

# 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
  - **analysis of variance** –ANOVA
  - umožňuje otestovat rozdíly mezi průměry více skupin najednou
-

# Logika analýzy rozptylu

---

- analýza rozptylu nevyužívá pro testování rozdílů 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

rozptyl mezi skupinami

F = 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)
-

<b><i>ZO sama</i></b>	<b><i>2 další osoby</i></b>	<b><i>4 další osoby</i></b>
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

	<b>0 osob</b>	<b>2 osoby</b>	<b>4 osoby</b>
průměr	23,75	27,60	31,36
směrodatná odchylna	4,11	6,48	4,94
$\Sigma X$	285	276	345
$\Sigma X^2$	6955	7996	11065
n	12	10	11

# Analýza rozptylu

---

- **1. krok** – výpočet celkového rozptylu  
(součtu čtverců – sum of squares)

$$SST (SS_{\text{total}}) = SSB + SSW$$

- $SST = \sum (X - \bar{X})^2$

- výpočetní rovnice  
 $SST = \sum X^2 - [(\sum X)^2/n]$

---

# Analýza rozptylu - příklad

---

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

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

$$SST = 26016 - 24873,818$$

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

---

# Analýza rozptylu

---

□ **2. krok** – výpočet rozptylu mezi skupinami  $SSB$  ( $SS_{\text{between}}$ )

□  $SSB = \sum n_k (\bar{X}_k - \bar{X})^2$

- $n_k$  je počet osob ve skupině
  - $\bar{X}_k$  je průměr skupiny
-



# Analýza rozptylu - příklad

---

$$\square SSB = \sum n_k (\bar{X}_k - \bar{X})^2$$

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

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

$$\underline{SSB = 332,968}$$

---

# Analýza rozptylu

---

□ **3. krok** – výpočet rozptylu uvnitř skupin  $SSW$  ( $SS_{\text{within}}$ )

□  $SSW = \sum (X - \bar{X}_k)^2$

■  $\bar{X}_k$  je průměr skupiny

□ výpočetní rovnice

$$SSW = SST - SSB$$

---

# Analýza rozptylu - příklad

---

$$\square SSW = SST - SSB$$

$$SSW = 1142,182 - 332,986$$

$$\underline{SSW = 809,196}$$

---

# 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

	<b>SS (SČ)</b>	<b>df</b>	<b>MS (PČ)</b>	<b>F</b>
<i>between</i>	332,986	2	166,493	6,17
<i>within</i>	809,196	30	26,973	
<i>total</i>	1142,182	32	rozptyl mezi skupinami	

rozptyl uvnitř skupin

# Analýza rozptylu - příklad

---

□  $F = \text{rozptyl mezi} / \text{rozptyl uvnitř}$

$$F = \text{MSB} / \text{MSW}$$

$$F = 166,493 / 26,973$$

$$\mathbf{F = 6,17}$$

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

---

# Analýza rozptylu - příklad

---

$$\square F(2, 30) = 6,17$$

**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															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	50
Degrees of Freedom for Denominator	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 Numerator															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	50
Degrees of Freedom for Denominator	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 ve Statistice

---

Analýza rozptylu (Tabulka1) Označené efekty jsou význ. na hlad.  $p < ,05000$

	SČ	SV	PČ	SČ	SV	PČ	F	p
<b>latence</b>	332,9864	2	166,4932	809,1955	30	26,97318	6,172545	0,005686

