



FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PRŮBĚH ONEMOCNĚNÍ COVID-19:

Analýza pomocí binomiální logistické regrese

ÚVOD

Při zpracování práce byly nástroje umělé inteligence využity ke kontrole formální správnosti statistického postupu a k jazykové korektuře textu.

TEORETICKÁ ČÁST

Onemocnění COVID-19 představuje infekční onemocnění způsobené virem SARS-CoV-2, který byl poprvé identifikován v roce 2019. Průběh onemocnění je velmi variabilní, od asymptomatických případů až po těžké formy vyžadující hospitalizaci. Variabilita průběhu je ovlivněna řadou faktorů. Z tohoto důvodu se řada výzkumů zaměřuje na identifikaci proměnných, které mohou souviset se závažností průběhu onemocnění.

Jedním z často sledovaných faktorů je **pohlaví**. V některých populacích byl pozorován vyšší výskyt závažného průběhu onemocnění u mužů, což je vysvětlováno jak biologickými, tak behaviorálními faktory (Peckham et al., 2020).

Dalším významným faktorem je **věk**. S přibývajícím věkem dochází ke změnám imunitního systému, které mohou snižovat schopnost organismu efektivně reagovat na infekční onemocnění. Současně se ve vyšším věku častěji vyskytují chronická onemocnění, která mohou průběh infekce dále zhoršovat (Bajaj et al., 2021).

Důležitou roli může hrát také index tělesné hmotnosti (BMI). Vyšší hodnoty **BMI**, zejména obezita, jsou spojovány se zvýšeným rizikem komplikací u řady infekčních onemocnění. V případě onemocnění COVID-19 je vyšší BMI považováno za potenciální rizikový faktor závažnějšího průběhu (Kompaniyets et al., 2021).

Data a další informace o této zprávě jsou dostupné na adrese: <https://dostal.vyzkum-psychologie.cz/stat4?i=714>.

Významným klinickým příznakem infekce může být také **zvýšená tělesná teplota**. Horečka představuje běžnou součást imunitní odpovědi organismu na infekci. V kontextu onemocnění COVID-19 může přítomnost horečky souviset s aktivní reakcí organismu na infekci a může být indikátorem intenzity probíhajícího zánětlivého procesu (Tharakan et al., 2020).

Vzhledem k tomu, že průběh onemocnění může být ovlivněn kombinací více faktorů současně, je vhodné využít statistické metody, které umožňují analyzovat jejich vzájemné působení. Pro tento účel využijeme binomiální logistickou regresi, která umožňuje odhadnout pravděpodobnost výskytu určitého výsledku (např. závažnějšího průběhu onemocnění) na základě několika prediktorů. Tato metoda je běžně využívána v epidemiologickém a zdravotnickém výzkumu při analýze rizikových faktorů onemocnění

Výzkumný cíl práce

Cílem práce je identifikovat faktory, které mohou ovlivňovat průběh onemocnění COVID-19. Konkrétně je analyzován vliv vybraných demografických a zdravotních proměnných; pohlaví, věku, indexu tělesné hmotnosti (BMI) a přítomnosti zvýšené tělesné teploty.

Výzkumné otázky a hypotézy

Ovlivňují faktory → pohlaví, věku, vyššího BMI, vyšší tělesné teploty → průběh onemocnění COVID-19?

H1: Průběh onemocnění COVID-19 se liší podle pohlaví.

H2: Vyšší věk je spojen s vyšší pravděpodobností závažnějšího průběhu onemocnění.

H3: Vyšší kategorie BMI je spojena s vyšší pravděpodobností závažnějšího průběhu onemocnění.

H4: Přítomnost zvýšené tělesné teploty zvyšuje pravděpodobnost závažnějšího průběhu onemocnění.

METODA

Pro analýzu faktorů souvisejících s průběhem onemocnění COVID-19 byla použita metoda binomiální logistická regrese. Tato metoda umožňuje modelovat pravděpodobnost výskytu dichotomické závislé proměnné na základě souboru prediktorů. Závislou proměnnou byl průběh onemocnění COVID-19, který byl kódován binárně (jako méně závažný vs. závažný průběh). Do modelu byly jako nezávislé proměnné zahrnuty vybrané charakteristiky respondentů; **pohlaví, věk, BMI a přítomnost zvýšené tělesné teploty**. Proměnné věk a BMI byly do modelu zahrnuty jako kategoriální proměnné pomocí indikátorových (dummy) proměnných, přičemž jedna kategorie byla vždy použita jako referenční.

Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořilo celkem 223 respondentů. Z celkového počtu respondentů bylo 96 mužů (43 %) a 127 žen (57 %). Distribuce respondentů podle kategorií BMI, věku a přítomnosti zvýšené tělesné teploty je uvedena v tabulce 1. Jednotlivé grafy k deskriptivním charakteristikám viz. dataset Excel, do textu práce nebyly zahrnuty.

Tabulka 1: Deskriptivní charakteristiky sledovaného souboru (N=223)

Proměnná	Kategorie	N	%
Pohlaví	Muži	96	43
	Ženy	127	57
BMI	1	101	45
	2	87	39
	3	35	16
Věk	1	73	33
	2	86	38
	3	64	29
Zvýšená teplota	Ano	88	39
	Ne	135	60

Poznámka: Kategorie BMI a věku byly analyzovány jako kategoriální proměnné s referenční kategorií.

Operacionalizace proměnných

Závislá proměnná

Průběh onemocnění COVID-19 byl kódován jako dichotomická proměnná (0 = méně závažný průběh, 1 = závažný průběh).

Nezávisle proměnné

Pohlaví: kategoriální proměnná (muž/žena), referenční kategorií pohlaví byla žena.

Věk: rozdělen do tří kategorií, do 25, 26-40, nad 40 let.

BMI: rozděleno do tří kategorií, normální, nadváha, obezita.

Zvýšená tělesná teplota: binární proměnná (ano/ne), referenční kategorií teploty byla odpověď "ne".

Statistická analýza

Analýza probíhala ve dvou krocích. Nejprve byly odhadnuty jednoduché logistické regresní modely pro jednotlivé prediktory samostatně, aby bylo možné posoudit jejich individuální vztah k průběhu onemocnění. Následně byl vytvořen multivariační model, jak zobrazuje tabulka 2, který zahrnoval všechny sledované proměnné současně, což umožnilo posoudit jejich vliv při kontrole ostatních faktorů. Výsledky modelu jsou prezentovány ve formě poměru šancí (odds ratio, OR) spolu s 95% intervaly spolehlivosti a p-hodnotami. Statistická významnost byla posuzována na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Celková kvalita modelu byla hodnocena pomocí likelihood ratio testu a hodnoty pseudo- R^2 , která poskytuje informaci o vysvětlené variabilitě modelu. Nejsilnějším prediktorem horšího průběhu onemocnění byla přítomnost zvýšené tělesné teploty (**OR = 3.46, p < 0.001**). Významný vliv byl rovněž zjištěn u nejvyšší kategorie BMI (**OR = 4.30, p = 0.001**). Ostatní proměnné nebyly ve finálním modelu statisticky významné.

Tabulka 2: Faktory ovlivňující průběh COVID-19: výsledky binomiální logistické regrese

Proměnná	OR	95% CI	p
Pohlaví	1.81	0.95-3.42	0.068
Věk kategorie 2	0.69	0.33-1.47	0.341
Věk kategorie 3	1.98	0.90-4.28	0.088
BMI kategorie 2	1.96	0.98-3.91	0.057
BMI kategorie 3	4.30	1.77-10.44	0.001
Teplota	3.46	1.86-6.44	<0.001

Poznámka: OR = Odds ratio, CI = interval spolehlivosti. Referenční kategorií byla první kategorie BMI a věku. Model LR $\chi^2(6) = 40.15$, $p < 0.001$, pseudo $R^2 = 0.138$.

VÝSLEDKY

Multivariační model **binomiální logistické regrese** byl statisticky významný (LR $\chi^2(6) = 40.15$, $p < 0.001$) a vysvětloval přibližně 13.8 % variability sledovaného jevu (Pseudo $R^2 = 0.138$). Statisticky významným prediktorem průběhu onemocnění byla přítomnost zvýšené tělesné teploty (OR = 3.46, $p < 0.001$) a nejvyšší kategorie BMI (OR = 4.30, $p = 0.001$). Ostatní proměnné nebyly ve finálním modelu statisticky významné.

