

CHARLES UNIVERSITY PRAGUE

faculty of mathematics and physics



Šárka Rusá, Arnošt Komárek

Bayesovská analýza tříúrovňového modelu mediace

ROBUST 2016

15. září 2016

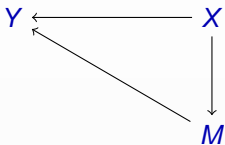
- rozsáhlá průřezová studie zdravotních sester a pacientů (2009 – 2010)
- víceúrovňová struktura - pacienti v nemocnicích a státech
- informace o
 - zdravotních sestřích - personální obsazení, vzdělání, přesčasy, nevykonaná zdravotní péče
 - pacientech - spokojenost se zdravotní péčí, hodnocení nemocnice (dotazník, ordinální typ)
 - vlastnostech nemocnice - počet lůžek, atd.

Jak ovlivňuje personální obsazení zdravotních sester spokojenost pacientů se zdravotní péčí a mění se tento efekt se vzděláním sester?

- bylo třeba zohlednit tříúrovňovou strukturu dat
 - úroveň státu
 - úroveň nemocnic
- Y - ordinální odezva (4 možné hodnoty)
- X - vysvětlující proměnné agregovány na úrovni nemocnic

- efekt personálního obsazení by mohl být mediován prostřednictvím nevykonané zdravotní péče

Mediace: Efekt regresoru X na odezvu Y je mediováný M , pokud je vztah mezi těmito proměnnými typu



- tento efekt by mohl být moderovaný vzděláním sester

Moderace: Efekt regresoru X na odezvu Y je moderovaný Z , pokud se vliv X na Y mění se Z .

- značení:
 - i - index pacienta (v nemocnici)
 - j - index nemocnice (ve státu)
 - k - index státu
- ordinální odezva Z_{ijk} - *ochota pacientů doporučit nemocnici* (se 4 hodnotami *určitě ano, nejspíš ano, nejspíš ne, určitě ne*)
- předpokládáme, že existuje latentní proměnná y_{ijk} , kde

$$Z_{ijk} = m, \quad \text{if} \quad \alpha_m < y_{ijk} \leq \alpha_{m+1}, \quad m = 0, \dots, M,$$

$-\infty = \alpha_0 < \alpha_1 < \dots < \alpha_M < \alpha_{M+1} = \infty$ with $0, \dots, M$ jsou možné hodnoty Z .

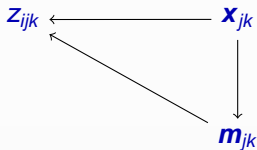
- meze α jsou neznámé

- hlavní vysvětlující proměnné
 - *personální obsazení* - průměrný počet pacientů na sestru při poslední směně
 - *pracovní prostředí* - měřeno celkovým skóre pracovního prostředí
 - *vzdělání sester* - podíl zdravotních sester s bakalářským titulem
 - ostatní regresory - *práce přesčas, vykonávání nezdravotnických prací, léta praxe, typ úvazku*
- ostatní vysvětlující proměnné - vlastnosti nemocnice
 - počet lůžek
 - výuka v nemocnici
 - technologická úroveň

Dva závislé mediátory

- *nevykonaná klinická zdravotní péče*
- *neprovedené plánování léčby a komunikace s pacientem*

Vztah mezi odezvou z_{ijk} , regresory x_{jk} a mediátory m_{jk} :



$$y_{ijk} = \beta_0 + \beta_c^\top \mathbf{c}_{jk} + \beta_x^\top \mathbf{x}_{jk} + \beta_m^\top \mathbf{m}_{jk} + u_{jk} + \varepsilon_{ijk},$$

kde

$$\mathbf{m}_{jk} = (m_{1,jk}, m_{2,jk})^\top, \quad m_{t,jk} = \gamma_{t0} + \gamma_{tx}^\top \mathbf{x}_{jk} + \xi_{t,jk}, \quad t = 1, 2,$$

$$u_{jk} \sim \mathcal{N}(0, \sigma_{hospital}^2), \quad \varepsilon_{ijk} \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2),$$

$$\boldsymbol{\xi}_{jk} = (\xi_{1,jk}, \xi_{2,jk})^\top \sim \mathcal{N}_2(0, \Sigma_m),$$

ε_{ijk} , u_{jk} a $\boldsymbol{\xi}_{jk}$ jsou vzájemně nezávislé.

