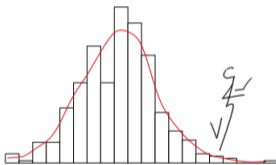


Ranní úvahy o statistice

Neúplný návod ke čtení statistických výsledků

Dušan Merta



květen 2016

- 1 Základní pojmy
- 2 Testování hypotéz
- 3 Confidence interval
- 4 Odds ratio

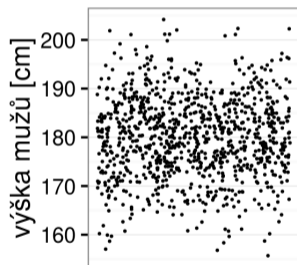
Základní pojmy

- míry polohy – **průměr**, medián, modus, **směrodatná odchylka**, rozptyl, IQR, ...

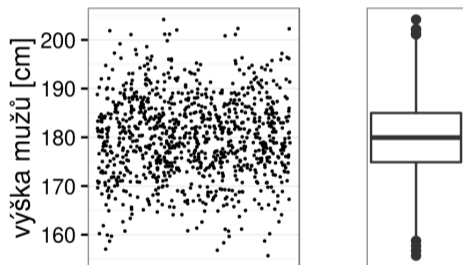
- míry polohy – **průměr**, medián, modus, **směrodatná odchylka**, rozptyl, IQR, ...

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

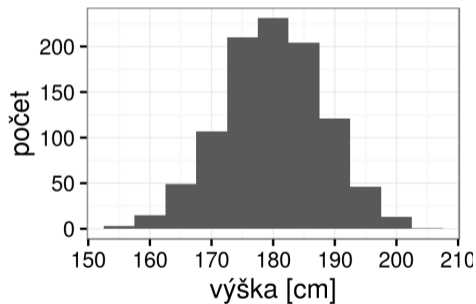
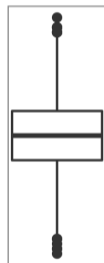
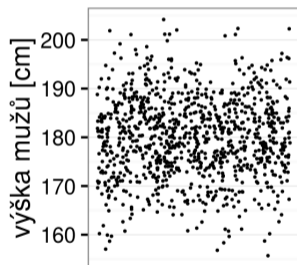
- míry polohy – **průměr**, medián, modus, **směrodatná odchylka**, rozptyl, IQR, ...
- rozložení



- míry polohy – **průměr**, medián, modus, **směrodatná odchylka**, rozptyl, IQR, ...
- rozložení

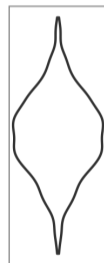
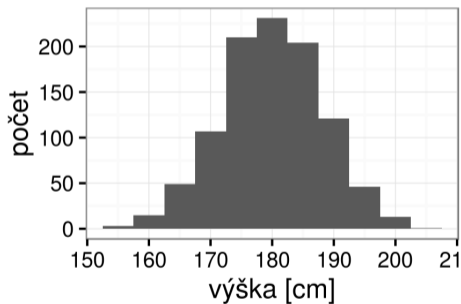
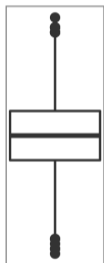
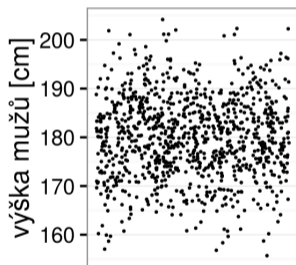


- míry polohy – **průměr**, medián, modus, **směrodatná odchylka**, rozptyl, IQR, ...
- rozložení



Základní pojmy

- míry polohy – **průměr**, medián, modus, **směrodatná odchylka**, rozptyl, IQR, ...
- rozložení



Testování hypotéz

- Nulová a alternativní hypotéza
- Hladina významnosti
- Chyba I. a II. druhu

Nulová a alternativní hypotéza

- většinou porovnáváme dvě skupiny
 - číselně vyjádřené srovnání – **efekt**
 - rozdíl průměrné tělesné výšky mužů a žen
- neexistence rozdílu mezi skupinami (nulový efekt) – **nulová hypotéza**
 - většinou nám jde o prokázání opaku
 - „Průměr tělesné výšky mužů a žen je stejný.“
- existence rozdílu (nenulový efekt) – **alternativní hypotéza**
 - „Průměr tělesné výšky mužů a žen se liší.“
- ukážeme jak nepravděpodobná je nulová hypotéza a tím prokážeme alternativní



Nulová a alternativní hypotéza

- většinou porovnáváme dvě skupiny
 - číselně vyjádřené srovnání – **efekt**
 - rozdíl průměrné tělesné výšky mužů a žen
- neexistence rozdílu mezi skupinami (nulový efekt) – **nulová hypotéza**
 - většinou nám jde o prokázání opaku
 - „Průměr tělesné výšky mužů a žen je stejný.“
- existence rozdílu (nenulový efekt) – **alternativní hypotéza**
 - „Průměr tělesné výšky mužů a žen se liší.“
- ukážeme jak nepravděpodobná je nulová hypotéza a tím prokážeme alternativní



Nulová a alternativní hypotéza

- většinou porovnáváme dvě skupiny
 - číselně vyjádřené srovnání – **efekt**
 - rozdíl průměrné tělesné výšky mužů a žen
- neexistence rozdílu mezi skupinami (nulový efekt) – **nulová hypotéza**
 - většinou nám jde o prokázání opaku
 - „Průměr tělesné výšky mužů a žen je stejný.“
- existence rozdílu (nenulový efekt) – **alternativní hypotéza**
 - „Průměr tělesné výšky mužů a žen se liší.“
- ukážeme jak nepravděpodobná je nulová hypotéza a tím prokážeme alternativní