rozptyl mezi skupinami

rozptyl uvnitř skupin

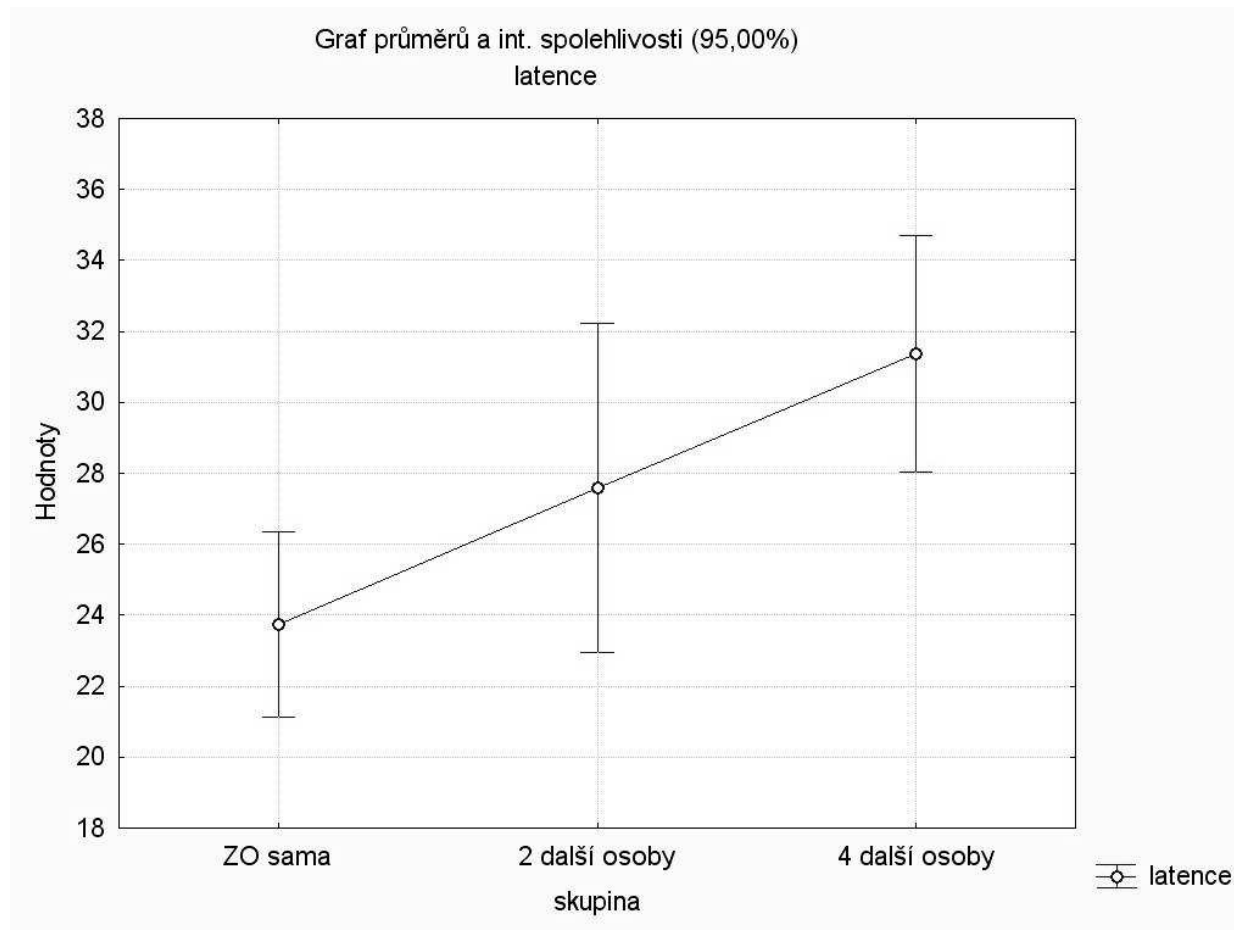
hladina významnosti

# Mnohonásobná porovnávání

---

- průkaznost F nám řekne, **zda** existují průkazné rozdíly mezi průměry
  - ale **nedozvíme** 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

---

LSD test; prom. latence (Tabulka1) Označ. rozdíly jsou významné na hlad.  $p < ,05000$

	<b>{1}</b>	<b>{2}</b>	<b>{3}</b>
<b>ZO sama {1}</b>		0,093671	0,001431
<b>2 další osoby {2}</b>	0,093671		0,107628
<b>4 další osoby {3}</b>	0,001431	0,107628	

