Analýza rozptylu

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

Porovnávání průměrů

- rozdíly mezi více skupinami by sice bylo možné otestovat po dvojicích pomocí t-testu, ale…
  - pravděpodobnosti v tabulce t-rozdělení jsou spočítány za předpokladu, že je prováděno pouze jediné srovnání
  - čím více testů, tím vyšší pravděpodobnost chyby I. druhu (např. pro 3 srovnání je 5% alfa ve skutečnosti 10%, pro 10 srovnání 30% atd.)

Analýza rozptylu

- proto je vhodnější místo mnoha t-testů použít jinou statistickou techniku – analýzu rozptylu
- **an**alysis **of** **va**riance –ANOVA
- umožňuje otestovat rozdíly mezi průměry více skupin najednou

Logika analýzy rozptylu

- analýza rozptylu nevyužívá pro testování rozdílu mezi průměry samotné průměry, ale **rozptyly**
- počítají se dva odhady:
  - rozptyl uvnitř skupin (within-groups nebo within-subjects variance)
  - rozptyl mezi skupinami (between-groups nebo between-subjects variance)

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

Logika analýzy rozptylu

- poměr těchto dvou rozptylů je statistika F

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

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
ΣX	285	276	345
ΣX^2	6955	7996	11065
n	12	10	11

Analýza rozptylu

- **1. krok** – výpočet celkového rozptylu (součtu čtverců – sum of squares) SST (SS_{total}) = SSB + SSW

- SST = $\Sigma(X-\bar{X})^2$
- výpočetní rovnice
  SST = $\Sigma X^2 - [(\Sigma X)^2/n]$

Analýza rozptylu - příklad

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

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

  SST = 26016 – 24873,818

  SST = 1142,182

Analýza rozptylu

- **2. krok** – výpočet rozptylu mezi skupinami SSB ($SS_{between}$)
- $SSB = \Sigma n_k(\bar{X}_k - \bar{X})^2$
  - n_k je počet osob ve skupině
  - $\bar{X}_k$ je průměr skupiny

Analýza rozptylu - příklad

- SSB = $\Sigma n_k(\overline{X}_k-\overline{X})^2$

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

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

  SSB = 332,968

Analýza rozptylu

- **3. krok** – výpočet rozptylu uvnitř skupin SSW (SS_{within})

- $SSW = \Sigma(X-\bar{X}_k)^2$
  - $\bar{X}_k$ je průměr skupiny

- výpočetní rovnice

  $SSW = SST - SSB$

Analýza rozptylu - příklad

- SSW = SST – SSB

  SSW = 1142,182 – 332,986

  SSW = 809,196

Analýza rozptylu - příklad

- **4. krok** – výpočet stupňů volnosti
- 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

- $F(2, 30) = 6{,}17$

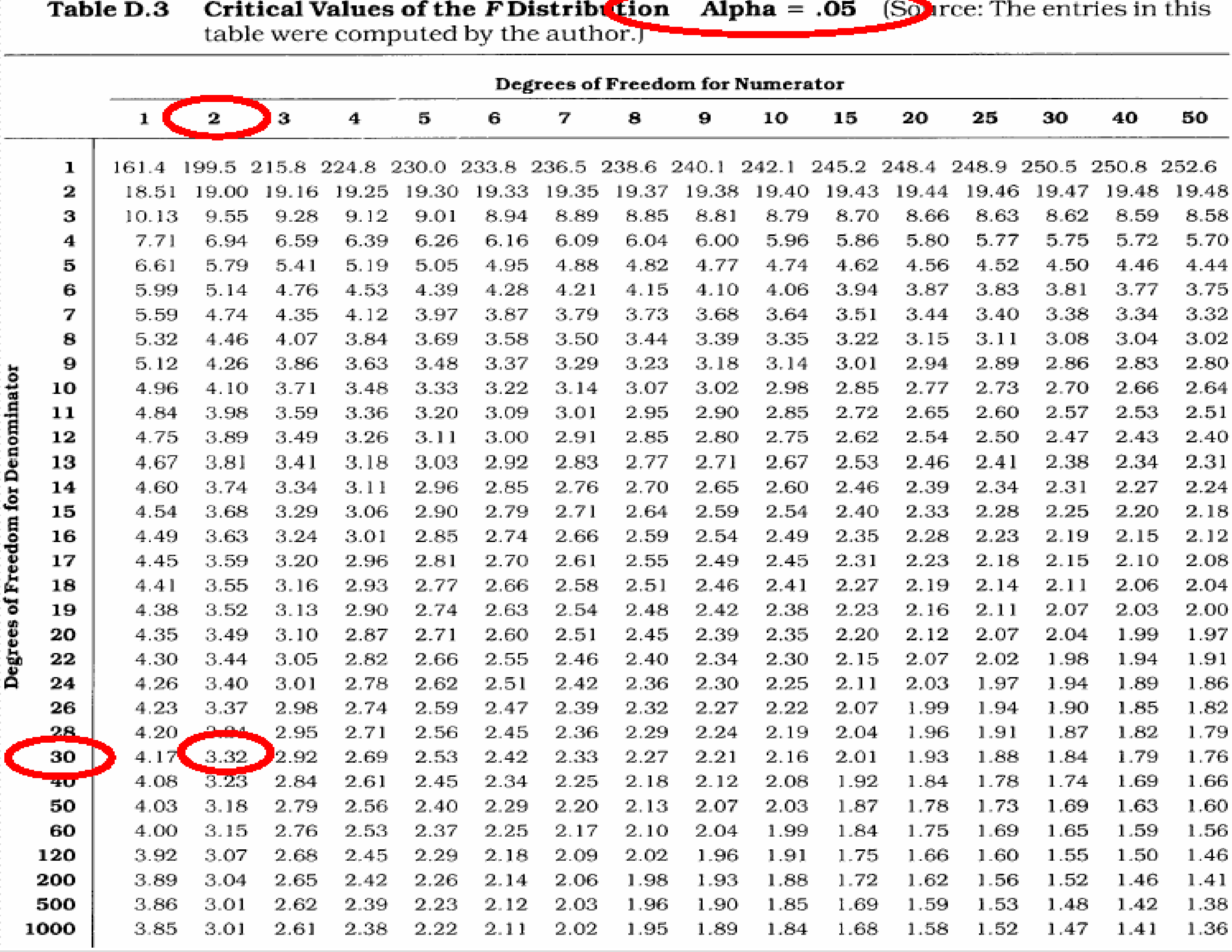


Table D.3 **Critical Values of the *F* Distribution** **Alpha = .05** (Source: The entries in this table were computed by the author.)