Nulová a alternativní hypotéza

- většinou porovnáváme dvě skupiny
 - číselně vyjádřené srovnání – **efekt**
 - rozdíl průměrné tělesné výšky mužů a žen
- neexistence rozdílu mezi skupinami (nulový efekt) – **nulová hypotéza**
 - většinou nám jde o prokázání opaku
 - „Průměr tělesné výšky mužů a žen je stejný.“
- existence rozdílu (nenulový efekt) – **alternativní hypotéza**
 - „Průměr tělesné výšky mužů a žen se liší.“
- ukážeme jak nepravděpodobná je nulová hypotéza a tím prokážeme alternativní



Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

- **závěry o celé populaci** děláme na základě **populačního výběru**

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

pravděpodobnost s jakou dostaneme pozorovaný (nebo větší) rozdíl (*efekt*) při platnosti *nulové hypotézy* (tj. „náhodou“)

- obvykle vyjadřujeme v procentech ($p = 5\%$) nebo lépe desetinným číslem ($p = 0,05$)
- co je statisticky významné je věcí dohody – obvykle $p < 0,05$ nebo $p < 0,01$
- závisí na **typu dat**, **velikosti výběru**, **velikosti efektu**, **rozložení dat**

<u>P-VALUE</u>	<u>INTERPRETATION</u>
0.001	HIGHLY SIGNIFICANT
0.01	
0.02	
0.03	SIGNIFICANT
0.04	
0.049	OH CRAP. REDO CALCULATIONS.
0.050	
0.051	ON THE EDGE OF SIGNIFICANCE
0.06	
0.07	HIGHLY SUGGESTIVE, SIGNIFICANT AT THE $P < 0.10$ LEVEL
0.08	
0.09	
0.099	HEY, LOOK AT THIS INTERESTING SUBGROUP ANALYSIS
≥ 0.1	

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

- **závěry o celé populaci** děláme na základě **populačního výběru**

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

pravděpodobnost s jakou dostaneme pozorovaný (nebo větší) rozdíl (*efekt*) při platnosti *nulové hypotézy* (tj. „náhodou“)

- obvykle vyjadřujeme v procentech ($p = 5\%$) nebo lépe desetinným číslem ($p = 0,05$)
- co je statisticky významné je věcí dohody – obvykle $p < 0,05$ nebo $p < 0,01$
- závisí na **typu dat**, **velikosti výběru**, **velikosti efektu**, **rozložení dat**

<u>P-VALUE</u>	<u>INTERPRETATION</u>
0.001	HIGHLY SIGNIFICANT
0.01	
0.02	
0.03	
0.04	SIGNIFICANT
0.049	
0.050	OH CRAP. REDO CALCULATIONS.
0.051	ON THE EDGE OF SIGNIFICANCE
0.06	
0.07	HIGHLY SUGGESTIVE, SIGNIFICANT AT THE $P < 0.10$ LEVEL
0.08	
0.09	
0.099	HEY, LOOK AT THIS INTERESTING SUBGROUP ANALYSIS
≥ 0.1	

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

- **závěry o celé populaci** děláme na základě **populačního výběru**

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

pravděpodobnost s jakou dostaneme pozorovaný (nebo větší) rozdíl (*efekt*) při platnosti *nulové hypotézy* (tj. „náhodou“)

- obvykle vyjadřujeme v procentech ($p = 5\%$) nebo lépe desetinným číslem ($p = 0,05$)
- co je statisticky významné je věcí dohody – obvykle $p < 0,05$ nebo $p < 0,01$
- závisí na **typu dat**, **velikosti výběru**, **velikosti efektu**, **rozložení dat**

<u>P-VALUE</u>	<u>INTERPRETATION</u>
0.001	HIGHLY SIGNIFICANT
0.01	
0.02	
0.03	
0.04	SIGNIFICANT
0.049	
0.050	OH CRAP. REDO CALCULATIONS.
0.051	ON THE EDGE OF SIGNIFICANCE
0.06	
0.07	HIGHLY SUGGESTIVE, SIGNIFICANT AT THE $P < 0.10$ LEVEL
0.08	
0.09	
0.099	HEY, LOOK AT THIS INTERESTING SUBGROUP ANALYSIS
≥ 0.1	

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

- **závěry o celé populaci** děláme na základě **populačního výběru**

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

pravděpodobnost s jakou dostaneme pozorovaný (nebo větší) rozdíl (*efekt*) při platnosti *nulové hypotézy* (tj. „náhodou“)

- obvykle vyjadřujeme v procentech ($p = 5\%$) nebo lépe desetinným číslem ($p = 0,05$)
- co je statisticky významné je věcí dohody – obvykle $p < 0,05$ nebo $p < 0,01$
- závisí na **typu dat**, **velikosti výběru**, **velikosti efektu**, **rozložení dat**

<u>P-VALUE</u>	<u>INTERPRETATION</u>
0.001	HIGHLY SIGNIFICANT
0.01	
0.02	
0.03	
0.04	SIGNIFICANT
0.049	
0.050	OH CRAP. REDO CALCULATIONS.
0.051	ON THE EDGE OF SIGNIFICANCE
0.06	
0.07	HIGHLY SUGGESTIVE, SIGNIFICANT AT THE $P < 0.10$ LEVEL
0.08	
0.09	
0.099	HEY, LOOK AT THIS INTERESTING SUBGROUP ANALYSIS
≥ 0.1	

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

- **závěry o celé populaci** děláme na základě **populačního výběru**

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

pravděpodobnost s jakou dostaneme pozorovaný (nebo větší) rozdíl (*efekt*) při platnosti *nulové hypotézy* (tj. „náhodou“)