---

# 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)
-

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



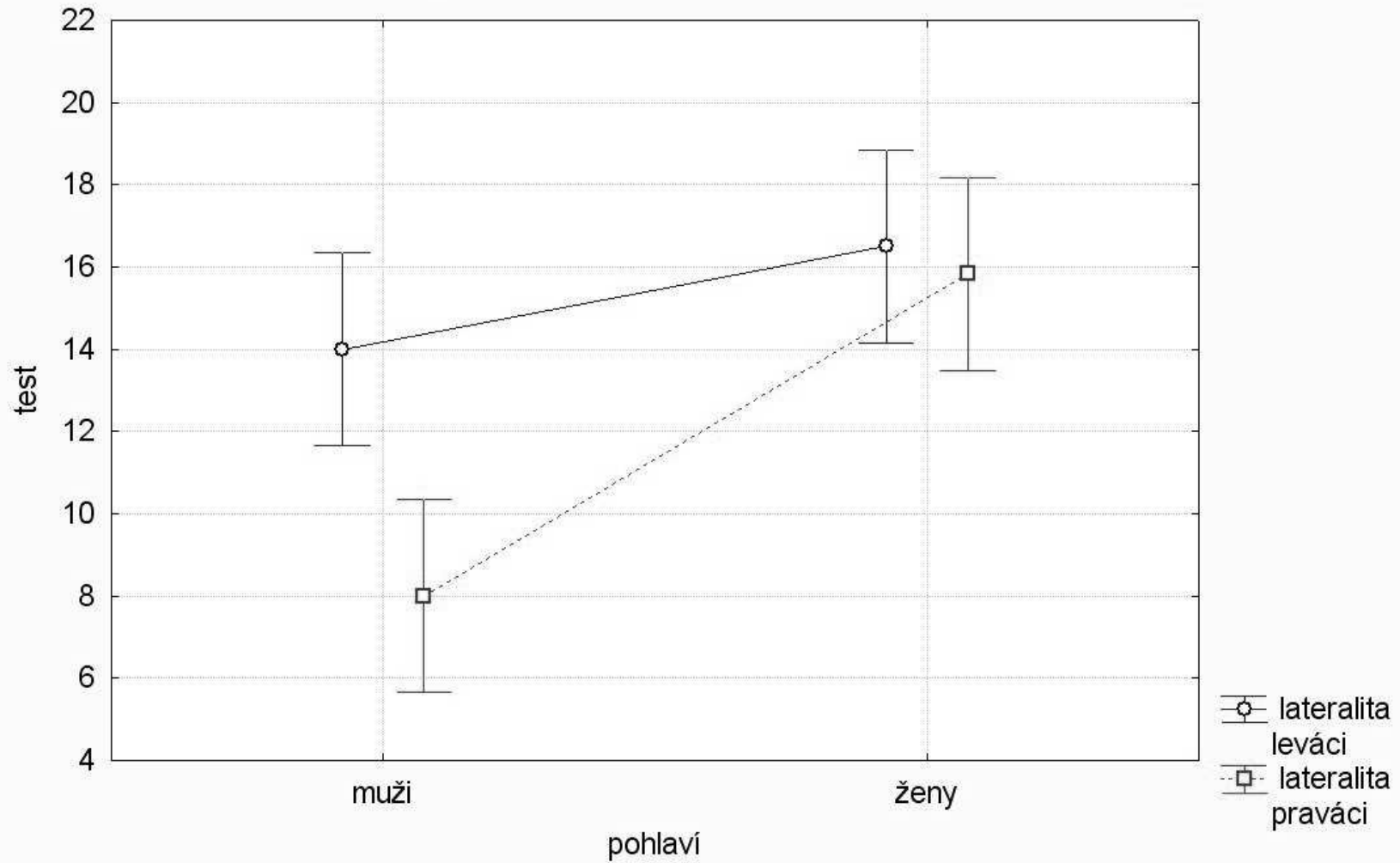
---

Pohlaví\*lateralita; nevážené průměry (příklad8.2)

	<b>pohlaví</b>	<b>lateralita</b>	<b>test průměr</b>	<b>test Sm. Ch.</b>	<b>test -95%</b>	<b>test +95%</b>	<b>N</b>
<b>1</b>	muži	leváci	14,00000	1,126696	11,64975	16,35025	6
<b>2</b>	muži	praváci	8,00000	1,126696	5,64975	10,35025	6
<b>3</b>	ženy	leváci	16,50000	1,126696	14,14975	18,85025	6
<b>4</b>	ženy	praváci	15,83333	1,126696	13,48309	18,18358	6

---

pohlaví\*lateralita; Nevážené průměry  
Současný efekt:  $F(1, 20)=5,6018, p=,02814$   
Dekompozice efektivní hypotézy  
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



# 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
-

---

	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	4428,167	1	4428,167	581,3786	0,000000
pohlaví	160,167	1	160,167	21,0284	0,000179
lateralita	66,667	1	66,667	8,7527	0,007768
pohlaví*lateralita	42,667	1	42,667	5,6018	0,028144
Chyba	152,333	20	7,617		

---

# Faktoriální analýza rozptylu

---

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

---

	<b>SČ</b>	<b>Stupně volnosti</b>	<b>PČ</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Abs. člen</b>	4428,167	1	4428,167	581,3786	0,000000
<b>pohlaví</b>	160,167	1	160,167	21,0284	0,000179
<b>lateralita</b>	66,667	1	66,667	8,7527	0,007768
<b>pohlaví*lateralita</b>	42,667	1	42,667	5,6018	0,028144
<b>Chyba</b>	152,333	20	7,617		