	Degrees of Freedom for Numerator															
Degrees of Freedom for Denominator	**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

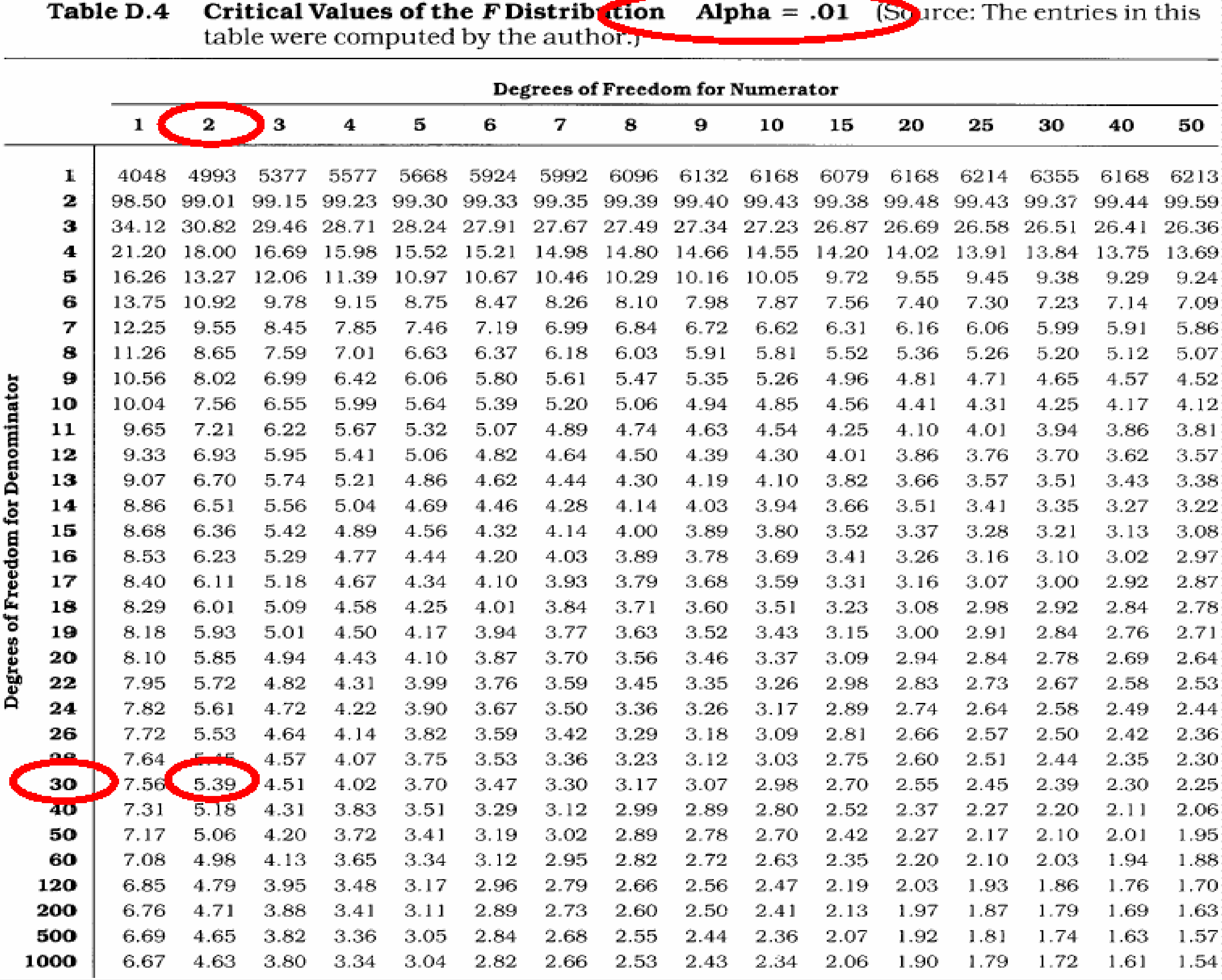


Table D.4 **Critical Values of the *F* Distribution** **Alpha = .01** (Source: The entries in this table were computed by the author.)

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

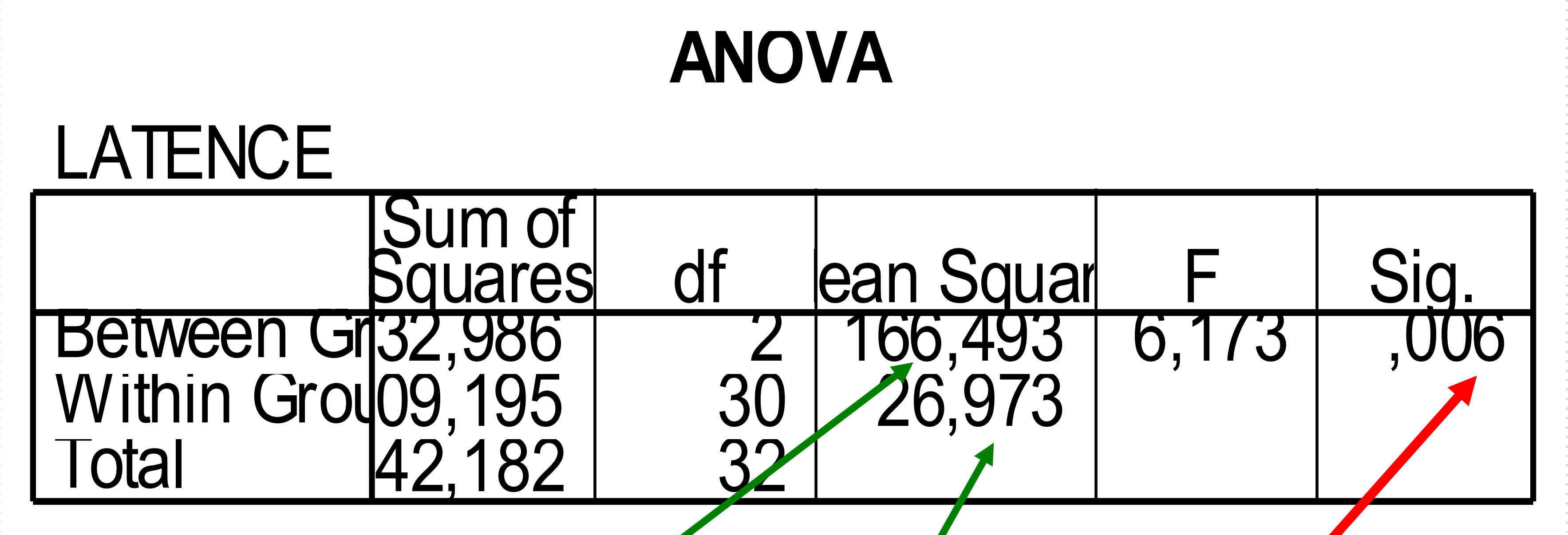
- F (2, 30) = **6,17**
- kritická hodnota F pro **5%** hladinu významnosti

