 (závěr – terapie je účinná)
- pokud je pravděpodobnost získání takto rozdílných průměrů větší než 5%, pak H_0 nezamítneme – pozorovaný rozdíl přičteme náhodě

Table D.6 Percentage Points of the *t* Distribution (Source: The entries in this table were computed by the author.)

<i>df</i>	Level of Significance for One-Tailed Test									
	.25	.20	.15	.10	.05	.025	.01	.005	.0005	
	Level of Significance for Two-Tailed Test									
	.50	.40	.30	.20	.10	.05	.02	.01	.001	
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	63.662	
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.599	
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924	
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610	
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869	
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959	
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408	
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041	
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781	
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587	
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437	
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318	
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221	
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140	
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073	
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015	
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965	
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922	
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883	
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850	
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819	
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792	
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.768	
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745	
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725	
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707	
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690	
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674	
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659	
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646	
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551	
50	0.679	0.849	1.047	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.496	
100	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.390	
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291	

T-test pro závislé výběry

- kritická hodnota t je 2.262
- získaná hodnota t je 3.16 – větší než kritická hodnota
- rozdíl obou průměrů je tedy **statisticky významný na hladině 5%**
- můžeme zamítnout nulovou hypotézu
- terapie je účinná

T-test pro závislé výběry

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	před terapií	44,1000	10	5,89633	1,86458
	po terapii	51,6000	10	9,34761	2,95597

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	před terapií & po te	10	,600	,067

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 před terapií - po te	-7,5000	7,48703	2,36761	-12,8559	-2,1441	-3,168	9	,011



Porovnání výzkumných plánů

- t-test pro nezávislé výběry se používá většinou u výzkumných plánů s výzkumnou a kontrolní skupinou
- zatímco t-test pro závislé výběry většinou u výzkumných plánů s opakovaným měřením u stejných osob

Porovnání výzkumných plánů

- **výhody opakovaného měření:**
 - kontrola vlivu intervenujících proměnných (všichni jsou v jedné skupině, nehrají roli případné náhodné rozdíly mezi skupinami)
 - postačí menší vzorek (test pro závislé výběry má větší statistickou sílu – spíše zamítne nulovou hypotézu, pokud neplatí)

Porovnání výzkumných plánů

- **nevýhody opakovaných měření:**
 - nemůže být použito pro všechny výzkumné problémy (porovnání mužů a žen, vzdělaných a nevzdělaných...)
 - možný vliv učení či únavy při testování výkonovými testy