---

# Faktoriální analýza rozptylu

---

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

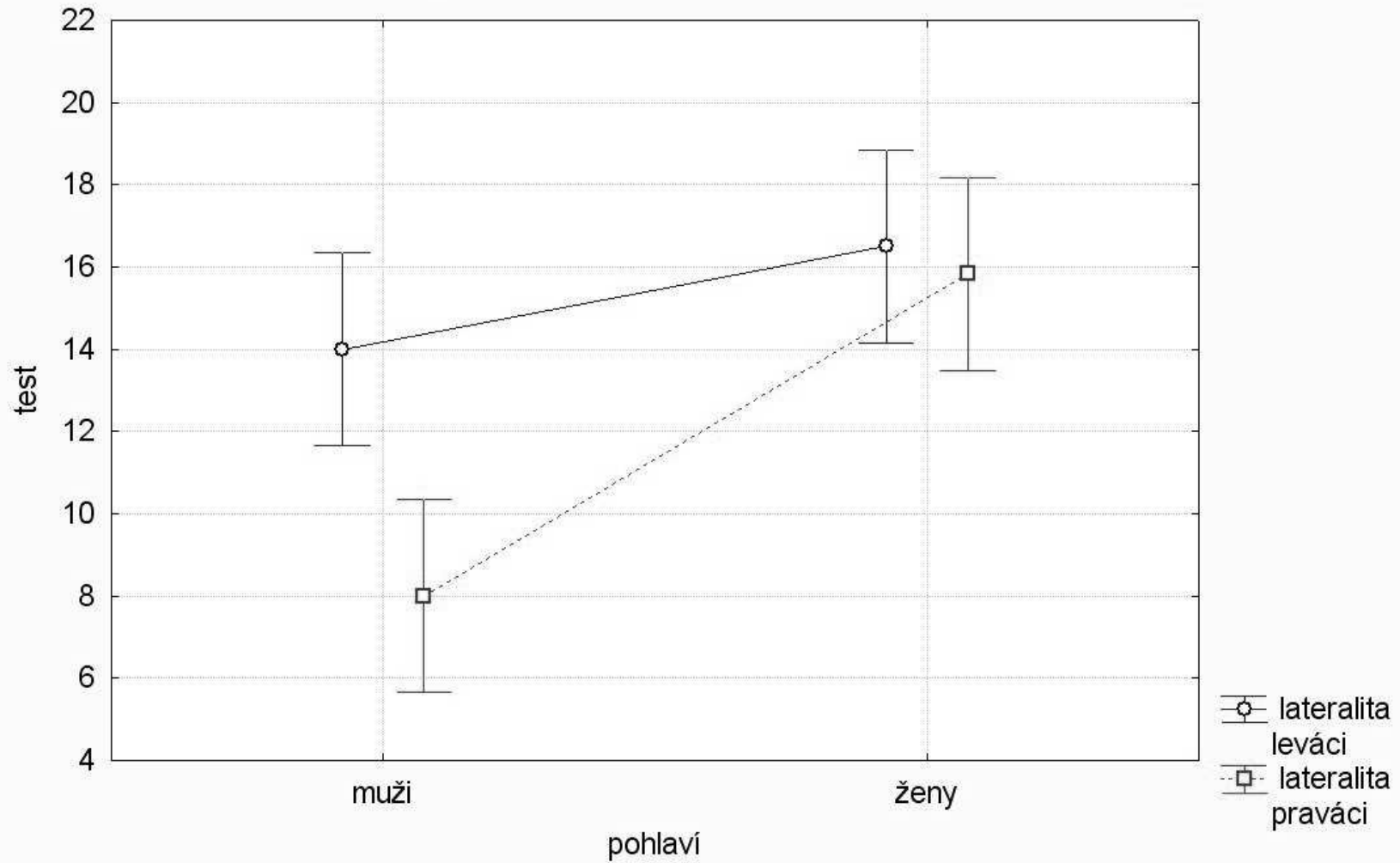


# Faktoriální analýza rozptylu

---

- **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
-

pohlaví\*lateralita; Nevážené průměry  
Současný efekt:  $F(1, 20)=5,6018, p=,02814$   
Dekompozice efektivní hypotézy  
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



---

	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	4428,167	1	4428,167	581,3786	0,000000
pohlaví	160,167	1	160,167	21,0284	0,000179
lateralita	66,667	1	66,667	8,7527	0,007768
pohlaví*lateralita	42,667	1	42,667	5,6018	0,028144
Chyba	152,333	20	7,617		