- střední hodnota
 - rovnice pozorování - $\beta_0, \beta_c, \beta_x, \beta_m$,
 - mediační rovnice - $\gamma_{10}, \gamma_{1x}, \gamma_{20}, \gamma_{2x}$,
- varianční struktura
 - rovnice pozorování - $\sigma_{hospital}^2, \sigma^2$,
 - mediační rovnice - Σ_m ,

$$\Sigma_m = \begin{pmatrix} \sigma_{1m}^2 & \rho\sigma_{1m}\sigma_{2m} \\ \rho\sigma_{1m}\sigma_{2m} & \sigma_{2m}^2 \end{pmatrix}$$

- meze α

- k odhadu parametrů byl použit bayesovský přístup založený na MCMC simulacích (Hamiltonské Monte Carlo)
- použili jsme převážně semi-konjugovaná apriorní rozdělení
 - normální apriorní rozdělení pro β and γ parameters
 - inverzní gamma rozdělení pro $\sigma_{hospital}^2, \sigma^2, \sigma_{1m}^2, \sigma_{2m}^2$
 - rovnoměrné rozdělení pro ρ
 - neinformativní rozdělení pro $(\alpha_2, \dots, \alpha_{M-1})$ -

$$p(\alpha_2, \dots, \alpha_{M-1}) \propto \mathbf{C}, \quad \text{for } \alpha_2 < \dots < \alpha_{M-1}.$$

$$y_{ijk} = \beta_0 + \beta_c^\top \mathbf{c}_{jk} + \beta_x^\top \mathbf{x}_{jk} + \beta_m^\top \mathbf{m}_{jk} + u_{jk} + \varepsilon_{ijk},$$

$$m_{1,jk} = \gamma_{t0} + \gamma_{1x}^\top \mathbf{x}_{jk} + \xi_{1,jk},$$

$$m_{2,jk} = \gamma_{t0} + \gamma_{2x}^\top \mathbf{x}_{jk} + \xi_{2,jk}.$$

Proměnná	β_x	γ_{1x}
Personální obsazení	-0.024 (-0.048, 0.002)	0.031 (0.004, 0.059)
Poměr sester s titulem	0.305 (-0.071, 0.708)	0.528 (0.087, 0.937)
Interakce pers.o. a pom.s.	-0.056 (-0.236, 0.101)	-0.117 (-0.291, 0.073)
Pracovní prostředí	0.120 (-0.130, 0.386)	-0.806 (-1.061, -0.577)
Délka praxe	-0.002 (-0.019, 0.016)	-0.031 (-0.051, -0.013)
Typ úvazku	-0.087 (-0.607, 0.467)	0.060 (-0.501, 0.607)
Vykonávání nezdrav. prací	-0.022 (-0.44, 0.406)	1.003 (0.561, 1.451)
Práce přesčas	0.240 (-0.170, 0.609)	0.213 (-0.194, 0.629)

Poznámka. V tabulce je uveden bodový odhad aposteriorní střední hodnoty, HPD věrohodnostní intervaly, červenou barvou jsou vyznačeny signifikantní parametry.

$$y_{ijk} = \beta_0 + \beta_c^\top \mathbf{c}_{jk} + \beta_x^\top \mathbf{x}_{jk} + \beta_m^\top \mathbf{m}_{jk} + u_{jk} + \varepsilon_{ijk},$$
$$m_{t,jk} = \gamma_{t0} + \gamma_{tx}^\top \mathbf{x}_{jk} + \xi_{t,jk}, t = 1, 2.$$

- Nevykonaná klinická zdravotní péče: -0.192 ($-0.328, -0.051$)
- Neprovedené plánování léčby a komunikace s pacientem: -0.006 ($-0.153, 0.129$)

$$y_{ijk} = \beta_0 + \beta_c^T \mathbf{c}_{jk} + \beta_x^T \mathbf{x}_{jk} + \beta_m^T \mathbf{m}_{jk} + u_{jk} + \varepsilon_{ijk},$$

$$m_{1,jk} = \gamma_{t0} + \gamma_{1x}^T \mathbf{x}_{jk} + \xi_{1,jk},$$

$$m_{2,jk} = \gamma_{t0} + \gamma_{2x}^T \mathbf{x}_{jk} + \xi_{2,jk}.$$

Proměnná	$\beta_{1m}\gamma_{1x} + \beta_{2m}\gamma_{2x}$
Personální obsazení	-0.030 (-0.055, -0.004)
Poměr sester s titulem	0.204 (-0.181, 0.600)
Pers.obs. * poměr sester s titulem	-0.034 (-0.205, 0.137)
Pracovní prostředí	0.281 (0.057, 0.514)
Délka praxe	0.004 (-0.013, 0.022)
Typ úvazku	-0.098 (-0.647, 0.439)
Vykonávání nezdravotnických prací	-0.216 (-0.638, 0.197)
Práce přesčas	0.201 (-0.196, 0.594)

- kvantifikace efektu mediace
- citlivostní analýza - normální chyby, resp. náhodné efekty
- diagnostika modelu - určování vlivných pozorování
- výběr modelu

Děkuji za pozornost!