

## Výskyt protilátek proti toxoplasmose u králíků

Ve čtyřech severoitalských provinciích bylo 260 průmyslově chovaných králíků (samic) na 13 farmách vyšetřeno na výskyt protilátek na toxoplasmosu pomocí metody IFAT. Králíci nevykazovali žádné klinické příznaky onemocnění. Krevní vzorek byl považován za pozitivní, pokud metoda IFAT poskytla hodnotu aspoň 50. Králíci byli rozděleni do skupin podle věku, počtu porodů, plemena, provincie a velikosti farmy, tj. podle pěti faktorů.

Počty testovaných a počty séropozitivních králíků jsou uvedeny v tabulce:

Charakteristika	Počet testovaných králíků	<i>T. gondii</i> (IFAT) Počet pozitivních
<b>Věková kategorie (měsíce)</b>		
2 – 4	59	4
≥ 5 – 6	66	8
≥ 7 – 12	74	10
≥ 13 – 30	26	3
Není známo	35	13
<b>Počet porodů</b>		
0	60	4
1 – 2	71	6
3 – 7	57	9
8 – 15	37	6
Není známo	35	13
<b>Plemeno</b>		
Hyla	160	23
Hycole	40	12
Grimaud	40	3
Hybrid	20	0
<b>Provincie</b>		
Padova	20	0
Rovigo	20	3
Treviso	160	11
Verona	60	24
<b>Velikost farmy</b>		
Malá farma (< 1000 králíků)	120	19
Velká farma (≥ 1000 králíků)	140	19

Na hladině významnosti 0,05 budeme ověřovat, zda výskyt protilátek proti toxoplasmose závisí na uvedených pěti faktorech. (Pokud některá kategorie není známa, do zpracování ji nezahrnujte.)

**Úkol 1.:** Kolik procent králíků bylo séropozitivních? Najděte 95% asymptotický interval spolehlivosti pro pravděpodobnost výskytu protilátek proti toxoplasmose.

Výsledek: Pozitivních je  $\frac{38}{260} = 14,62\%$  králíků. Meze 95% asymptotického intervalu

spolehlivosti pro pravděpodobnost výskytu toxoplasmózy:

	Hodnota
Podíl vzorku p	0,1462
Velikost vz. ve skup. (N)	260,0000
Interval spolehlivosti	0,9500
Pí (původ.):	
Dolní mez	0,1032
Horní mez	0,1891

**Úkol 2.:** Testujte hypotézu, že výskyt protilátek proti toxoplasmóze nezávisí na věkové kategorii králíků. Vytvořte kontingenční tabulku, kde roli řádkové proměnné bude hrát alternativní proměnná Y (Y = 1 pro pozitivního jedince, Y = 2 pro negativního jedince) a roli sloupcové proměnné pak věk. Spočítejte rovněž sloupcově podmíněné relativní četnosti. Uveďte hodnotu testové statistiky, příslušnou p-hodnotu a rozhodnutí o nulové hypotéze. Nezapomeňte ověřit splnění podmínek dobré aproximace. Vypočítejte Cramérův koeficient. Pro věkovou kategorii 7 – 12 měsíců sestrojte 95% interval spolehlivosti pro pravděpodobnost výskytu protilátek proti toxoplasmóze.

Návod

Příslušný datový soubor má tvar:

	1 Y	2 X	3 četnost
1 ano		2-4	4
2 ano		5-6	8
3 ano		7-12	10
4 ano		13-30	3
5 ne		2-4	55
6 ne		5-6	58
7 ne		7-12	64
8 ne		13-30	23

Kontingenční tabulka absolutních a sloupcově podmíněných relativních četností:

	Y	X 2-4	X 5-6	X 7-12	X 13-30	Řádk. součty
Četnost	ano	4	8	10	3	25
Sloupc. četn.		6,78%	12,12%	13,51%	11,54%	
Četnost	ne	55	58	64	23	200
Sloupc. četn.		93,22%	87,88%	86,49%	88,46%	
Četnost	Vš.skup.	59	66	74	26	225

Kontingenční tabulka teoretických četností:

Y	X 2-4	X 5-6	X 7-12	X 13-30	Řádk. součty
ano	6,55556	7,33333	8,22222	2,88889	25,0000
ne	52,44444	58,66667	65,77778	23,11111	200,0000
Vš.skup.	59,00000	66,00000	74,00000	26,00000	225,0000

Podmínky dobré aproximace jsou splněny, pouze 1 z 8 teoretických četností (tj. 12,5 %) klesla pod 5, ale neklesla pod 2.

