10_Analýza rozptylu (ANOVA)

- logika analýzy rozptylu
- výpočetní postup
- mnohonásobná porovnávání
- opakovaná měření
- faktoriální analýza rozptylu

Porovnávání průměrů

- t-testy jsou určeny pouze pro porovnávání dvojice průměrů
- v mnoha výzkumných plánech je však více skupin než dvě
  - např. v příkladu s testováním účinnosti nového léku může být kromě skupin s testovaným lékem a placebem ještě skupina se starým lékem
- Analýza rozptylu umožňuje otestovat rozdíly mezi průměry více skupin najednou

Logika analýzy rozptylu

- analýza rozptylu nevyužívá pro testování rozdílu mezi průměry samotné průměry, ale **rozptyly**
- Rozděluje celkový rozptyl (SST) v datech na dvě části
- počítají se dva odhady:
  - rozptyl uvnitř skupin (within-groups nebo within-subjects variance - SSW)
  - rozptyl mezi skupinami (between-groups nebo between-subjects variance - SSB)

Logika analýzy rozptylu

- **rozptyl uvnitř skupin** je ukazatel celkové variability uvnitř skupin – tj. jak se od sebe vzájemně liší osoby v rámci jednotlivých skupin
- **rozptyl mezi skupinami** je měřítkem variability mezi skupinami – tj. jak se od sebe liší skupiny osob (jak se průměry skupin odchylují od celkového průměru)

F statistika

- poměr těchto dvou rozptylů je statistika F

$$F = \frac{\text{rozptyl mezi skupinami}}{\text{rozptyl uvnitř skupin}}$$

- Pokud je pravdivá H_0 (tj. skupiny definované nezávislou proměnnou se od sebe v populaci co se týče průměrné hodnoty závislé proměnné neliší), pak distribuce výběrových F statistik má průměr kolem 1. Čím více je F statistika větší než 1, tím více nedůvěřujeme v platnost H_0

Logika analýzy rozptylu

- pokud nejsou mezi skupinami rozdíly, pak by měl být rozptyl mezi skupinami a uvnitř skupin velmi podobný (teoreticky shodný - F=1)
- pokud jsou mezi skupinami rozdíly, pak budou tyto rozdíly (between)větší než vzájemné rozdíly mezi osobami uvnitř skupin (within)

Logika analýzy rozptylu

- je-li F>1, pak kromě F musíme ještě spočítat pravděpodobnost, že bychom takto vysoké získali náhodou (tj. statistickou významnost)
- tabulka F rozdělení je vždy pro konkrétní hodnotu alfa; má v řádcích počet stupňů volnosti pro rozptyl uvnitř skupin a ve sloupcích pro rozptyl mezi skupinami

Analýza rozptylu - příklad

- v klasickém experimentu testujícím tzv. efekt přihlížejících (bystander effect) zjišťovali Darley a Latane, zda má přítomnost dalších lidí vliv na naši ochotu pomoci někomu v nouzi
- ZO čekala v místnosti s dalšími 0, 2 nebo 4 osobami

Analýza rozptylu - příklad

- experimentátorka odešla něco připravit do vedlejší místnosti a bylo slyšet, že upadla a vykřikla něco o bolesti v kotníku
- závislou proměnnou byla doba, která uplynula do nabídnutí pomoci experimentátorce (v sekundách)

ZO sama	*2 další osoby*	*4 další osoby*
27	30	29
20	35	20
22	20	34
21	31	38
19	29	29
20	30	36
30	20	30
31	22	35
22	21	28
25	38	33
27		33
21		

Analýza rozptylu - příklad

	0 osob	*2 osoby*	*4 osoby*
průměr	23,75	27,60	31,36
směrodatná odchylka	4,11	6,48	4,94
ΣY	285	276	345
$\Sigma(Y^2)$	6955	7996	11065
n	12	10	11

Analýza rozptylu

- **1. krok** – výpočet <u>celkového rozptylu</u> (součtu čtverců – sum of squares) SST ($SS_{total)}$ = SSB + SSW
- $SST = \Sigma(Y-\overline{Y})^2$
- výpočetní rovnice
  $SST = \Sigma(Y^2) – [(\Sigma Y)^2/n]$