DISKUZE

Zvýšená tělesná teplota; Výsledky ukazují, že nejvýznamnějším prediktorem závažnějšího průběhu onemocnění byla přítomnost zvýšené tělesné teploty, která byla spojena přibližně s 3,5x vyšší pravděpodobností závažnějšího průběhu onemocnění. Tento výsledek je v souladu s klinickými poznatky, podle nichž horečka představuje jeden z typických symptomů aktivní imunitní reakce organismu na infekci.

BMI; Vyšší BMI bylo spojeno se zvýšenou pravděpodobností závažnějšího průběhu. Tento výsledek odpovídá zjištěním řady epidemiologických studií, které uvádějí obezitu jako významný rizikový faktor komplikovaného průběhu onemocnění COVID-19. V našem výzkumu byla obezita spojena s přibližně 4,3x vyšší pravděpodobností závažnějšího průběhu onemocnění.

Věk; Věk se ve finálním modelu neprojevil jako statisticky významný faktor, což může souviset s charakteristikou analyzovaného souboru.

Pohlaví; Vliv pohlaví byl na hranici statistické významnosti ($p = 0,068$).

LIMITY STUDIE

Mezi hlavní limity studie patří především relativně omezená velikost výzkumného vzorku, která může snižovat statistickou sílu analýzy a omezovat možnosti zobecnitelnosti výsledků na širší populaci. Dalším omezením je použití kategoriálních proměnných, které mohou do určité míry zjednodušovat komplexní charakter sledovaných jevů a nezachycují plnou variabilitu individuálních rozdílů. Limit představuje také relativně nízká hodnota vysvětlené variability modelu (pseudo $R^2 = 0,138$), což naznačuje, že do výsledného jevu mohou vstupovat i další faktory, které nebyly v rámci tohoto modelu zahrnuty. Model například nezahrnoval další klinicky významné proměnné, jako jsou komorbidity (např. diabetes nebo kardiovaskulární onemocnění), které mohou průběh onemocnění významně ovlivňovat. Tyto skutečnosti je proto vhodné zohlednit při interpretaci a zobecňování získaných výsledků.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo identifikovat faktory ovlivňující průběh onemocnění COVID-19 pomocí binomiální logistické regrese. Výsledky ukázaly, že významným prediktorem závažnějšího průběhu byla přítomnost zvýšené tělesné teploty a nejvyšší kategorie BMI. Ostatní sledované proměnné nebyly ve finálním modelu statisticky významné. Studie tak přispívá k lepšímu porozumění faktorům, které mohou souviset s průběhem onemocnění COVID-19.

Výsledky naznačují, že sledování tělesné teploty a indexu tělesné hmotnosti může být důležitým faktorem při identifikaci pacientů s potenciálně rizikovým průběhem onemocnění.

Data a další informace o této zprávě jsou dostupné na adrese: <https://dostal.vyzkum-psychologie.cz/stat4?i=714>.

BIBLIOGRAFIE

Peckham, H., de Gruijter, N. M., Raine, C., Radziszewska, A., Ciurtin, C., Wedderburn, L. R., Rosser, E. C., Webb, K., & Deakin, C. T. (2020). Male sex identified as a risk factor for severe COVID-19 outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Nature Communications*, 11(1), Article 6314. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19741-6>

Kompaniyets, L., Goodman, A. B., Belay, B., Freedman, D. S., Marder, M. S., Blanck, H. M., Gottlieb, N. H., Kaslow, R. A., & Trogon, J. G. (2021). Body mass index and risk for COVID-19–associated hospitalization, intensive care unit admission, invasive mechanical ventilation, and death — United States, March–December 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)*, 70(10), 355–361. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm7010e4>

Bajaj, V., Gadi, N., Spihlman, A. P., Wu, S. C., Choi, C. H., & Moulton, S. L. (2021). Aging, immunity, and COVID-19: How age influences the host immune response and clinical outcomes. *Frontiers in Physiology*, 11, 571416. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.571416>

Tharakan, S., Nomoto, K., Miyashita, S., & Ishikawa, K. (2020). Body temperature correlates with mortality in COVID-19 patients. *Critical Care*, 24(1), Article 298. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03045-z>