- obvykle vyjadřujeme v procentech ($p = 5\%$) nebo lépe desetinným číslem ($p = 0,05$)
- co je statisticky významné je věcí dohody – obvykle $p < 0,05$ nebo $p < 0,01$
- závisí na **typu dat**, **velikosti výběru**, **velikosti efektu**, **rozložení dat**

<u>P-VALUE</u>	<u>INTERPRETATION</u>
0.001	HIGHLY SIGNIFICANT
0.01	
0.02	
0.03	
0.04	SIGNIFICANT
0.049	
0.050	OH CRAP. REDO CALCULATIONS.
0.051	ON THE EDGE OF SIGNIFICANCE
0.06	
0.07	HIGHLY SUGGESTIVE, SIGNIFICANT AT THE $P < 0.10$ LEVEL
0.08	
0.09	
0.099	HEY, LOOK AT THIS INTERESTING SUBGROUP ANALYSIS
≥ 0.1	

Hladina významnosti

Historické souvislosti – pozdní 20. léta

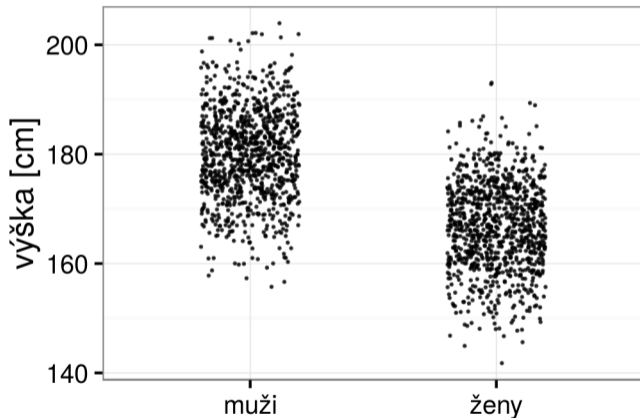


- RONALD FISHER
- „Neymanův přístup dětský a hrozivý pro intelektuální svobodu západu.“

- EGON PEARSON, JERZY NEYMAN
- „Fisherova práce horší než neúčinná.“

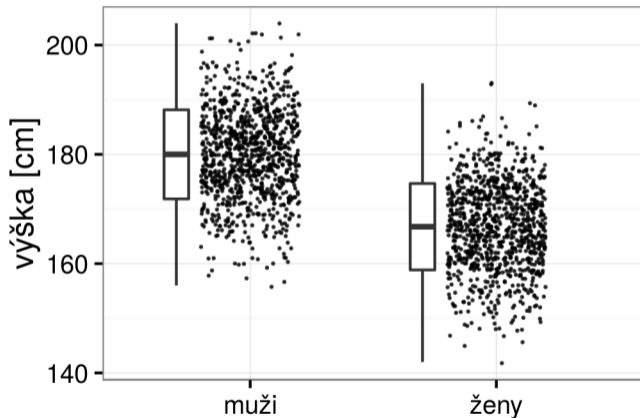
Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

- závisí na **typu dat**, **velikosti výběru**, **velikosti efektu**, **rozložení dat**



Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

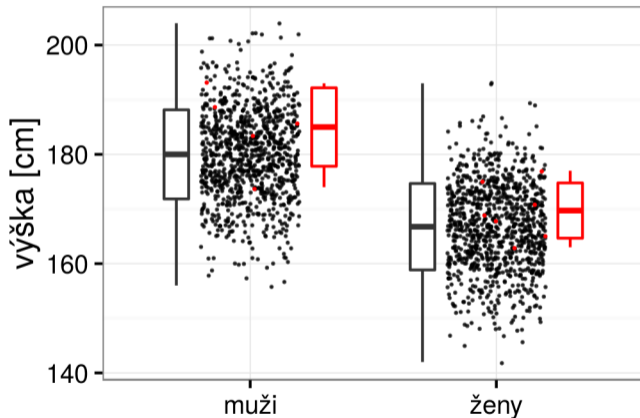
- závisí na **typu dat**, **velikosti výběru**, **velikosti efektu**, **rozložení dat**



$N = 2000$, ♂ 180cm, ♀ 167cm

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

- závisí na **typu dat**, **velikosti výběru**, **velikosti efektu**, **rozložení dat**



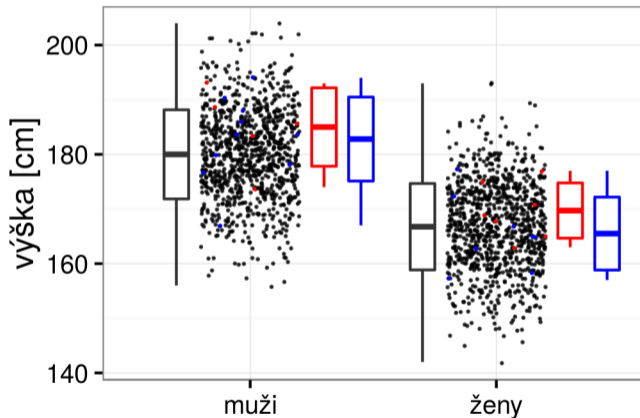
$N = 2000, \sigma \text{ } 180\text{cm}, \text{ } \text{ } 167\text{cm}$

$n = 12, \sigma \text{ } 185\text{cm}, \text{ } \text{ } 170\text{cm}$

$p = 0,01$

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

- závisí na **typu dat**, **velikosti výběru**, **velikosti efektu**, **rozložení dat**