Analýza rozptylu - příklad

- $SST = \Sigma(Y^2) - [(\Sigma Y)^2/n]$

  $SST = (27^2+20^2+22^2+\ldots+33^2) - [(906)^2/33]$

  $SST = 26016 - 24873{,}818$

  $\underline{SST = 1142{,}182}$

Analýza rozptylu

- **2. krok** – výpočet <u>rozptylu mezi skupinami</u> SSB ($SS_{between}$)
- $SSB = \sum n_k(\bar{Y}_k - \bar{Y})^2$
  - n_k je počet osob ve skupině
  - $\bar{Y}_k$ je průměr skupiny

Analýza rozptylu - příklad

- $SSB = \Sigma n_k(\bar{Y}_k - \bar{Y})^2$

  $SSB = 12*(23,75-27,45)^2 + 10*(27,60-27,45)^2 + 11*(31,36-27,45)^2$

  $SSB = 12*(-3,7)^2+10*(0,15)^2+(11*3,91)^2$

  <u>SSB = 332,968</u>

Analýza rozptylu

- **3. krok** – výpočet <u>rozptylu uvnitř skupin</u> SSW (SS_{within})
- $SSW = \Sigma(Y - \bar{Y}_k)^2$
  - $\bar{Y}_k$ je průměr skupiny
- výpočetní rovnice

  $SSW = SST - SSB$

Analýza rozptylu - příklad

- SSW = SST – SSB

  SSW = 1142,182 – 332,986

  <u>SSW = 809,196</u>

Analýza rozptylu - příklad

- **4. krok** – výpočet <u>stupňů volnosti</u>
- pro SST: dft = n-1 (n je **celkový** počet osob)
  - dft = 33-1 = 32
- pro SSB: dfb = k-1 (k je počet skupin)
  - dfb = 3-1 = 2
- pro SSW: dfw = n-k
  - dfw = 33-3 = 30

Analýza rozptylu - příklad

	SS	df	MS	F
between	332,986	2	166,493	6,17
within	809,196	30	26,973	
total	1142,182	32		

rozptyl mezi skupinami

rozptyl uvnitř skupin

Analýza rozptylu - příklad

- F = rozptyl mezi / rozptyl uvnitř

  F = MSB / MSW

  F = 166,493 / 26,973

  F = 6,17

- F vypadá větší než 1, ale jak je pravděpodobné, že by tento výsledek byl náhodný? tj., je F statisticky významné?

Analýza rozptylu - příklad

- F (2, 30) = 6,17

Table D.3 Critical Values of the *F* Distribution Alpha = .05 (Source: The entries in this table were computed by the author.)

Degrees of Freedom for Denominator	Degrees of Freedom for Numerator: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	50
1	161.4	199.5	215.8	224.8	230.0	233.8	236.5	238.6	240.1	242.1	245.2	248.4	248.9	250.5	250.8	252.6
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.43	19.44	19.46	19.47	19.48	19.48
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.70	8.66	8.63	8.62	8.59	8.58
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.62	4.56	4.52	4.50	4.46	4.44
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.94	3.87	3.83	3.81	3.77	3.75
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.51	3.44	3.40	3.38	3.34	3.32
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.22	3.15	3.11	3.08	3.04	3.02
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.01	2.94	2.89	2.86	2.83	2.80
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.85	2.77	2.73	2.70	2.66	2.64
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.72	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.62	2.54	2.50	2.47	2.43	2.40
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.53	2.46	2.41	2.38	2.34	2.31
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.46	2.39	2.34	2.31	2.27	2.24
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40	2.33	2.28	2.25	2.20	2.18
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.35	2.28	2.23	2.19	2.15	2.12
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.31	2.23	2.18	2.15	2.10	2.08
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.27	2.19	2.14	2.11	2.06	2.04
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	2.00
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.20	2.12	2.07	2.04	1.99	1.97
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.15	2.07	2.02	1.98	1.94	1.91
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.11	2.03	1.97	1.94	1.89	1.86
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.07	1.99	1.94	1.90	1.85	1.82
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.79
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.01	1.93	1.88	1.84	1.79	1.76
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	1.92	1.84	1.78	1.74	1.69	1.66
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03	1.87	1.78	1.73	1.69	1.63	1.60
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.84	1.75	1.69	1.65	1.59	1.56
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.75	1.66	1.60	1.55	1.50	1.46
200	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93	1.88	1.72	1.62	1.56	1.52	1.46	1.41
500	3.86	3.01	2.62	2.39	2.23	2.12	2.03	1.96	1.90	1.85	1.69	1.59	1.53	1.48	1.42	1.38
1000	3.85	3.01	2.61	2.38	2.22	2.11	2.02	1.95	1.89	1.84	1.68	1.58	1.52	1.47	1.41	1.36

Table D.4 Critical Values of the *F* Distribution Alpha = .01 (Source: The entries in this table were computed by the author.)