  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	ean Squar	F	Sig.
Between Gr	32,986	2	166,493	6,173	,006
Within Grou	09,195	30	26,973		
Total	42,182	32			

rozptyl mezi skupinami

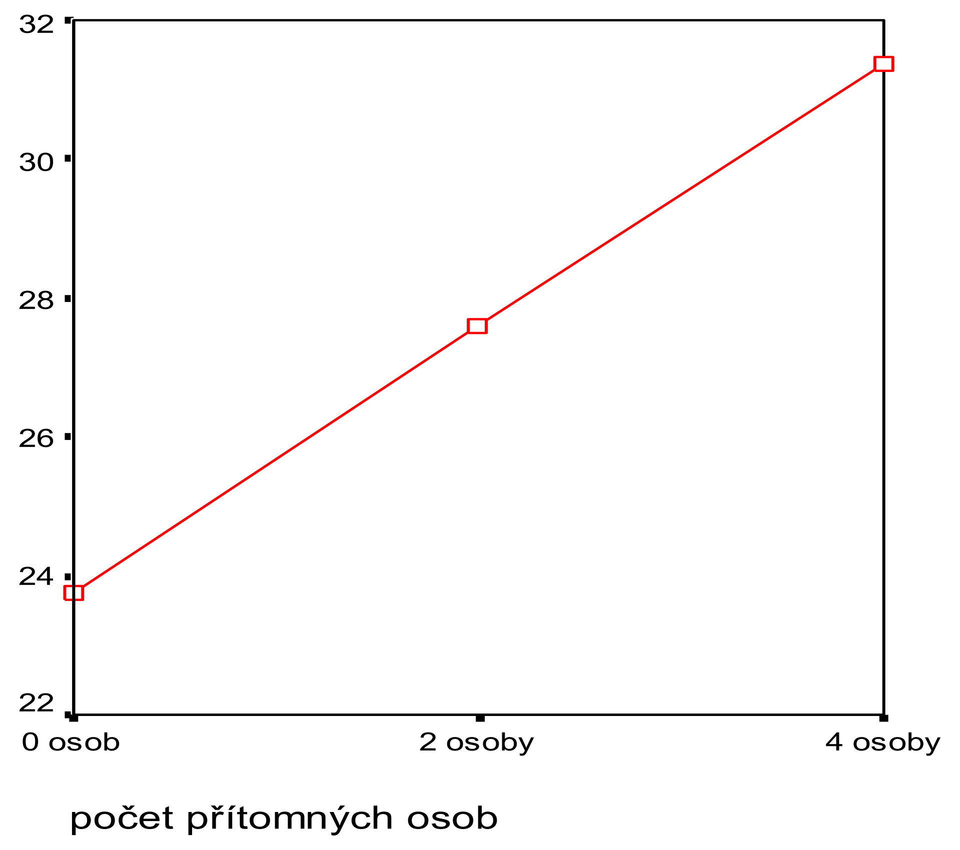
rozptyl uvnitř skupin

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 vpodstatě 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.

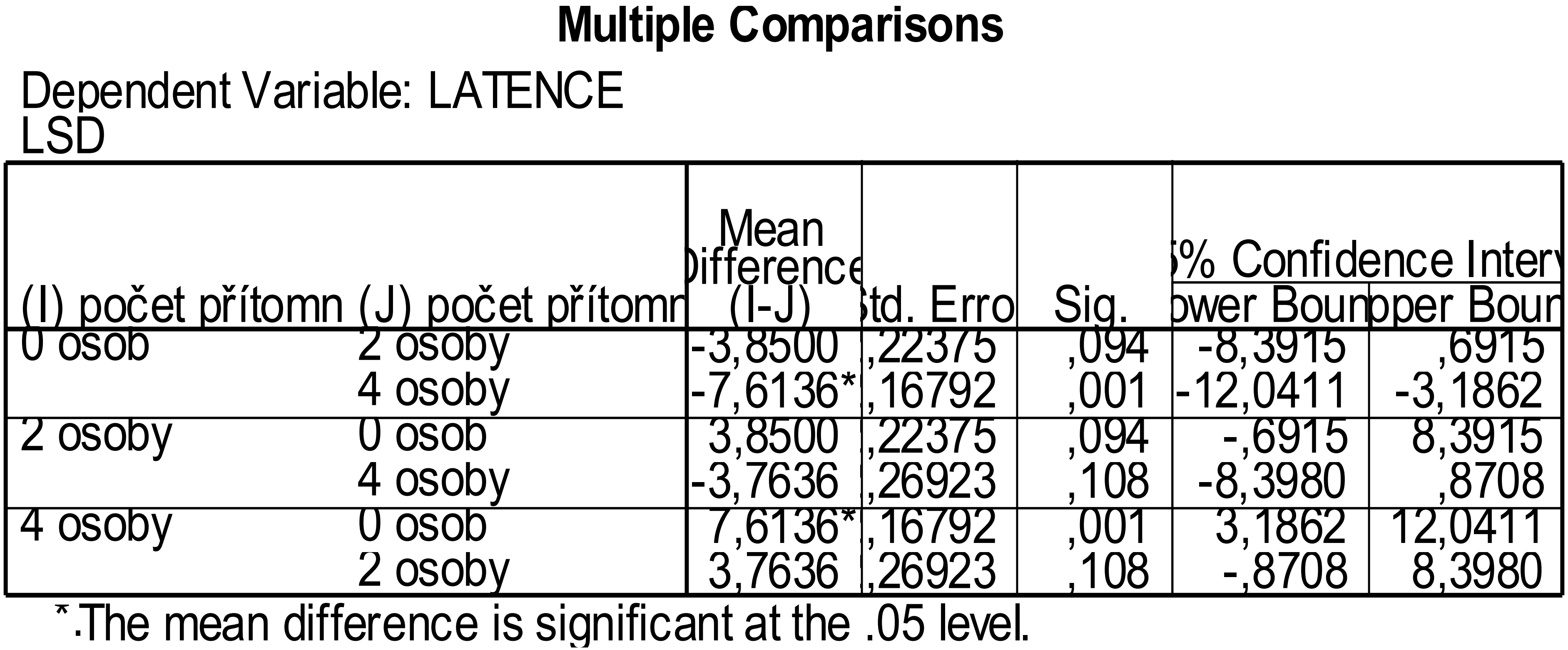
Mnohonásobná porovnávání

- 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 přítomn	(J) počet přítomn	Mean Difference (I-J)	td. Erro	Sig.	% Confidence Interv ower Boun	 pper Boun
0 osob	2 osoby	-3,8500	,22375	,094	-8,3915	,6915
	4 osoby	-7,6136*	,16792	,001	-12,0411	-3,1862
2 osoby	0 osob	3,8500	,22375	,094	-,6915	8,3915
	4 osoby	-3,7636	,26923	,108	-8,3980	,8708
4 osoby	0 osob	7,6136*	,16792	,001	3,1862	12,0411
	2 osoby	3,7636	,26923	,108	-,8708	8,3980