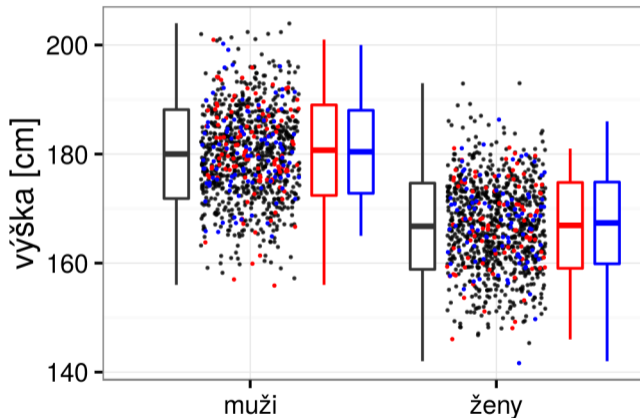
$N = 2000, \sigma \text{ } 180\text{cm}, \text{ } \text{ } \text{ } 167\text{cm}$

$n = 12, \sigma \text{ } 185\text{cm}, \text{ } \text{ } \text{ } 170\text{cm}$
 $p = 0,01$

$n = 18, \sigma \text{ } 182\text{cm}, \text{ } \text{ } \text{ } 165\text{cm}$
 $p = 0,001$

Hladina významnosti (*p-value*, *p-level*)

- závisí na **typu dat**, **velikosti výběru**, **velikosti efektu**, **rozložení dat**



$N = 2000, \sigma \text{ } 180\text{cm}, \text{ } \text{ } 167\text{cm}$

$n = 207, \sigma \text{ } 181\text{cm}, \text{ } \text{ } 167\text{cm}$
 $p \sim 10^{-16}$

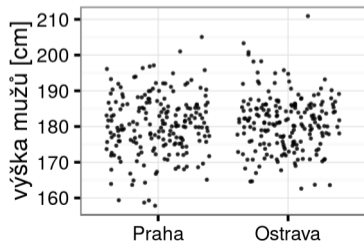
$n = 192, \sigma \text{ } 180\text{cm}, \text{ } \text{ } 167\text{cm}$
 $p \sim 10^{-16}$

Hladina významnosti

$$p = 0,05$$

Co to znamená?

Pravděpodobnost 5%, že při platnosti nulové hypotézy naměříme rozdíl (*efekt*) jako jsme získali (nebo dokonce větší) pouhou náhodou.



Co to neznamená?

95% jistotu, že výsledek je „správně“.

Že statisticky významný *efekt* má reálný (klinický) význam.

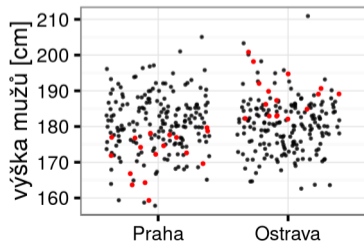
Že pokud máme 20 výsledků s $p = 0,05$, je jeden z nich náhodný.
(Pravděpodobnost toho je 64%.)

Hladina významnosti

$$p = 0,05$$

Co to znamená?

Pravděpodobnost 5%, že při platnosti nulové hypotézy naměříme rozdíl (*efekt*) jako jsme získali (nebo dokonce větší) pouhou náhodou.



Co to neznamená?

95% jistotu, že výsledek je „správně“.

Že statisticky významný *efekt* má reálný (klinický) význam.

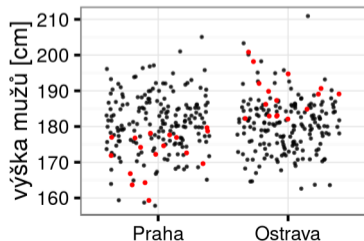
Že pokud máme 20 výsledků s $p = 0,05$, je jeden z nich náhodný.
(Pravděpodobnost toho je 64%.)

Hladina významnosti

$$p = 0,05$$

Co to znamená?

Pravděpodobnost 5%, že při platnosti nulové hypotézy naměříme rozdíl (*efekt*) jako jsme získali (nebo dokonce větší) pouhou náhodou.



Co to **neznamená**?

95% jistotu, že výsledek je „správně“.

Že statisticky významný *efekt* má reálný (klinický) význam.

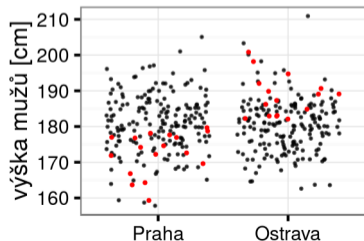
Že pokud máme 20 výsledků s $p = 0,05$, je jeden z nich náhodný.
(Pravděpodobnost toho je 64%.)

Hladina významnosti

$$p = 0,05$$

Co to znamená?

Pravděpodobnost 5%, že při platnosti *nulové hypotézy* naměříme rozdíl (*efekt*) jako jsme získali (nebo dokonce větší) pouhou náhodou.



Co to **neznamená**?

95% jistotu, že výsledek je „správně“.

Že statisticky významný *efekt* má reálný (klinický) význam.

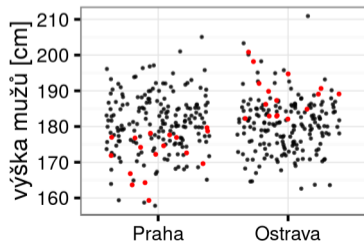
Že pokud máme 20 výsledků s $p = 0,05$, je jeden z nich náhodný.
(Pravděpodobnost toho je 64%.)

Hladina významnosti

$$p = 0,05$$

Co to znamená?

Pravděpodobnost 5%, že při platnosti nulové hypotézy naměříme rozdíl (*efekt*) jako jsme získali (nebo dokonce větší) pouhou náhodou.