Degrees of Freedom for Denominator	Degrees of Freedom for Numerator															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	50
1	4048	4993	5377	5577	5668	5924	5992	6096	6132	6168	6079	6168	6214	6355	6168	6213
2	98.50	99.01	99.15	99.23	99.30	99.33	99.35	99.39	99.40	99.43	99.38	99.48	99.43	99.37	99.44	99.59
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.34	27.23	26.87	26.69	26.58	26.51	26.41	26.36
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.20	14.02	13.91	13.84	13.75	13.69
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.72	9.55	9.45	9.38	9.29	9.24
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.56	7.40	7.30	7.23	7.14	7.09
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.31	6.16	6.06	5.99	5.91	5.86
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.52	5.36	5.26	5.20	5.12	5.07
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	4.96	4.81	4.71	4.65	4.57	4.52
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.56	4.41	4.31	4.25	4.17	4.12
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.25	4.10	4.01	3.94	3.86	3.81
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.01	3.86	3.76	3.70	3.62	3.57
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	3.82	3.66	3.57	3.51	3.43	3.38
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.66	3.51	3.41	3.35	3.27	3.22
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.52	3.37	3.28	3.21	3.13	3.08
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.41	3.26	3.16	3.10	3.02	2.97
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.31	3.16	3.07	3.00	2.92	2.87
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.23	3.08	2.98	2.92	2.84	2.78
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.15	3.00	2.91	2.84	2.76	2.71
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.09	2.94	2.84	2.78	2.69	2.64
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	2.98	2.83	2.73	2.67	2.58	2.53
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	2.89	2.74	2.64	2.58	2.49	2.44
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	2.81	2.66	2.57	2.50	2.42	2.36
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.75	2.60	2.51	2.44	2.35	2.30
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.70	2.55	2.45	2.39	2.30	2.25
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.52	2.37	2.27	2.20	2.11	2.06
50	7.17	5.06	4.20	3.72	3.41	3.19	3.02	2.89	2.78	2.70	2.42	2.27	2.17	2.10	2.01	1.95
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.35	2.20	2.10	2.03	1.94	1.88
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.19	2.03	1.93	1.86	1.76	1.70
200	6.76	4.71	3.88	3.41	3.11	2.89	2.73	2.60	2.50	2.41	2.13	1.97	1.87	1.79	1.69	1.63
500	6.69	4.65	3.82	3.36	3.05	2.84	2.68	2.55	2.44	2.36	2.07	1.92	1.81	1.74	1.63	1.57
1000	6.67	4.63	3.80	3.34	3.04	2.82	2.66	2.53	2.43	2.34	2.06	1.90	1.79	1.72	1.61	1.54

Analýza rozptylu - příklad

- $F(2, 30) =$ **6,17**
- kritická hodnota F pro **5%** hladinu významnosti

  F = 3,32
- kritická hodnota F pro **1%** hladinu významnosti

  F = 5,39
- $F(2, 30) =$ **6,17** $p < 0.01$
- **rozdíl mezi průměry je statisticky významný na 1% hladině významnosti**

Výstup v SPSS

ANOVA

LATENCE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	332,986	2	166,493	6,173	,006
Within Groups	809,195	30	26,973		
Total	1142,182	32			