Výsledek Pearsonova chí-kvadrát testu nezávislosti:

Statist.	Chí-kvadr.	sv	p
Pearsonův chí-kv.	1,626185	df=3	p=,65347
M-V chí-kvadr.	1,760548	df=3	p=,62356

Hypotézu o nezávislosti výskytu protilátek proti toxoplasmose na věkové kategorii králíků nezamítáme na asymptotické hladině významnosti 0,05, protože p-hodnota je 0,6535, což je větší než 0,05.

Znamená to, že rozdíly mezi 6,78 %, 12,12 %, 13,51 % a 11,54 % lze na hladině významnosti 0,05 vysvětlit působením náhodných vlivů.

Cramérův koeficient:

Statist.	Chí-kvadr.
Cramér. V	,0850146

Vidíme, že mezi výskytem protilátek proti toxoplasmose a věkovou kategorií králíků existuje jen zanedbatelně slabá závislost.

Věková kategorie 7 – 12 měsíců, meze 95% asymptotického intervalu spolehlivosti pro pravděpodobnost výskytu protilátek proti toxoplasmose:

	Hodnota
Podíl vzorku p	0,1351
Velikost vz. ve skup. (N)	74,0000
Interval spolehlivosti	0,9500
Pí (původ.):	
Dolní mez	0,0572
Horní mez	0,2130

**Úkol 3.:** Testujte hypotézu, že výskyt protilátek proti toxoplasmose nezávisí na počtu porodu králíků. Postupujte analogicky jako v úkolu 1.

Výsledky chí-kvadrát testu nezávislosti:

Pearsonův chí-kv. : 3,94831, sv=3, p=,2671

Závěr: nulovou hypotézu nezamítáme na hladině významnosti 0,05.

Cramérův koeficient = 0,1325

**Úkol 4.:** Testujte hypotézu, že výskyt protilátek proti toxoplasmose nezávisí na plemenu králíků. Postupujte analogicky jako v úkolu 1.

Výsledky chí-kvadrát testu nezávislosti:

Pearsonův chí-kv. : 12,6402, sv=3, p=,005483

Závěr: nulovou hypotézu zamítáme na hladině významnosti 0,05.

Cramérův koeficient = 0,2205

**Úkol 5.:** V úkolu 4 byla hypotéza o nezávislosti výskytu protilátek proti toxoplasmose a plemena králíků zamítnuta na hladině významnosti 0,05. Z kontingenční tabulky sloupcově podmíněných relativních četností je vidět, že nejvyšší séropozitivitu mají králíci plemena Hycole, a to 30 %. Pro toto plemeno tedy spočtete výběrový podíl šancí na výskyt protilátek

proti toxoplasmose vůči všem ostatním plemenům dohromady. Výpočet doplňte 95% intervalem spolehlivosti pro podíl šancí.

Výsledek: OR = 3,2 (tedy králík plemene Hycole má 3,2x vyšší šanci na výskyt protilátek proti toxoplasmose než králík jakéhokoliv jiného plemene. S pravděpodobností 0,95 platí, že  $1,45 < op < 7,05$ ).

**Úkol 6.:** Testujte hypotézu, že výskyt protilátek proti toxoplasmose nezávisí na provincii, kde králíci žijí. Postupujte analogicky jako v úkolu 1.

Výsledky chí-kvadrát testu nezávislosti:

Pearsonův chí-kv. : 42,0890, sv=3, p=,000000

Závěr: nulovou hypotézu zamítáme na hladině významnosti 0,05.

Cramérův koeficient = 0,4023

**Úkol 7.:** Testujte hypotézu, že výskyt protilátek proti toxoplasmose nezávisí na velikosti farmy, kde králíci žijí. Postupujte analogicky jako v úkolu 1.

Výsledky chí-kvadrát testu nezávislosti:

Pearsonův chí-kv. : ,264908, sv=1, p=,606768

Závěr: nulovou hypotézu nezamítáme na hladině významnosti 0,05.

Cramérův koeficient = 0,0319