---

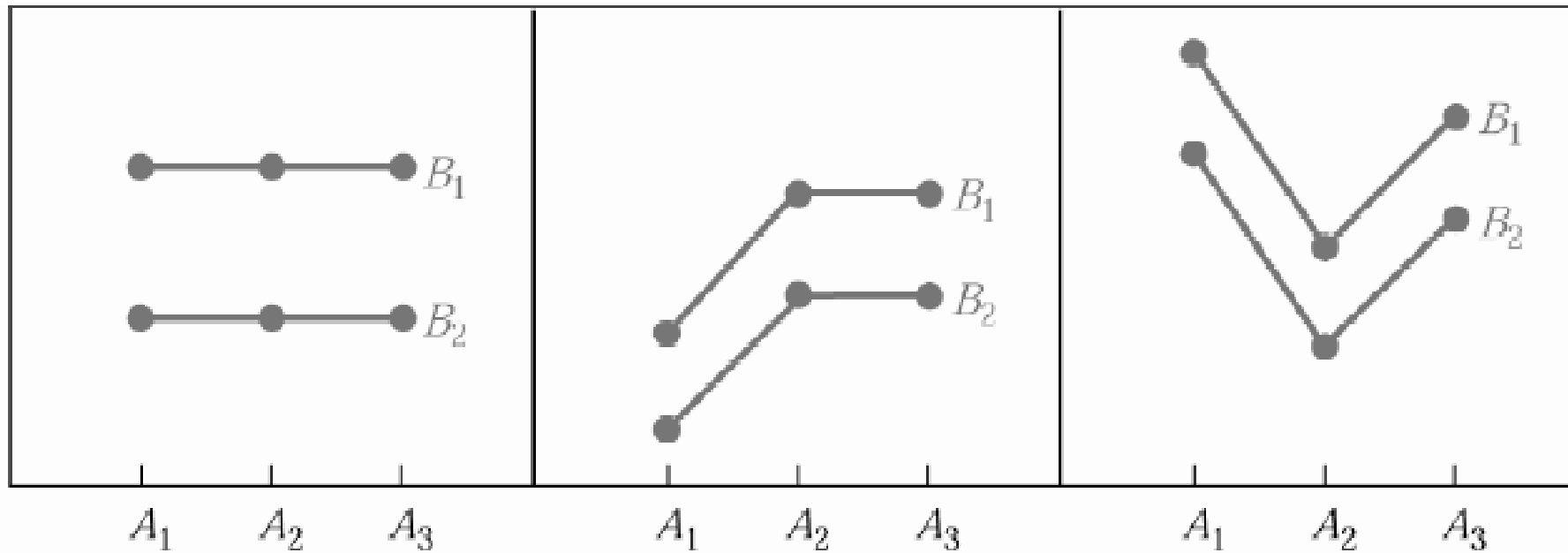
# Faktoriální analýza rozptylu

---

- 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

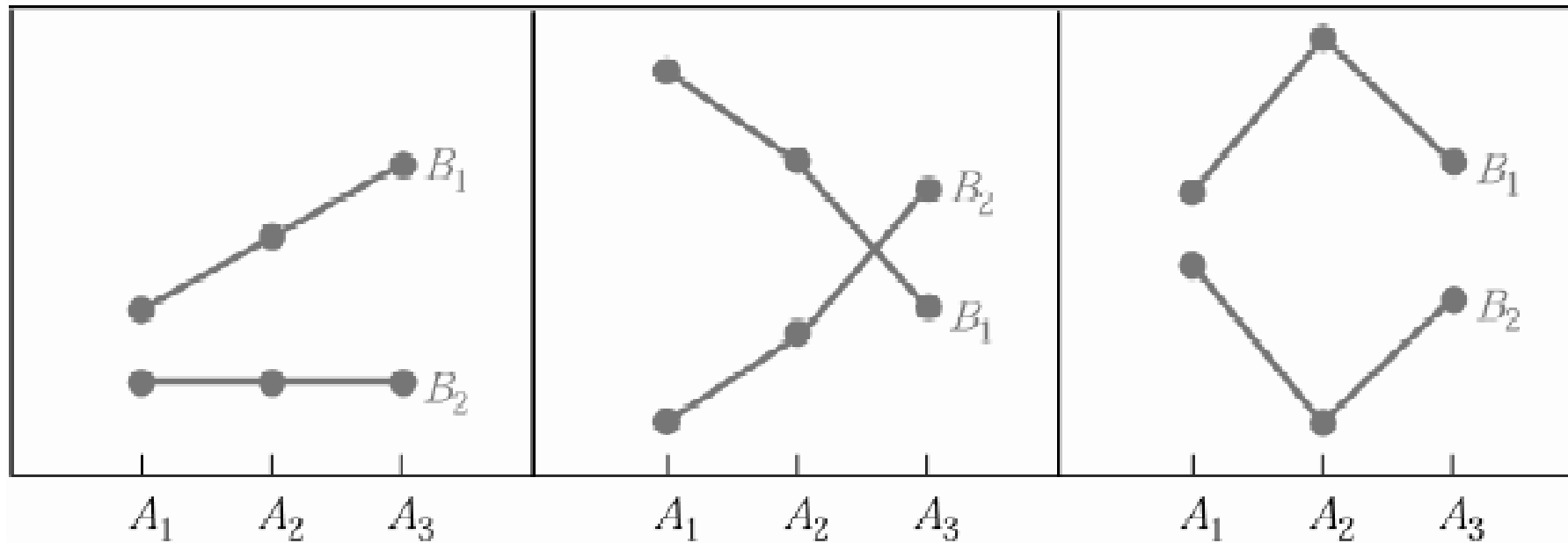
□ bez interakce – pouze hlavní efekty



# 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

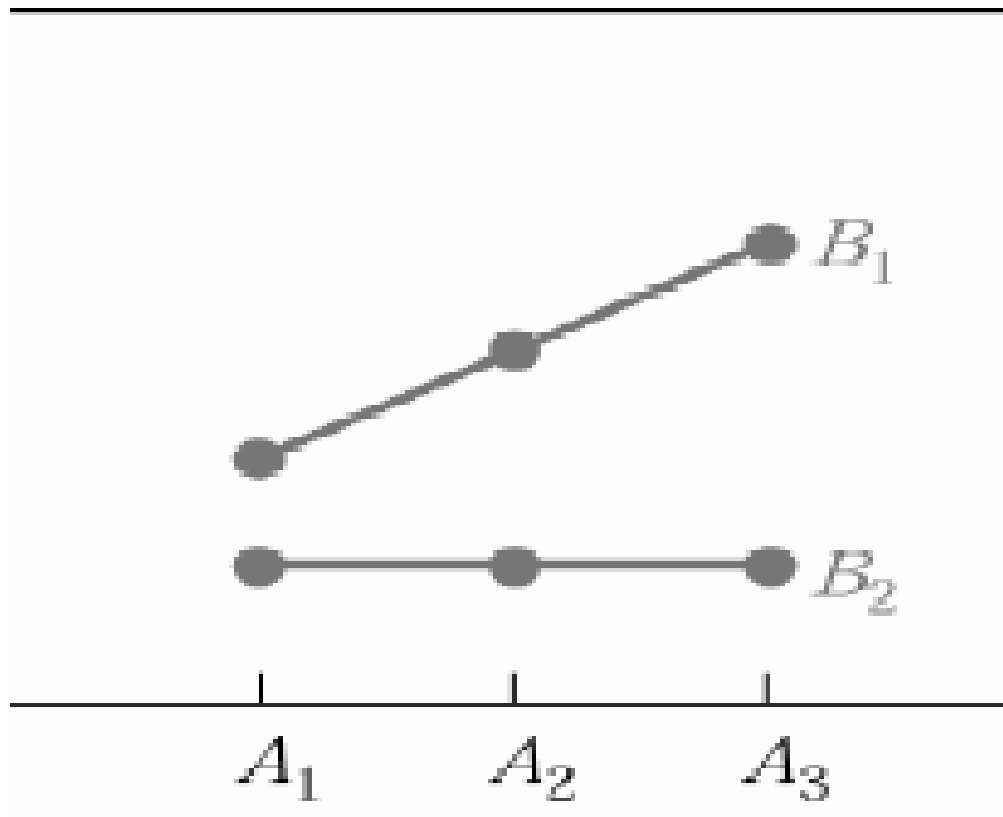
---

- **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?
-

# Vícerozměrná 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)
-

# Vícerozměrná analýza rozptylu

---

- **příklad:** psycholog chce porovnat strukturu intelektu u mužů a žen
  - zadá jim IST (test struktury intelligence) s 9 subtesty
  - těchto 9 závislých proměnných pak porovná pro pohlaví subjektů 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
-