rozptyl mezi skupinami

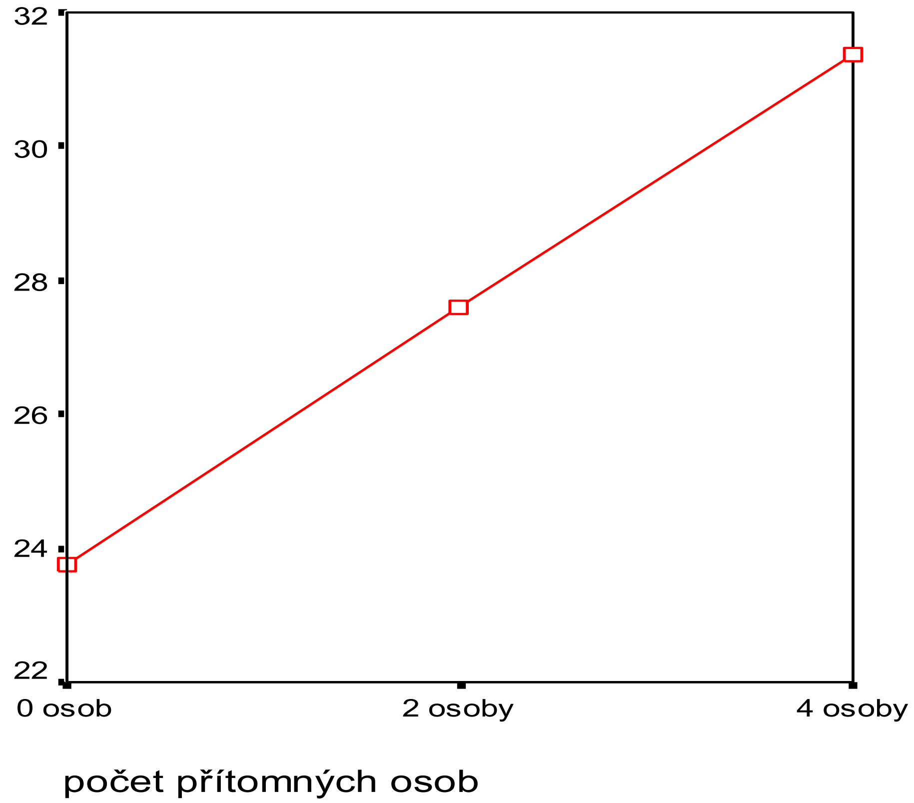
rozptyl uvnitř skupin

hladina významnosti

Mnohonásobná porovnávání

- průkaznost F nám řekne, **zda** existují průkazné rozdíly mezi průměry
- ale **ne**dozvíme se tak, **mezi kterými** skupinami je průkazný rozdíl (která skupina se liší od které)
- je třeba provést tzv. **mnohonásobná porovnání** (multiple comparisons nebo post-hoc comparisons)

Mnohonásobná porovnávání



Mnohonásobná porovnávání

- jde v podstatě o upravené t-testy
  - upravené vzhledem k počtu porovnávání
- existuje více různých typů mnohonásobných porovnávání, např. Fisherův LSD test, Bonferroniho test, Tukeyho test, Scheffeho test atd.

Mnohonásobná porovnávání

- tyto testy jsou si hodně podobné vzorcem pro jejich výpočet
- liší se však ve způsobu, jak se u nich stanovuje hladina významnosti (Fisherův LSD test je liberálnější, zatímco ostatní uvedené přísnější)

Mnohonásobná porovnávání

- pokud bychom tyto testy spočítali u předchozího příkladu, zjistili bychom, že průkazný rozdíl je mezi skupinou osob, které byly v místnosti sami, a skupinou se 4 dalšími lidmi

Mnohonásobná porovnávání

Multiple Comparisons

Dependent Variable: LATENCE

LSD

(I) počet přítomných osob	(J) počet přítomných osob	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0 osob	2 osoby	-3,8500	2,22375	,094	-8,3915	,6915
	4 osoby	-7,6136*	2,16792	,001	-12,0411	-3,1862
2 osoby	0 osob	3,8500	2,22375	,094	-,6915	8,3915
	4 osoby	-3,7636	2,26923	,108	-8,3980	,8708
4 osoby	0 osob	7,6136*	2,16792	,001	3,1862	12,0411
	2 osoby	3,7636	2,26923	,108	-,8708	8,3980

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Opakovaná měření (Repeated measures ANOVA)

- analýza rozptylu může být aplikována také na data z opakovaných měření
  - podobně jako t-test pro závislé výběry; analýza rozptylu se použije v případě, máme-li více než dvě měření
- např. v příkladu u t-testu – změna hmotnosti u dívek s PPP po terapii – hmotnost by mohla být měřena i několikrát v průběhu terapie

