

Úvod do testování hypotéz

B02907 Informační a komunikační technologie



Lubomír Štěpánek,
Ústav biofyziky a informatiky
1. LF UK



Upozornění!

- dole v poznámkách jsou u většiny snímků rozšiřující a vysvětlující komentáře
- u některých statistických metod budete odkazováni na statistické tabulky, které jsou volně přístupné online na adrese <http://new.euromise.org/czech/tajne/ucebnice/html/html/node15.html>
- (obvykle bude ještě na příslušném snímku odkaz zopakován; autor vynaložil značné úsilí, aby se symbolika v prezentacích shodovala se symbolikou v tabulkách, proto by neměla být orientace v tabulkách problémem)
- z předložených prezentací se můžete učit, můžete je kopírovat či jinak měnit, ale bez dovození autora/autorů je nesmíte použít do svých publikací 😊
- předložené prezentace nejsou bezchybnou statistickou kuchařkou, proto ne zcela doporučuji se na ně ve svých pracích odkazovat, nebo je dokonce citovat 😊
- pokud se budu sám odkazovat na vhodnou literaturu, myslím tím nejspíše následující dvě knihy:
 - Zvára: Biostatistika. Karolinum, Praha 1988
 - Zvárová et al.: Biomedicínská statistika I. Základy statistiky pro biomedicínské obory
- dotazy a konzultace možné a vlastně i doporučeny

(Lubomír Štěpánek, stepanek.lub@seznam.cz)

Testování hypotéz

- podstatná část indukativní statistiky
- v biomedicíně nezastupitelná role
- prakticky jediná cesta, jak dnes něco v biomedicíně na vědecké úrovni prokázat
- princip:
 - díky popisné statistice získáme obraz o určitých datech
 - mezi daty „je vidět“ podobnost, nebo naopak odlišnost (porovnáním průměrů, odchylek atd.)
 - můžeme se spokojit s osobním „dojmem“ odlišnosti či podobnosti, nebo použít testy hypotéz a pozorovanou souvislost prokázat, učinit ji reprodukovatelnou

Pojem hypotéza

- v biomedicíně obvykle porovnáváme určitou vlastnost (průměr, medián, četnost atd.) několika skupin (souborů)
- zajímá nás, která skupina má danou vlastnost nejlepší, příp. zda se vlastnosti skupin liší
- zkoumanou vlastnost a její případnou odlišnost mezi skupinami je třeba předem definovat pomocí *hypotézy*

Pojem hypotéza

- hypotéza je výrok, jehož pravdivost má cenu zkoumat, např. „oba léky mají stejnou účinnost“, „první lék má vyšší účinnost než druhý“, „kuřáci umírají na bronchogenní karcinom mnohem častěji než nekuřáci“ atd.
- hypotéza není např. „který lék je lepší?“ atd.
- při porovnávání vlastnosti (nejčastěji) dvou skupin musíme počítat s dvěma možnými výsledky:
 - zkoumaná vlastnost je u obou skupin srovnatelná („pětileté dívky jsou stejně vysoké jako pětiletí chlapci“)
 - zkoumaná vlastnost je u obou skupin rozdílná („pětileté dívky nejsou stejně vysoké jako pětiletí chlapci“)

Nulová a alternativní hypotéza

- *nulová hypotéza (H_0)*
 - hypotéza, která tvrdí, že rozdíl zkoumané vlastnosti mezi skupinami je nulový (žádný není, skupiny jsou v dané vlastnosti stejné)
 - tu obvykle nechceme prokázat (nepřinese nic užitečného)
 - např. „oba přístroje měří stejně přesně“, četnost diabetu se nemění (je stejná v několika po sobě jdoucích letech)“
- *alternativní hypotéza (H_1)*
 - hypotéza, která tvrdí, že skupiny mají zkoumanou vlastnost rozdílnou (je mezi nimi statisticky významný = *signifikantní* rozdíl)
 - tu většinou chceme prokázat, přináší nový fakt
 - např. „první přístroj měří přesněji“, „četnost diabetu se mění“ (je různá v několika po sobě jdoucích letech)

Vlastnosti hypotéz

- platí buďto nulová, nebo alternativní hypotéza (navzájem se totiž vylučují)
- všimněme si: alternativní hypotéza může být *oboustranná* („četnost diabetu se mění“ – roste, nebo klesá),
- nebo *jednostranná* („četnost diabetu roste“ – taková hypotéza nepřipouští pokles diabetu)