Co to **neznamená**?

95% jistotu, že výsledek je „správně“.

Že statisticky významný *efekt* má reálný (klinický) význam.

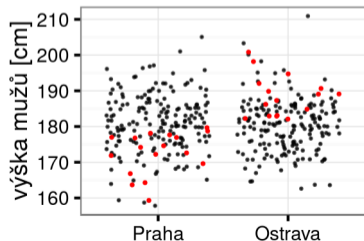
Že pokud máme 20 výsledků s $p = 0,05$, je jeden z nich náhodný.
(Pravděpodobnost toho je 64%.)

Hladina významnosti

$$p = 0,05$$

Co to znamená?

Pravděpodobnost 5%, že při platnosti nulové hypotézy naměříme rozdíl (*efekt*) jako jsme získali (nebo dokonce větší) pouhou náhodou.



Co to **neznamená**?

95% jistotu, že výsledek je „správně“.

Že statisticky významný *efekt* má reálný (klinický) význam.

Že pokud máme 20 výsledků s $p = 0,05$, je jeden z nich náhodný.
(Pravděpodobnost toho je 64%.)

$$P_{20} = 1 - 0,95^{20} = 0,64$$

PROBABLE CAUSE

A *P* value measures whether an observed result can be attributed to chance. But it cannot answer a researcher's real question: what are the odds that a hypothesis is correct? Those odds depend on how strong the result was and, most importantly, on how plausible the hypothesis is in the first place.

■ Chance of real effect
 ■ Chance of no real effect

Before the experiment

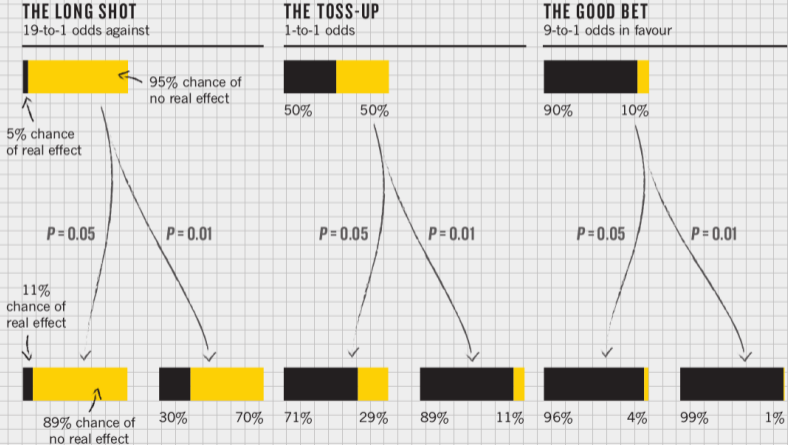
The plausibility of the hypothesis — the odds of it being true — can be estimated from previous experiments, conjectured mechanisms and other expert knowledge. Three examples are shown here.

The measured *P* value

A value of 0.05 is conventionally deemed 'statistically significant'; a value of 0.01 is considered 'very significant'.

After the experiment

A small *P* value can make a hypothesis more plausible, but the difference may not be dramatic.



Chyba I. druhu

- získáme významný výsledek a zamítneme *nulovou hypotézu*, která ve skutečnosti platí
- její pravděpodobnost: α
- $p \sim \alpha$
- Zachytíme *efekt*, který ve skutečnosti neexistuje.

Chyba II. druhu

- získáme **nevýznamný** výsledek, přestože *nulová hypotéza* ve skutečnosti **neplatí**
- její pravděpodobnost: β
- síla testu: $1 - \beta$
- **Nezachytíme *efekt***, který ve skutečnosti existuje.

Chyba I. druhu

- získáme významný výsledek a zamítneme *nulovou hypotézu*, která ve skutečnosti platí
- její pravděpodobnost: α
- $p \sim \alpha$
- Zachytíme *efekt*, který ve skutečnosti neexistuje.

Chyba II. druhu

- získáme **nevýznamný** výsledek, přestože *nulová hypotéza* ve skutečnosti **neplatí**
- její pravděpodobnost: β
- síla testu: $1 - \beta$
- **Nezachytíme *efekt***, který ve skutečnosti existuje.

Chyba I. druhu

- získáme významný výsledek a zamítneme *nulovou hypotézu*, která ve skutečnosti platí
- její pravděpodobnost: α
- $p \sim \alpha$
- Zachytíme *efekt*, který ve skutečnosti neexistuje.

Chyba II. druhu

- získáme **nevýznamný** výsledek, přestože *nulová hypotéza* ve skutečnosti **neplatí**
- její pravděpodobnost: β
- síla testu: $1 - \beta$
- Nezachytíme *efekt*, který ve skutečnosti existuje.

Chyba I. druhu

- získáme významný výsledek a zamítneme *nulovou hypotézu*, která ve skutečnosti platí
- její pravděpodobnost: α
- $p \sim \alpha$
- Zachytíme *efekt*, který ve skutečnosti neexistuje.