Testování nulové hypotézy u opakovaných měření

- H0: rozdíl mezi populačními průměry každé kategorie faktoru (tj. v každém časovém bodě) je nulový
- H1: alespoň mezi jednou dvojicí (tj. mezi dvěma libovolnými časovými body) je v populaci rozdíl
- Př. průměrná váha se ve všech časových bodech neliší
- F = MSB / MSW
- Pokud alfa <0.05 pak zamítáme H0

hmotnost před terapií	hmotnost po terapii	hmotnost 1 měsíc po terapii
36	45	45
38	41	41
45	40	40
45	45	45
38	45	45
40	63	63
49	59	59
54	63	63
47	54	54
49	61	61

Faktoriální analýza rozptylu (two-way, three-way ANOVA)

- **faktor** je v analýze rozptylu nezávislá proměnná
- v prvním příkladu (bystander effect) byl pouze jeden faktor (počet osob); podobně u opakovaných měření (terapie – před, po, 1 měsíc po)
- Two-way ANOVA – umožňuje zkoumat efekt jednoho faktoru (např. počet osob) za kontroly efektu druhého faktoru (např. pohlaví) prostřednictvím statistické kontroly
- Three-way ANOVA – …statistická kontrola efektů více než jednoho faktoru (více kontrolních proměnných)

Faktoriální analýza rozptylu

- máme-li faktorů (nezávislých proměnných) více, použijeme faktoriální ANOVu
- může jít o porovnání nezávislých výběrů, o opakovaná měření nebo obojí najednou (tzv. mixed design – <u>se smíšenými efekty</u>)

Faktoriální analýza rozptylu

- **příklad**: neuropsycholog zkoumá oblasti mozku odpovídající za tvorbu a porozumění řeči
- vyšetří speciálním testem 24 náhodně vybraných pacientů s poškozenou levou hemisférou mozku – polovina z nich jsou muži a polovina ženy
- kromě mezipohlavních rozdílů ho zajímá rovněž, zda bude rozdíl mezi praváky a leváky (těch je rovněž 12 a 12)

	leváci	praváci
muži	13	4
	10	8
	16	11
	18	7
	15	9
	12	9
ženy	14	17
	19	15
	15	18
	17	14
	13	12
	21	19

Descriptive Statistics

Dependent Variable: TEST

POHLAVÍ	lateralita	Mean	Std. Deviation	N
muži	leváci	14,0000	2,89828	6
	praváci	8,0000	2,36643	6
	Total	11,0000	4,02266	12
ženy	leváci	16,5000	3,08221	6
	praváci	15,8333	2,63944	6
	Total	16,1667	2,75791	12
Total	leváci	15,2500	3,13702	12
	praváci	11,9167	4,73782	12
	Total	13,5833	4,28259	24

Faktoriální analýza rozptylu

- faktoriální analýza rozptylu testuje
  - hlavní efekty
  - interakce

Faktoriální analýza rozptylu

- **hlavní efekt** (main effect) – vliv jedné nezávislé proměnné zprůměrovaný pro všechny úrovně ostatních nezávislých proměnných
- u faktoriální ANOVy jsou testovány hlavní efekty pro všechny faktory
- v příkladu testujeme hlavní efekt pro pohlaví a lateralitu

Test pro hlavní efekty

- H_0: rozdíl mezi populačními průměry každé kategorie daného faktoru je nulový na každé úrovni jiného faktoru (kontrolní proměnné)
- Př. průměrné skóre je u leváků a praváků stejné, jak u žen, tak u mužů
- F = MS pro faktor / MS error
- Pokud alfa <0.05 pak zamítáme H_0

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TEST

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	269,500[a]	3	89,833	11,794	,000
Intercept	4428,167	1	4428,167	581,379	,000
POHLAVÍ	160,167	1	160,167	21,028	,000
LATERAL	66,667	1	66,667	8,753	,008
POHLAVÍ * LATERAL	42,667	1	42,667	5,602	,028
Error	152,333	20	7,617		
Total	4850,000	24			
Corrected Total	421,833	23			

a. R Squared = ,639 (Adjusted R Squared = ,585)

Faktoriální analýza rozptylu

- průkazný (na hladině 1%) hlavní efekt pro faktor pohlaví
- ženy mají celkově vyšší skóry než muži (16,2 a 11,0)