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

Opakovaná měření

- 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

Opakovaná měření

- procedura se nazývá Analýza rozptylu pro opakovaná měření (Repeated measures)
- logika výpočtu je obdobná jako u analýzy rozptylu pro nezávislá data

Faktoriální analýza rozptylu

- **faktor** je v analýze rozptylu nezávislá proměnná
- v prvním příkladu (bystander effect) byl pouze jeden faktor (počet osob); podobně u opakovaných měření (terapie – před a po)

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 – se smíšenými efekty)

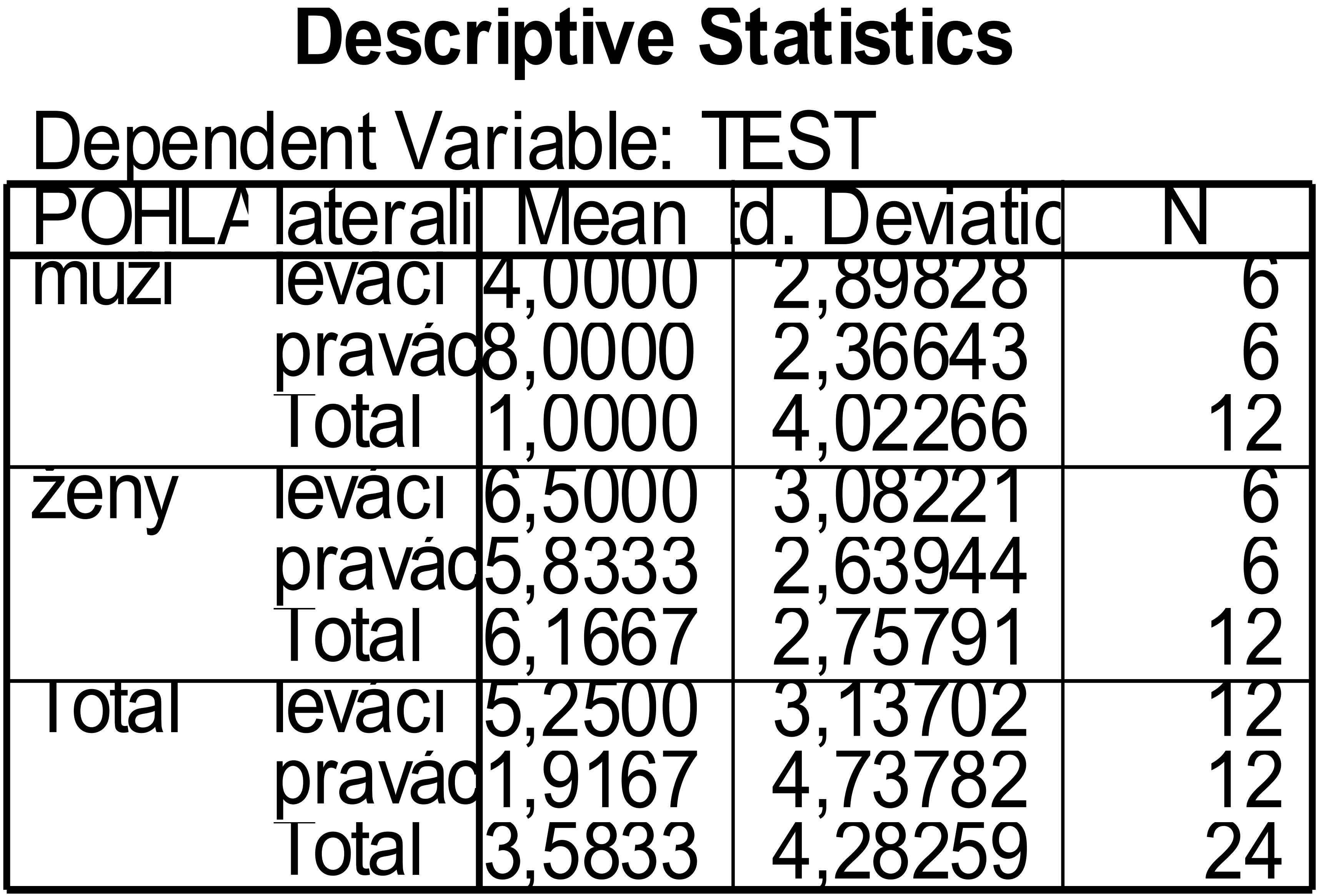
Faktoriální analýza rozptylu

- **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)

Faktoriální analýza rozptylu

- tento design se zapisuje 2x2 ANOVA
  - 2 kategorie pohlaví (muži x ženy)
  - 2 kategorie laterality (leváci x praváci)