Chyba II. druhu

- získáme **nevýznamný** výsledek, přestože *nulová hypotéza* ve skutečnosti **neplatí**
- její pravděpodobnost: β
- síla testu: $1 - \beta$
- **Nezachytíme *efekt***, který ve skutečnosti existuje.

		skutečnost	
		H_0 platí	H_0 neplatí
rozhodnutí	nezamítneme H_0 (nevýznamný výsledek)	správně	chyba II. druhu pravděpodobnost β
	zamítneme H_0 (významný výsledek)	chyba I. druhu pravděpodobnost α	správně

Chyba I. druhu (α)



Chyba II. druhu (β)



Confidence interval

- CI průměru při normálním rozdělení
- CI rozdílu průměrů dvou skupin

Interval spolehlivosti (*confidence interval*)

- průměr, medián, ... (obecně *míry polohy*) pro celou populaci odhadujeme na základě průměru, mediánu, ... výběru z populace
- pokud zvolíme jiný výběr, dostaneme jiný výsledek
- **interval spolehlivosti** určuje rozsah, do kterého se *se zvolenou jistotou* (obvykle 95%) trefí průměr, medián, ... spočtený z našeho výběru
- závisí na **rozložení dat**, **velikosti výběru**, **zvolené pravděpodobnosti**
- dá se použít jako jiný způsob vyjádření statistické významnosti našeho výsledku
 - 95% CI $\leftrightarrow p = 0,05$
 - 19 z 20 výběrů (v pravděpodobnostním smyslu) bude mít průměr ve vypočteném intervalu

Interval spolehlivosti (*confidence interval*)

- průměr, medián, ... (obecně *míry polohy*) pro celou populaci odhadujeme na základě průměru, mediánu, ... výběru z populace
- pokud zvolíme jiný výběr, dostaneme jiný výsledek
- **interval spolehlivosti** určuje rozsah, do kterého se *se zvolenou jistotou* (obvykle 95%) trefí průměr, medián, ... spočtený z našeho výběru
- závisí na **rozložení dat**, **velikosti výběru**, **zvolené pravděpodobnosti**
- dá se použít jako jiný způsob vyjádření statistické významnosti našeho výsledku
 - $95\% CI \leftrightarrow p = 0,05$
 - 19 z 20 výběrů (v pravděpodobnostním smyslu) bude mít průměr ve vypočteném intervalu

Interval spolehlivosti (*confidence interval*)

- průměr, medián, ... (obecně *míry polohy*) pro celou populaci odhadujeme na základě průměru, mediánu, ... výběru z populace
- pokud zvolíme jiný výběr, dostaneme jiný výsledek
- **interval spolehlivosti** určuje rozsah, do kterého se *se zvolenou jistotou* (obvykle 95%) trefí průměr, medián, ... spočtený z našeho výběru
- závisí na **rozložení dat**, **velikosti výběru**, **zvolené pravděpodobnosti**
- dá se použít jako jiný způsob vyjádření statistické významnosti našeho výsledku
 - $95\% CI \leftrightarrow p = 0,05$
 - 19 z 20 výběrů (v pravděpodobnostním smyslu) bude mít průměr ve vypočteném intervalu

Interval spolehlivosti (*confidence interval*)

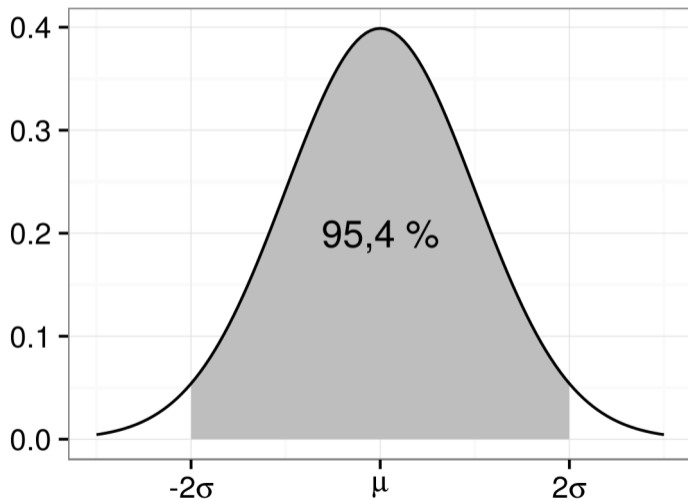
- průměr, medián, ... (obecně *míry polohy*) pro celou populaci odhadujeme na základě průměru, mediánu, ... výběru z populace
- pokud zvolíme jiný výběr, dostaneme jiný výsledek
- **interval spolehlivosti** určuje rozsah, do kterého se *se zvolenou jistotou* (obvykle 95%) trefí průměr, medián, ... spočtený z našeho výběru
- závisí na **rozložení dat, velikosti výběru, zvolené pravděpodobnosti**
- dá se použít jako jiný způsob vyjádření statistické významnosti našeho výsledku
 - $95\%CI \leftrightarrow p = 0,05$
 - 19 z 20 výběrů (v pravděpodobnostním smyslu) bude mít průměr ve vypočteném intervalu

Interval spolehlivosti (*confidence interval*)

- průměr, medián, ... (obecně *míry polohy*) pro celou populaci odhadujeme na základě průměru, mediánu, ... výběru z populace
- pokud zvolíme jiný výběr, dostaneme jiný výsledek
- **interval spolehlivosti** určuje rozsah, do kterého se *se zvolenou jistotou* (obvykle 95%) trefí průměr, medián, ... spočtený z našeho výběru
- závisí na **rozložení dat**, **velikosti výběru**, **zvolené pravděpodobnosti**
- dá se použít jako jiný způsob vyjádření statistické významnosti našeho výsledku
 - $95\%CI \leftrightarrow p = 0,05$
 - 19 z 20 výběrů (v pravděpodobnostním smyslu) bude mít průměr ve vypočteném intervalu

Interval spolehlivosti (*confidence interval*)

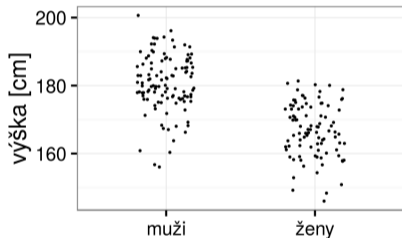
Normální rozdělení a CI průměru



Interval spolehlivosti (*confidence interval*)