Tests of Between-Subjects Effects

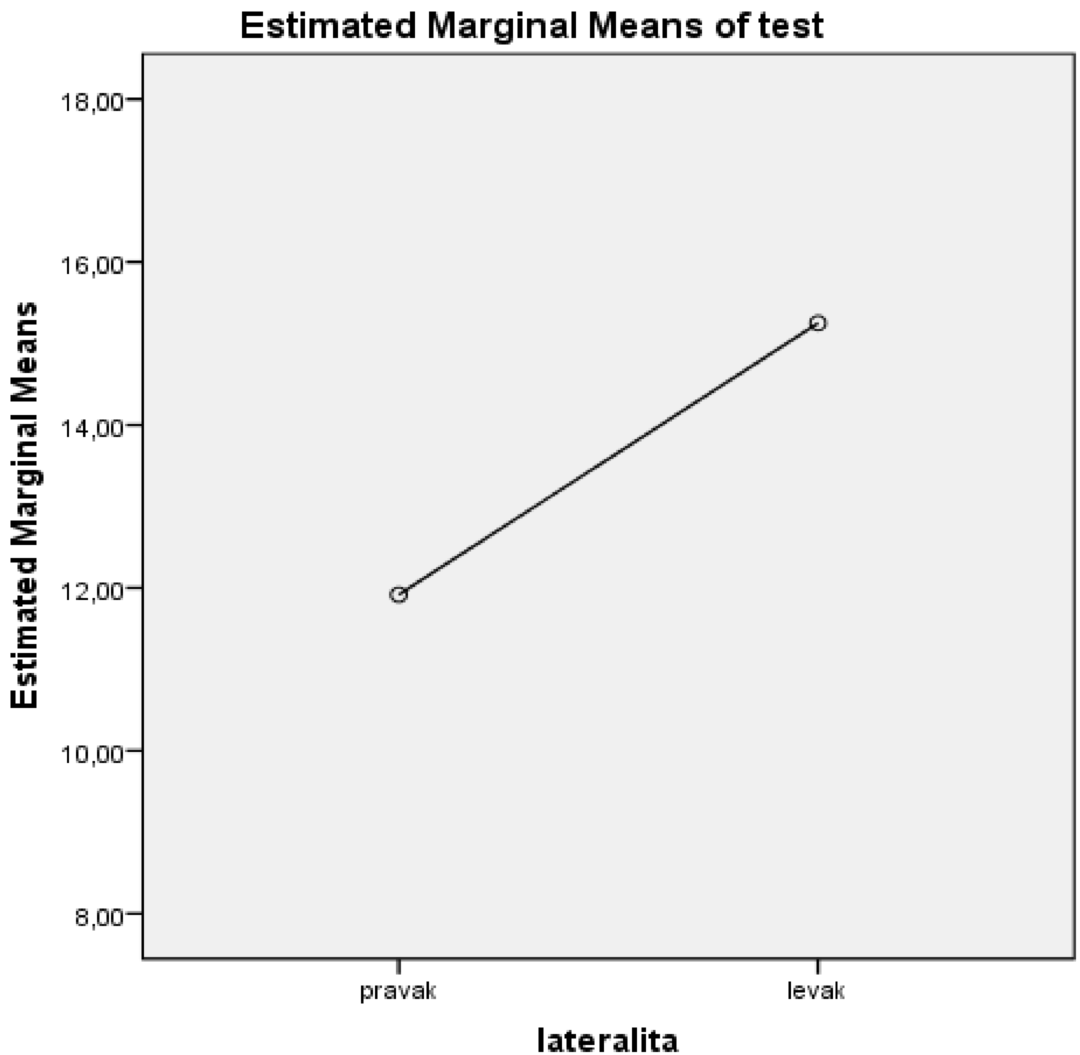
Dependent Variable: TEST

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	269,500[a]	3	89,833	11,794	,000
Intercept	4428,167	1	4428,167	581,379	,000
POHLAVÍ	160,167	1	160,167	21,028	,000
LATERAL	66,667	1	66,667	8,753	,008
POHLAVÍ * LATERAL	42,667	1	42,667	5,602	,028
Error	152,333	20	7,617		
Total	4850,000	24			
Corrected Total	421,833	23			

a. R Squared = ,639 (Adjusted R Squared = ,585)

Faktoriální analýza rozptylu

- průkazný (na hladině 1%) hlavní efekt pro faktor lateralita
- leváci mají celkově vyšší skóry než praváci (15,3 a 11,9)