	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

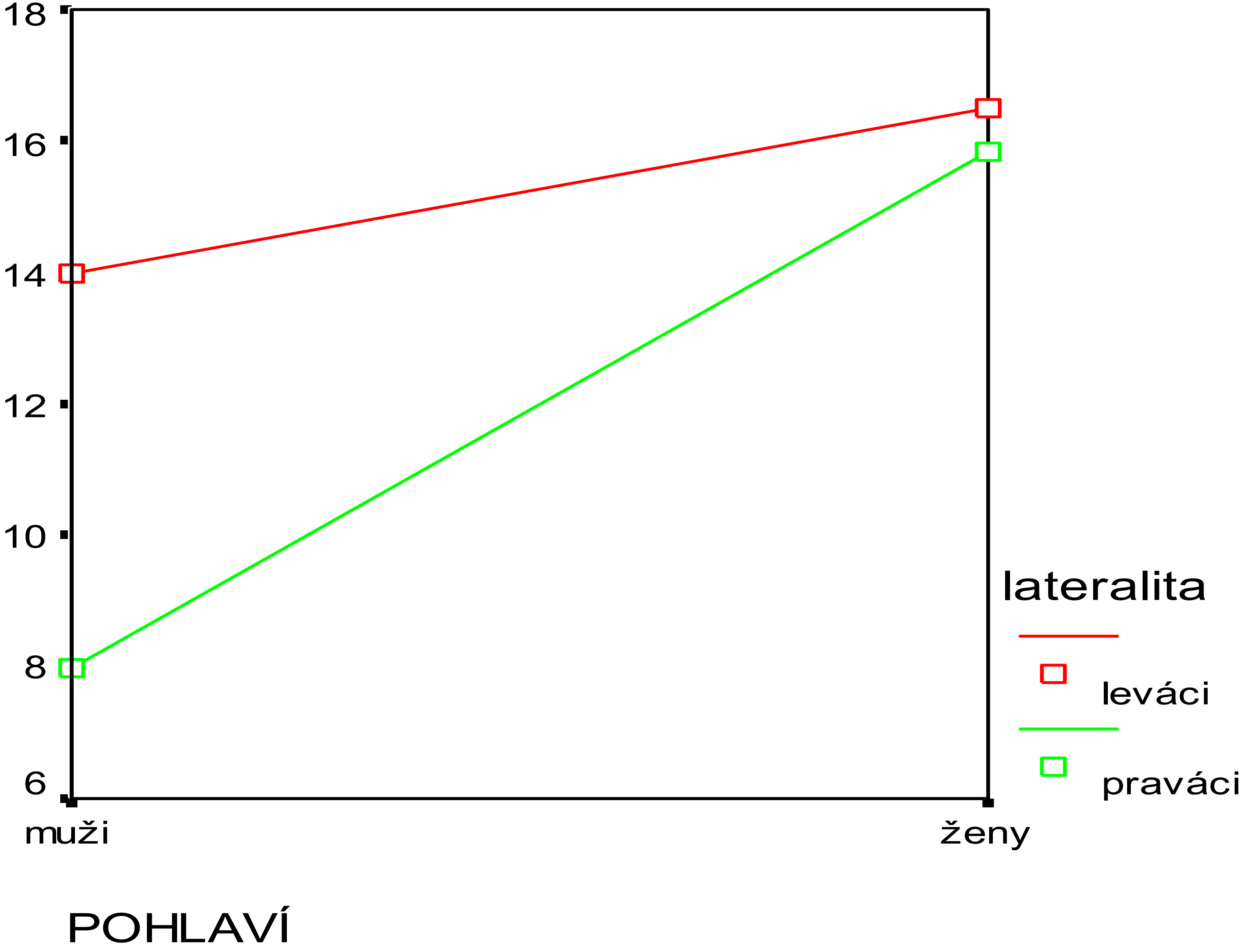


Descriptive Statistics

Dependent Variable: TEST

POHLA	laterali	Mean	td. Deviatic	N
muzi	levaci	4,0000	2,89828	6
	pravác	8,0000	2,36643	6
	Total	1,0000	4,02266	12
ženy	leváci	6,5000	3,08221	6
	pravác	5,8333	2,63944	6
	Total	6,1667	2,75791	12
Total	leváci	5,2500	3,13702	12
	pravác	1,9167	4,73782	12
	Total	3,5833	4,28259	24