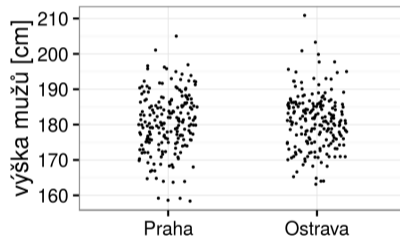
Rozdíl průměrů

Významný rozdíl



- ♂ 181 cm, ♀ 167 cm, $p = 2,2 \cdot 10^{-16}$
- $\Delta = 14$ cm (95% CI: 11,6 - 16,0)
- neobsahuje nulu

Nevýznamný rozdíl

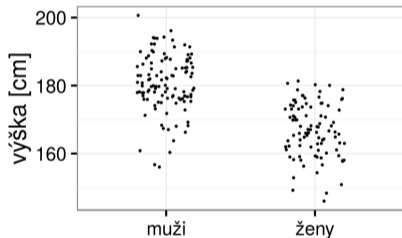


- P-ha 180 cm, OV 181 cm, $p = 0,48$
- $\Delta = 1$ cm (95% CI: -2,1 - 1,0)
- obsahuje nulu

Interval spolehlivosti (*confidence interval*)

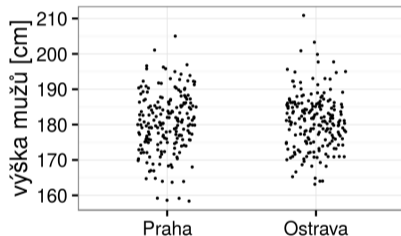
Rozdíl průměrů

Významný rozdíl



- ♂ 181 cm, ♀ 167 cm, $p = 2,2 \cdot 10^{-16}$
- $\Delta = 14$ cm (95% CI: 11,6 - 16,0)
- neobsahuje nulu

Nevýznamný rozdíl

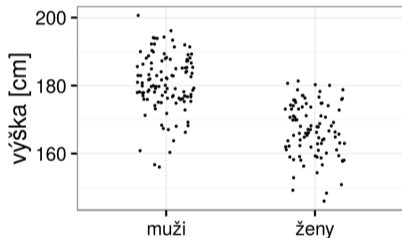


- P-ha 180 cm, OV 181 cm, $p = 0,48$
- $\Delta = 1$ cm (95% CI: -2,1 - 1,0)
- obsahuje nulu

Interval spolehlivosti (*confidence interval*)

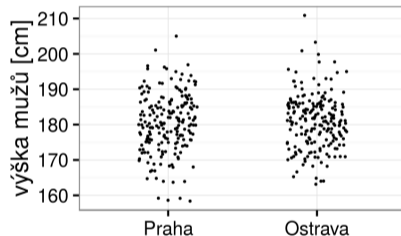
Rozdíl průměrů

Významný rozdíl



- ♂ 181 cm, ♀ 167 cm, $p = 2,2 \cdot 10^{-16}$
- $\Delta = 14$ cm (95% CI: 11,6 - 16,0)
- **neobsahuje nulu**

Nevýznamný rozdíl



- P-ha 180 cm, OV 181 cm, $p = 0,48$
- $\Delta = 1$ cm (95% CI: -2,1 - 1,0)
- **obsahuje nulu**

Odds ratio

- Šance a pravděpodobnost
- Čtyřpolní tabulka

Podíl šancí (*odds ratio*)

Šance a pravděpodobnost

- šance daného jevu vyjadřujeme např. jako 1 : 3
- pravděpodobnost jevu je potom $\frac{1}{1+3} = \frac{1}{4}$

$$O(A) = \frac{P(A)}{P(\neg A)} = \frac{P(A)}{1 - P(A)}$$

$$P(A) = \frac{O(A)}{1 + O(A)}$$

- v medicíně používáme obvykle **podíl šancí** – *odds ratio* (*OR*)
 - např. šance na nádor plic (jev A) u kuřáka (jev B) k šanci na nádor plic u nekuřáka (jev $\neg B$)

$$OR = \frac{O(A|B)}{O(A|\neg B)}$$

Podíl šancí (*odds ratio*)

Šance a pravděpodobnost

- šance daného jevu vyjadřujeme např. jako 1 : 3
- pravděpodobnost jevu je potom $\frac{1}{1+3} = \frac{1}{4}$

$$O(A) = \frac{P(A)}{P(\neg A)} = \frac{P(A)}{1 - P(A)}$$

$$P(A) = \frac{O(A)}{1 + O(A)}$$

- v medicíně používáme obvykle **podíl šancí** – *odds ratio* (*OR*)
 - např. šance na nádor plic (jev A) u kuřáka (jev B) k šanci na nádor plic u nekuřáka (jev $\neg B$)

$$OR = \frac{O(A|B)}{O(A|\neg B)}$$

Podíl šancí (*odds ratio*)

Šance a pravděpodobnost

- šance daného jevu vyjadřujeme např. jako 1 : 3
- pravděpodobnost jevu je potom $\frac{1}{1+3} = \frac{1}{4}$

$$O(A) = \frac{P(A)}{P(\neg A)} = \frac{P(A)}{1 - P(A)}$$

$$P(A) = \frac{O(A)}{1 + O(A)}$$

- v medicíně používáme obvykle **podíl šancí** – *odds ratio (OR)*
 - např. šance na nádor plic (jev A) u kuřáka (jev B) k šanci na nádor plic u nekuřáka (jev $\neg B$)

$$OR = \frac{O(A|B)}{O(A|\neg B)}$$

Podíl šancí (*odds ratio*)