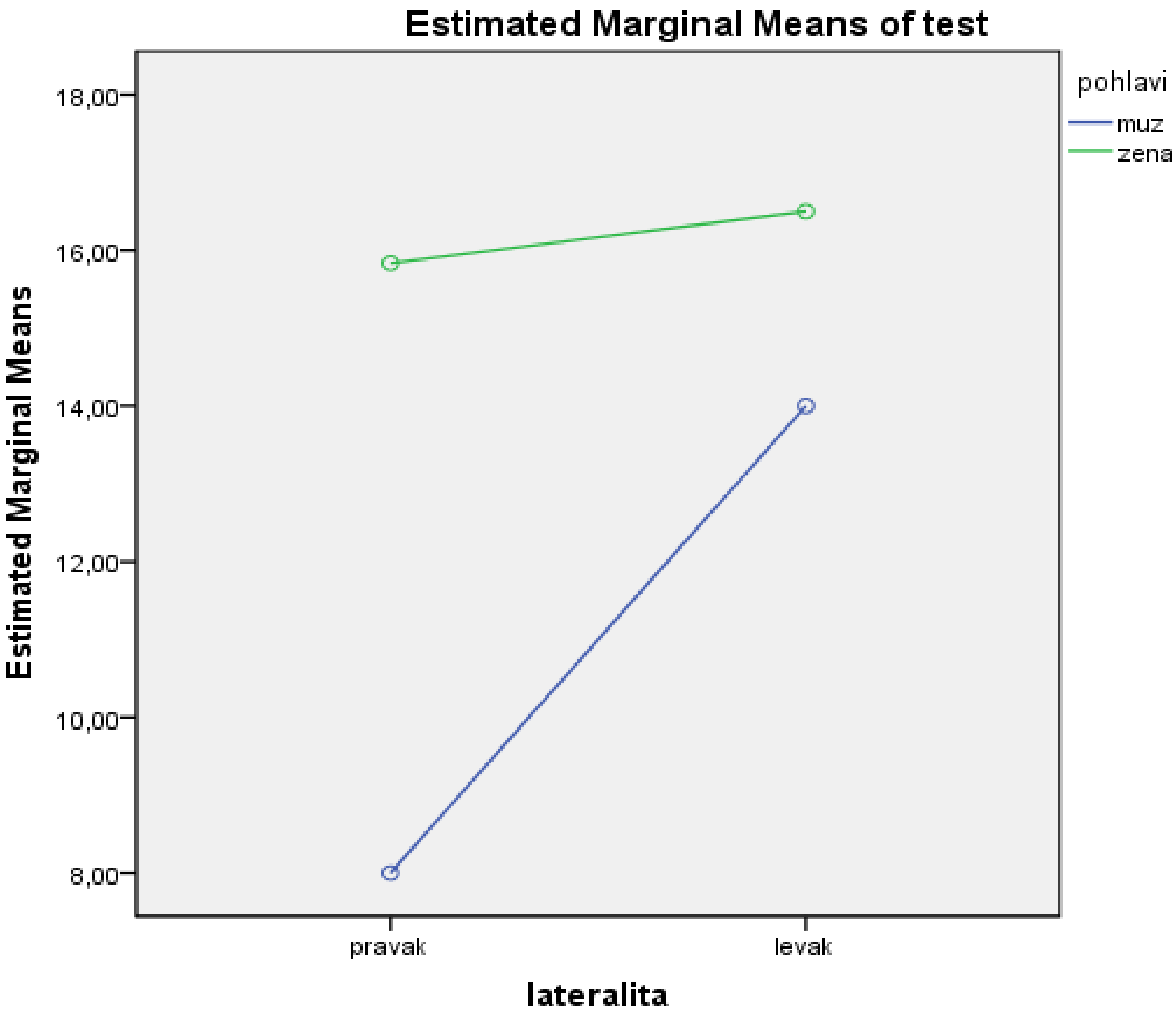
Estimated Marginal Means of test
Estimated Marginal Means
18,00
16,00
14,00
12,00
10,00
8,00
pravak
levak
lateralita

Faktoriální analýza rozptylu

- **interakce** se projeví v případě, kdy vliv jedné nezávislé proměnné není stejný na všech úrovních druhé nezávislé proměnné
- v příkladu – je vliv laterality stejný u mužů a žen?
  - pokud ano, není zde interakce
  - pokud ne, je zde interakce