Estimated Marginal Means of TEST

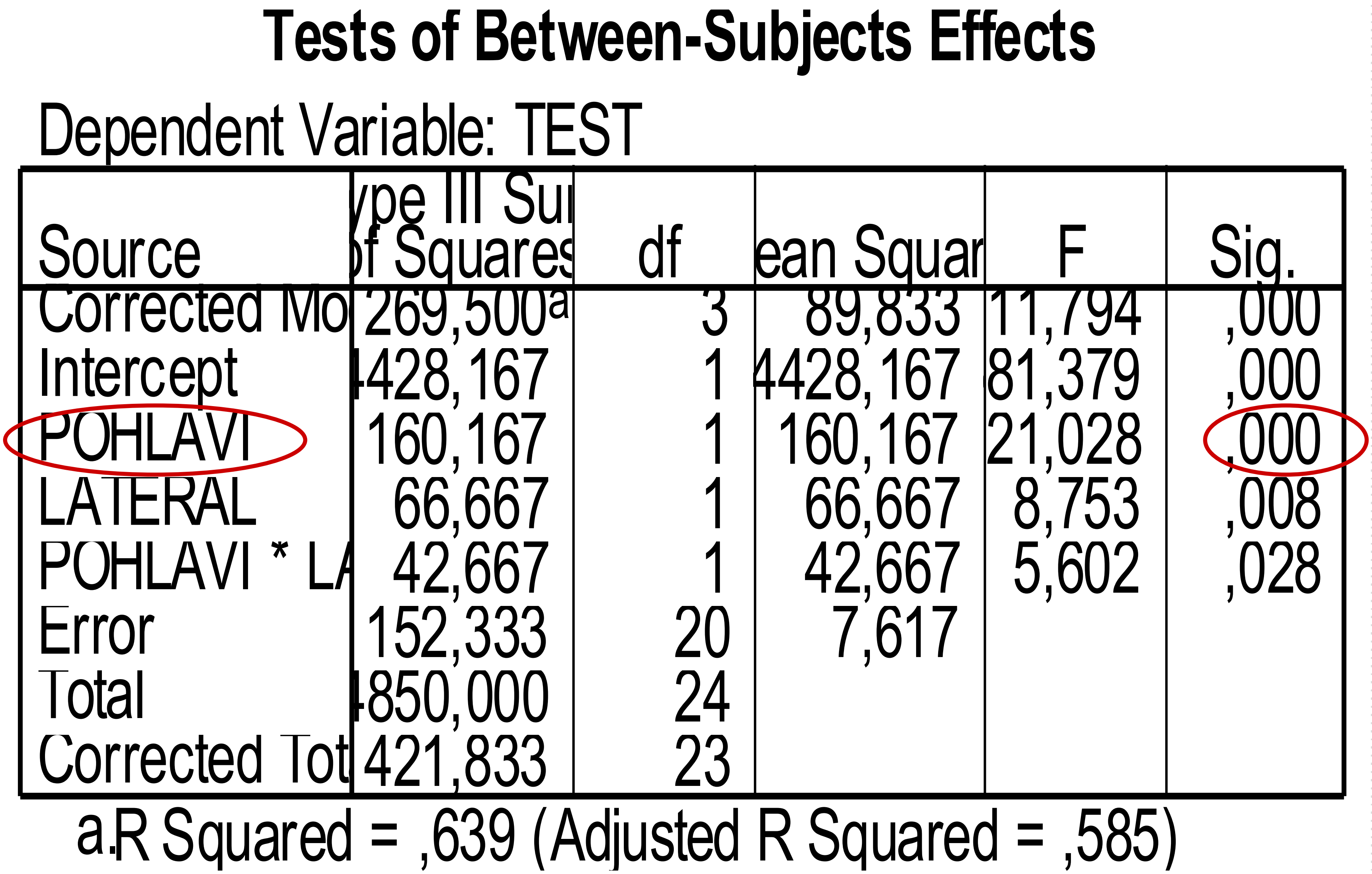


Faktoriální analýza rozptylu

- 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



Tests of Between-Subjects Effects

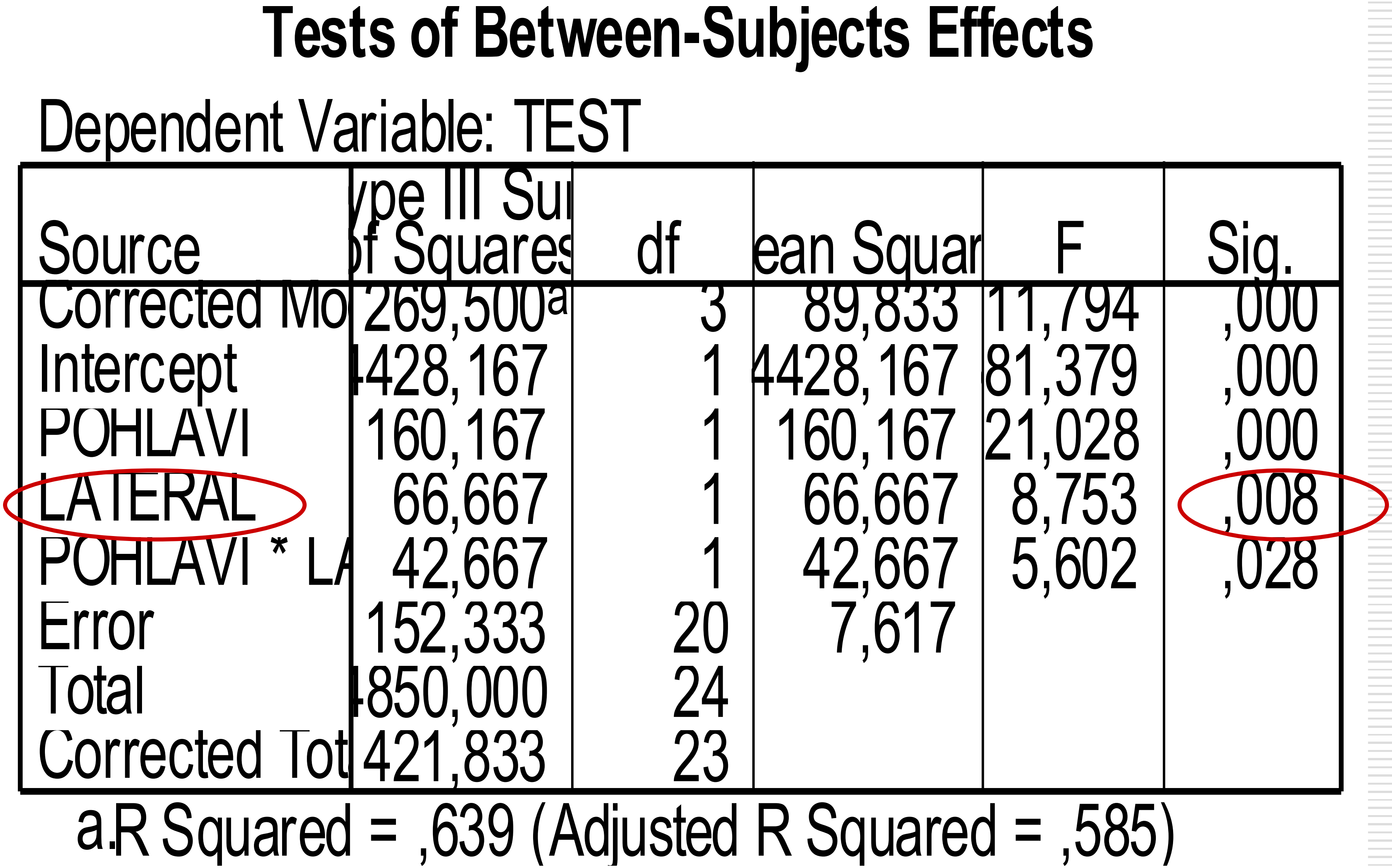
Dependent Variable: TEST

Source	ype III Su of Squares	df	ean Squar	F	Sig.
Corrected Mo	269,500a	3	89,833	11,794	,000
Intercept	4428,167	1	4428,167	81,379	,000
POHLAVI	160,167	1	160,167	21,028	,000
LATERAL	66,667	1	66,667	8,753	,008
POHLAVI * LA	42,667	1	42,667	5,602	,028
Error	152,333	20	7,617		
Total	4850,000	24			
Corrected Tot	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	ype III Su f Squares	df	ean Squar	F	Sig.
Corrected Mo	269,500[a]	3	89,833	11,794	,000
Intercept	4428,167	1	4428,167	81,379	,000
POHLAVI	160,167	1	160,167	21,028	,000
LATERAL	66,667	1	66,667	8,753	,008
POHLAVI * LA	42,667	1	42,667	5,602	,028
Error	152,333	20	7,617		
Total	4850,000	24			
Corrected Tot	421,833	23			