Šance a pravděpodobnost

- šance daného jevu vyjadřujeme např. jako 1 : 3
- pravděpodobnost jevu je potom $\frac{1}{1+3} = \frac{1}{4}$

$$O(A) = \frac{P(A)}{P(\neg A)} = \frac{P(A)}{1 - P(A)}$$

$$P(A) = \frac{O(A)}{1 + O(A)}$$

- v medicíně používáme obvykle **podíl šancí** – *odds ratio (OR)*
 - např. šance na nádor plic (jev A) u kuřáka (jev B) k šanci na nádor plic u nekuřáka (jev $\neg B$)

$$OR = \frac{O(A|B)}{O(A|\neg B)}$$

Podíl šancí (*odds ratio*)

Šance a pravděpodobnost

- šance daného jevu vyjadřujeme např. jako 1 : 3
- pravděpodobnost jevu je potom $\frac{1}{1+3} = \frac{1}{4}$

$$O(A) = \frac{P(A)}{P(\neg A)} = \frac{P(A)}{1 - P(A)}$$

$$P(A) = \frac{O(A)}{1 + O(A)}$$

- v medicíně používáme obvykle **podíl šancí** – *odds ratio (OR)*
 - např. šance na nádor plic (jev A) u kuřáka (jev B) k šanci na nádor plic u nekuřáka (jev $\neg B$)

$$OR = \frac{O(A|B)}{O(A|\neg B)}$$

Podíl šancí (*odds ratio*)

Šance a pravděpodobnost

- šance daného jevu vyjadřujeme např. jako 1 : 3
- pravděpodobnost jevu je potom $\frac{1}{1+3} = \frac{1}{4}$

$$O(A) = \frac{P(A)}{P(\neg A)} = \frac{P(A)}{1 - P(A)}$$

$$P(A) = \frac{O(A)}{1 + O(A)}$$

- v medicíně používáme obvykle **podíl šancí** – *odds ratio (OR)*
 - např. šance na nádor plic (jev A) u kuřáka (jev B) k šanci na nádor plic u nekuřáka (jev $\neg B$)

$$OR = \frac{O(A|B)}{O(A|\neg B)}$$

Podíl šancí (*odds ratio*)

„Čtyřpolní tabulka“

		onemocnění	
		Ano	Ne
expozice	Ano	A	C
	Ne	B	D

$$OR = \frac{\frac{A}{C}}{\frac{B}{D}} = \frac{A \cdot D}{C \cdot B}$$

- *OR* má svoji *p* i *CI*!
- stejný princip u šance na vyléčení při léčbě / bez léčby a pod.

Podíl šancí (*odds ratio*)

Příklady

		onemocnění	
		Ano	Ne
expozice	Ano	5	3
	Ne	2	6

		onemocnění	
		Ano	Ne
expozice	Ano	20	12
	Ne	8	24

- $p = 0,14$
- $OR = 5$ (95% CI: 0,6 – 42,8)
 - obsahuje 1

- $p = 0,003$
- $OR = 5$ (95% CI: 1,7 – 14,6)
 - neobsahuje 1

Podíl šancí (*odds ratio*)

Příklady

		onemocnění	
		Ano	Ne
expozice	Ano	5	3
	Ne	2	6

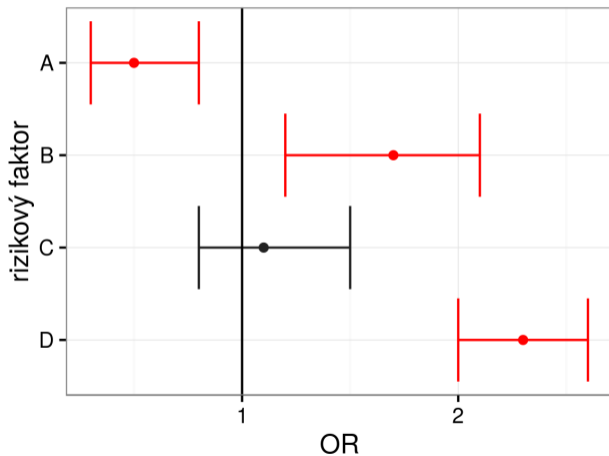
		onemocnění	
		Ano	Ne
expozice	Ano	20	12
	Ne	8	24

- $p = 0,14$
- $OR = 5$ (95% CI: 0,6 – 42,8)
 - obsahuje 1

- $p = 0,003$
- $OR = 5$ (95% CI: 1,7 – 14,6)
 - neobsahuje 1

Podíl šancí (*odds ratio*)

Interpretace



- A snižuje riziko
- B, D zvyšují riziko
- C statisticky nevýznamný



JANA ZVÁROVÁ: Biomedicínská statistika I.

Karolinum (2011)



SARAH BOSLAUGH & PAUL ANDREW WATTERS: Statistics in a Nutshell

O'Reilly (2008)



REGINA NUZZO: Statistical Errors

Nature, Vol. 506 (Feb 13, 2014) 150-152



R CORE TEAM: R: A language and environment for statistical computing

R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>



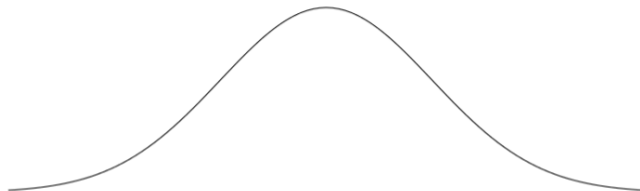
XKCD: <http://www.xkcd.com/>



Thanks, Wikipedia.

L^AT_EX 2_ε

NORMAL DISTRIBUTION



PARANORMAL DISTRIBUTION





<http://dusanmerta.eu/prezentace>