Test pro interakci

- H_0: interakce není přítomna tj. rozdíl mezi populačními průměry závislé proměnné je mezi jednotlivými kategoriemi daného faktoru stejný ve všech podúrovních jiného faktoru (např. rozdíl mezi průměrnými populačními příjmy lidí s VŠ, SŠ a ZŠ je stejný u mužů i u žen) tj. efekt vzdělání na příjem nezávisí na pohlaví
- F = MS pro interakční člen / MS error
- Pokud alfa <0.05 pak zamítáme H_0


Estimated Marginal Means of test
Estimated Marginal Means
18,00
16,00
14,00
12,00
10,00
8,00
pravak
levak
lateralita
pohlavi
muz
zena

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TEST

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	269,500[a]	3	89,833	11,794	,000
Intercept	4428,167	1	4428,167	581,379	,000
POHLAVÍ	160,167	1	160,167	21,028	,000
LATERAL	66,667	1	66,667	8,753	,008
POHLAVÍ * LATERAL	42,667	1	42,667	5,602	,028
Error	152,333	20	7,617		
Total	4850,000	24			
Corrected Total	421,833	23			

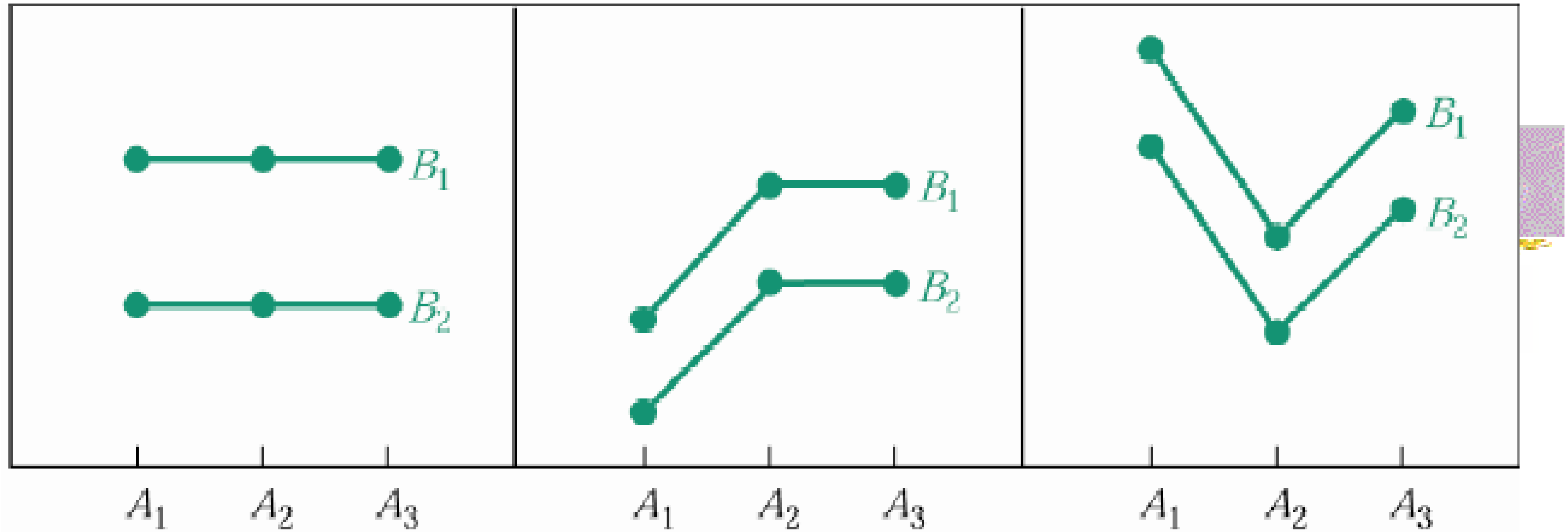
a. R Squared = ,639 (Adjusted R Squared = ,585)

Faktoriální analýza rozptylu

- interakce mezi pohlavím a lateralitou je průkazná (na 5% hladině významnosti)
- u žen nehraje lateralita pro výkon v testu roli – levačky a pravačky se neliší, zatímco u mužů leváci a praváci ano

Faktoriální analýza rozptylu

- bez interakce – pouze hlavní efekty



Faktoriální analýza rozptylu

- interakce