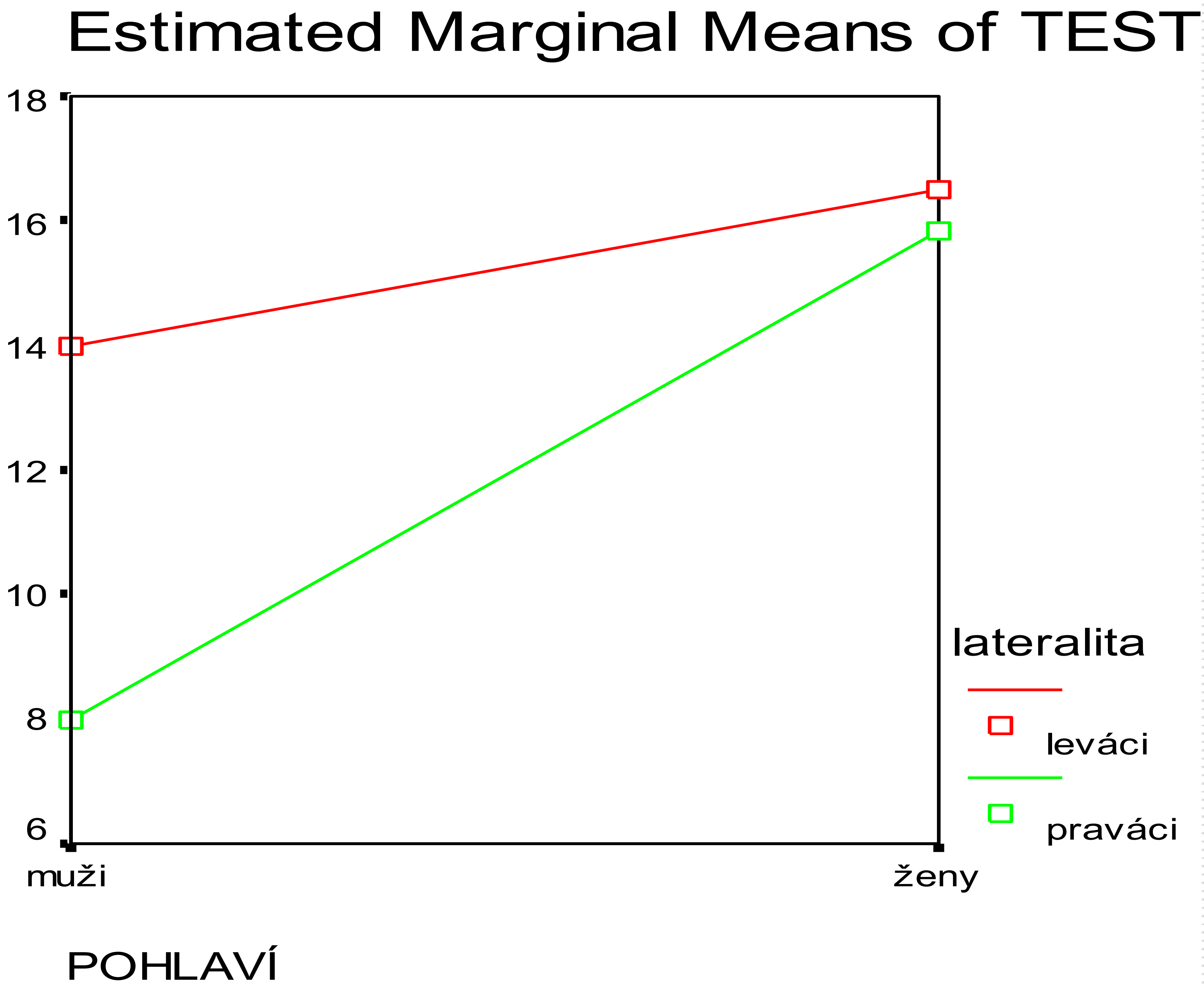
a. R Squared = ,639 (Adjusted R Squared = ,585)

Faktoriální analýza rozptylu

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

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


Estimated Marginal Means of TEST
18
16
14
12
10
8
6
muži
ženy
POHLAVÍ
lateralita
leváci
praváci

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TEST

Source	ype III Su of Squares	df	ean Squar	F	Sig.
Corrected Mo	269,500[a]	3	89,833	11,794	,000
Intercept	4428,167	1	4428,167	81,379	,000
POHLAVI	160,167	1	160,167	21,028	,000
LATERAL	66,667	1	66,667	8,753	,008
POHLAVI * LA	42,667	1	42,667	5,602	,028
Error	152,333	20	7,617		
Total	4850,000	24			
Corrected Tot	421,833	23			

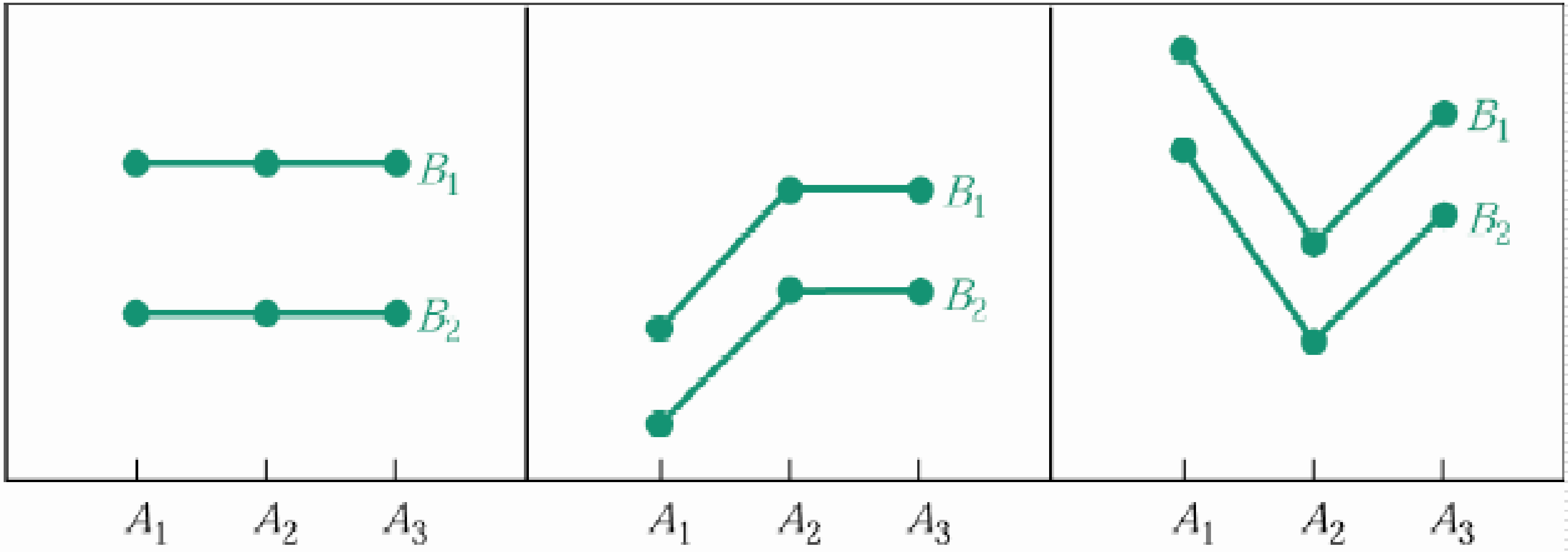
a. R Squared = ,639 (Adjusted R Squared = ,585)