Schéma testu hypotézy

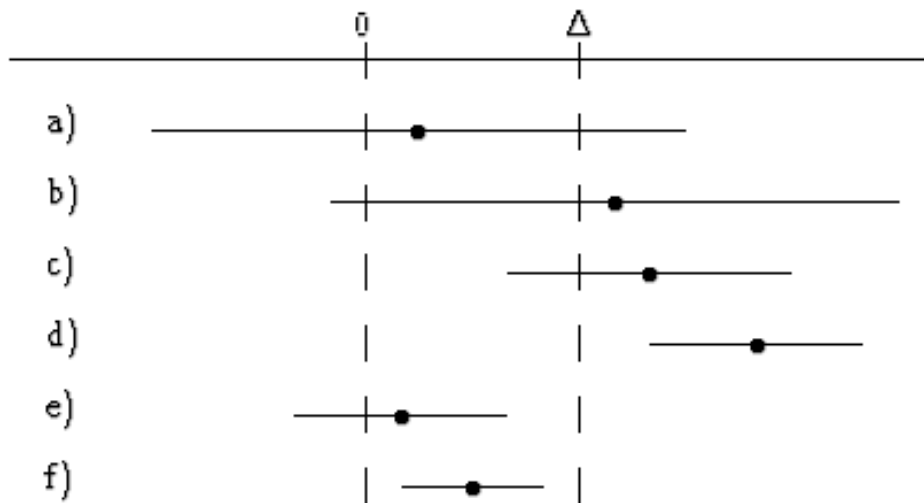
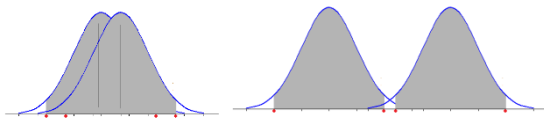
1. předpokládáme platnost nulové hypotézy (všechny soubory mají danou vlastnost stejnou)
2. provedeme test hypotézy (různě složitý výpočet), který nám vrátí pravděpodobnost, že za předpokladu pravdivosti nulové hypotézy bychom dostali data stejně, nebo ještě více odporující nulové hypotéze
3. tato pravděpodobnost se označuje jako *hladina významnosti* (p , p -value, p -level)
4. čím vyšší je pravděpodobnost (p), tím reálněji a častěji můžeme dostat data, která nulové hypotéze odporují, přestože předpokládáme, že nulová hypotéza platí (vysoká pravděpodobnost výskytu odporujících dat tedy nulové hypotéze „nevadí“ a nemůžeme ji při vysokém p zamítnout)

Hladina významnosti p

- konvenčně přijata hodnota $p = 0,05$ jako hraniční
- tedy vyjde-li $p > 0,05$, nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu (výsledek, rozdíl není statisticky významný)
- vyjde-li $p < 0,05$ či $p = 0,05$, zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme alternativní hypotézu (výsledek, rozdíl je statisticky významný)
- pomůcka (ale teoreticky nesprávně!): „*hladina významnosti p „roste“ s pravděpodobností nulové hypotézy, je-li větší než 0,05, platí nulová hypotéza*“

Statistická versus klinická významnost

- test hypotézy může být signifikantní, přestože klinická důležitost výsledku je minimální (např. četnost barevných televizorů v populaci souvisí s četností dopravních nehod)
- nebo naopak (nedostatek dat atd.)



Možnost	Statistická významnost	Klinická významnost
a)	ne	možná
b)	ne	možná
c)	ano	možná
d)	ano	ano
e)	ne	ne
f)	ano	ne

Chyba I. a II. typu

- chyba I. typu – na základě testu zamítneme nulovou hypotézu, přestože ve skutečnosti platí (pravděpodobnost alfa)
- chyba II. typu – podle testu přijmeme za pravdivou nulovou hypotézu, přestože ve skutečnosti neplatí (pravděpodobnost beta)
- pravděpodobnost chyby alfa si lze na začátku zvolit, obvykle se pokládá $\alpha=0,05$, beta bývá kolem $\beta=0,10$
 - čím vyšší alfa, tím snadněji přijmeme alternativní hypotézu, která ovšem nemusí být pravdivá (nebezpečí v případě léků atd.)
 - čím vyšší beta, tím obtížněji prokážeme alternativní hypotézu, která skutečně platí (výraz $1-\beta$ značí sílu testu a znamená pravděpodobnost prokázání alternativní hypotézy, pokud platí)

Chyba I. a II. typu

- smyslem testu hypotézy je tedy nezamítnout nulovou hypotézu jen tehdy, když je její pravděpodobnost (p) větší než pravděpodobnost, že ve skutečnosti neplatí (α)

Rozhodnutí	Skutečnost	
	H_0 platí	H_0 neplatí, platí H_1
Nemůžeme zamítnout H_0 (nevýznamný výsledek)	Správné rozhodnutí	Chyba II. druhu (s pravděpodobností β)
Zamítneme H_0 (významný výsledek)	Chyba I. druhu (s pravděpodobností α)	Správné rozhodnutí

lubomir.stepanek@lf1.cuni.cz
lubomir.stepanek@fbmi.cvut.cz