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

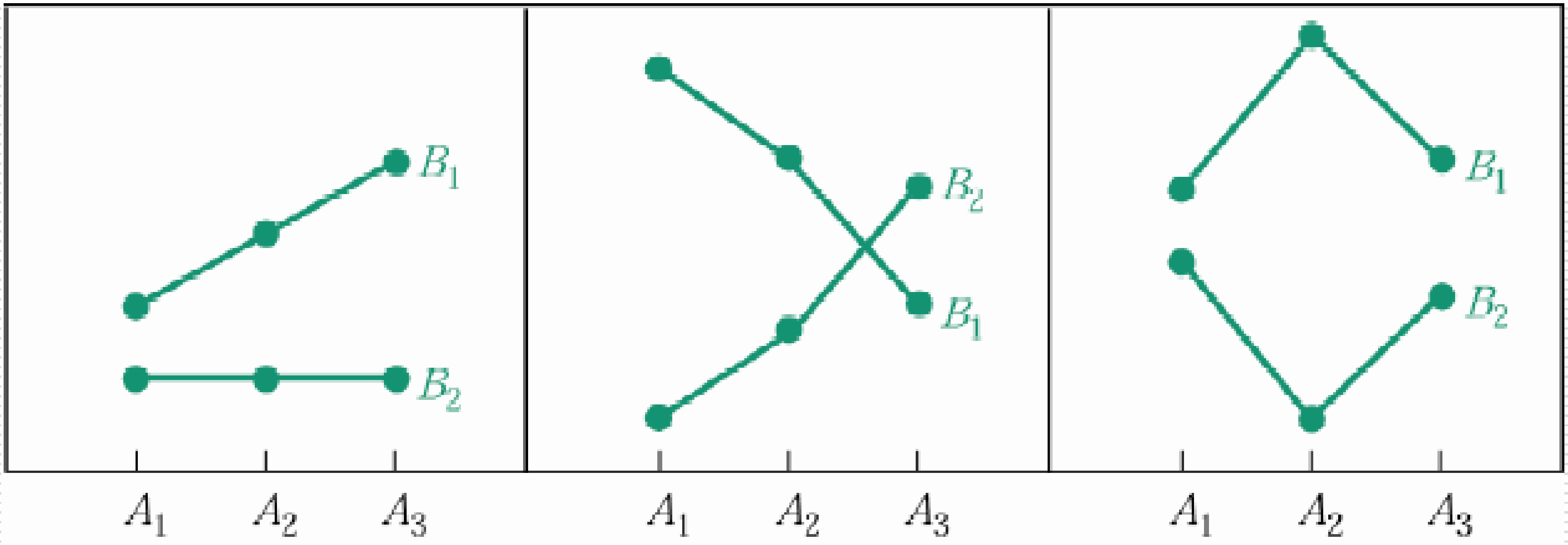
Faktoriální analýza rozptylu

- bez interakce – pouze hlavní efekty



Faktoriální analýza rozptylu

- interakce



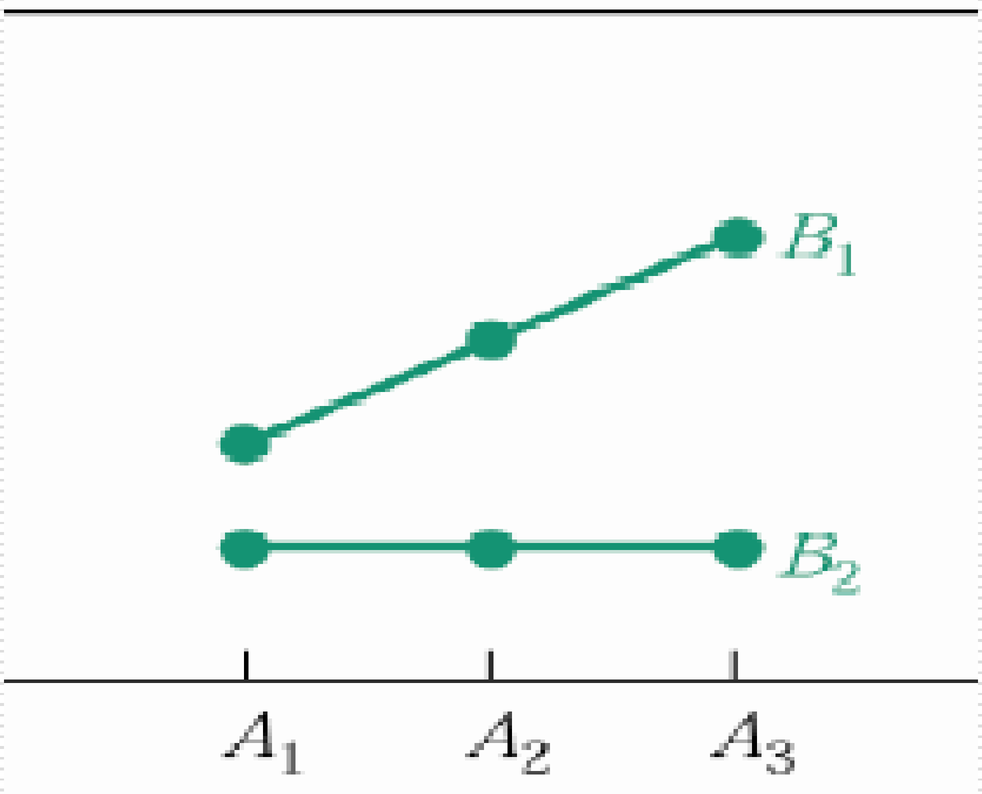
Opakovaná měření s další nezávislou proměnnou

- faktoriální design je možno uplatnit i u analýzy opakovaných měření
- interakce zde znamená, že jsou různě velké rozdíly mezi měřeními u jednotlivých kategorií nezávislé proměnné

Opakovaná měření s další nezávislou proměnnou

- **příklad**: psychiatr testující léčbu anorexie by mohl soubor rozdělit na dívky podstupující terapii dobrovolně a nedobrovolně
  - interakce by mohla vypadat třeba tak, že u motivovaných dívek by došlo k nárůstu hmotnosti, zatímco u nedobrovolných pacientek ke stagnaci

Opakovaná měření s další nezávislou proměnnou



Analýza kovariance

- kromě kategoriálních faktorů je možno do analýzy zařadit také spojitou nezávislou proměnnou – tzv. **kovariát**
- pak jde o analýzu kovariance (ANCOVA)

Analýza kovariance

- **příklad**: šéf firmy obdrží stížnost od zaměstnankyň, že ženy mají nižší platy než muži
- podle porovnání průměrů to tak vypadá, ale co kdybychom do analýzy zařadili jako další faktor (kovariát) délku praxe?

Vícenásobná analýza rozptylu

- ve všech předchozích příkladech jsme měli pouze **jednu závislou** proměnnou
- je však možno testovat také vliv jednoho či více faktorů na **několik závislých proměnných najednou**
- tato analýza se označuje jako MANOVA (multivariate analysis of variance)

Vícenásobná analýza rozptylu

- **příklad**: reklamní psycholog chce porovnat účinnost dvou typů TV reklam (emocionální x informativní)
- nechá respondenty hodnotit na 7-ti stupňové škále 3 aspekty účinnosti reklamy: zda je reklama zaujala, zda se jim líbí a jestli by uvažovali o koupi inzerovaného výrobku
- tyto 3 závislé proměnné pak porovná pro typ reklamy jako faktor

Kontrolní otázky

- jaké typy rozptylu jsou v analýze rozptylu porovnávány?
- k čemu v analýze rozptylu slouží mnohonásobná porovnávání?
- uveďte příklady výzkumných plánů, při kterých by bylo možno použít:
  - faktoriální analýzu rozptylu
  - analýzu opakovaných měření s kovariátem
  - vícerozměrnou analýzu rozptylu