基于年龄—性别构成的新冠肺炎易感性、死亡率和住院时长：对干预与分层的启示

Roel F. Ceballos菲律宾东南大学数学与统计学系，菲律宾达沃市，邮编8000
roel.ceballos@usep.edu.ph

收稿日期：2021年9月6日 修订稿接
受日期：2022年3月9日

摘要

冠状病毒病（新冠肺炎）已在全球蔓延，对社会造成前所未有的影响。在菲律宾，已实施针对不同年龄组的出行限制、疫苗接种优先计划等多项干预措施，以降低感染和死亡风险。本研究旨在确定易感性较高、住院时间较长且病死率较高的年龄—性别构成。研究分析了菲律宾卫生部达沃地区办事处提供的2020年3月至2021年4月新冠肺炎病例数据。研究采用卡方检验，确定不同年龄—性别构成中新冠肺炎病例比例的差异。通过绘制 χ^2 检验残差相关图，探究易感性的差异。研究使用箱线图和克鲁斯卡尔-沃利斯检验比较住院时长。研究发现，不同年龄—性别构成的新冠肺炎易感性存在显著差异（$p < 0.01$）。男性儿童和女性老年人是易感性最高的年龄—性别构成。此外，老年人的住院天数最长，其中男性的住院天数中位数和四分位距分别为19天（15-27天），女性则为18天（16-29天）。男性老年人亚组的病死率最高（21.4%，$p < 0.01$）。建议将老年人的病例数作为省级和地区级医疗资源规划与分配的参考依据。该地区地方政府单位行政人员也可利用现有年龄—性别构成数据，对地方进行分层，规划和分配新冠肺炎相关资源，并实施出行限制。

关键词：易感性、人口统计学亚组、疫苗接种优先级、性别和年龄

1. 引言

冠状病毒病（新冠肺炎）由严重急性呼吸综合征冠状病毒2型（SARS-CoV-2）引起，具有高度传染性，据报道

该病毒于中国武汉出现（Shereen 等，2020年）。1月30日，世界卫生组织宣布新冠肺炎疫情构成国际关注的突发公共卫生事件（ul Qamar 等，2020年）。截至2021年6月3日，该病毒已传播至近200个国家和地区，包括26艘邮轮和海军舰艇（Mallapaty，2020年）。在菲律宾，已实施限制流动性以及根据年龄组制定疫苗接种优先计划等多项干预措施，以降低感染和死亡率风险。跨部门工作组（IATF）是负责菲律宾新冠肺炎管理与防控决策的咨询机构，已为新冠肺炎疫苗接种计划推出优先接种人群，以降低死亡率、维持卫生系统承载能力并保护高风险人群（卫生部 [DOH], 2020）。一线卫生服务工作者是疫苗接种的最高优先人群，其次是老年人和患有合并症的人群。

另一方面，IATF也不时实施社区或城市封锁以及出行限制，尤其是在病例数和死亡人数激增时（IATF，2020年）。截至2021年8月24日，菲律宾累计病例达187万例，死亡人数为32,264人。每日阳性病例平均数量较高，约为14,859例。

识别出易感性和死亡率较高的年龄—性别构成，将有助于卫生专家和政策制定者采取更有效的监测和针对性干预措施，以尽可能减轻疫情的不利影响。早期流行病学研究表明，性别和年龄是影响新冠肺炎易感性和严重程度的两个最重要因素（Chen et al., 2020; Dudley et al., 2020; Jin et al., 2020; Ceballos, 2021）。高龄与更严重的病情及更高的死亡率相关，死于新冠肺炎的男性人数是女性的2.4倍（Dudley et al., 2020）。然而，这些研究主要聚焦于大型经济体。对于低收入和中等收入国家，在明确考虑社区层级及地方政府单位的数据后，是否存在已报道的年龄—性别相关模式，目前所知甚少。鉴于此，本研究旨在确定菲律宾达沃大区新冠肺炎易感性、死亡率和住院时长的年龄—性别模式，为地方政府单位提供参考。选择达沃大区是因为它是棉兰老岛人口最多的地区（截至2020年为5,290,869人）。因此，它也是菲律宾经济增长最快的地区经济体之一（菲律宾统计局 [PSA], 2021）。

2. 方法学

2.1 研究设计与数据变量

本研究采用回顾性设计，纳入2020年3月至2021年4月期间达沃大区的新冠肺炎阳性病例。数据取自卫生部达沃卫生发展中心发布的报告。该报告每天通过其官方脸书页面向公众发布。此外，为确保每个病例的匿名性，数据集不含任何个人信息或患者身份标识。数据共包含24,295例病例，所含信息如下：年龄、性别、省级居住地、入院或入住隔离设施的日期，以及数据提取时病例已康复、死亡或仍在住院的状态。年龄分为四类，即儿童（0至12岁）、青少年（13至19岁）、成年人（20至59岁）和老年人（60岁及以上）。根据逆转录聚合酶链式反应检测的诊断日期计算生存天数。死亡状态按2021年5月20日（数据提取日期）时的情况分为死亡或存活。以各年龄—性别构成的人口数为分母，计算新冠肺炎相关死亡率。人口数据取自菲律宾统计局（PSA）的出版物；该政府机构负责在全国开展人口普查（PSA, 2020）。

2.2 统计分析

所有分类变量均以数量（n）和百分比（%）表示。采用卡方检验确定不同年龄—性别构成中新冠肺炎病例比例的差异。通过绘制 χ^2 检验残差相关图，考察易感性差异。此外，还利用男性与女性的性别比，比较该地区各省不同年龄组的易感性和死亡率。除用于衡量新冠肺炎死亡率的方法外，还计算了病死率。采用箱线图展示新冠肺炎患者的住院天数和生存天数，并显示数据集的最小值、最大值、中位数以及第一和第三四分位数。采用克鲁斯卡尔-沃利斯检验，考察不同年龄—性别构成的新冠肺炎患者住院天数和生存天数中位数的差异。对于所有检验，双尾P值小于 < 0.05 时，认为差异具有统计学意义。统计分析使用 R编程语言完成（R 核心团队，2013）。

3. 结果与讨论

研究期间，该地区共记录24,295例新冠肺炎病例（男性12,197例，女性12,098例）（表1）。男性死亡人数最多（60%）。按年龄组划分，成年组记录的新冠肺炎病例最多（73.9%），但老年人死亡人数最多（55.5%）。此外，在达沃大区各省中，南达沃省记录的病例（68.1%）和死亡人数（75.7%）均为最高。

表 1. 达沃大区新冠肺炎病例和死亡人数摘要

特征	病例 n (%)	死亡 n (%)
Sex		
Male	12,197 (50.2)	602 (60.0)
女性	12,098 (49.8)	402 (40.0)
年龄，中位数（四分位距）		
儿童（0-12岁）	1,602 (6.6)	26 (2.6)
青少年（13-19 岁）	1,692 (7.0)	9 (0.9)
成年人（20-60 岁）	17,952 (73.9)	412 (41.0)
老年人（≥ 60 岁）	3,049 (12.5)	557 (55.5)
达沃区省份		
南达沃省	16,554 (68.1)	760 (75.7)
北达沃省	4,381 (18.0)	149 (14.8)
金达沃省	1,658 (6.8)	50 (5.0)
东达沃省	1,466 (6.0)	36 (3.6)
西达沃省	236 (1.0)	9 (0.9)

3.1 按性别和年龄构成的易感性

表2显示了该地区从2020年3月至2021年4月不同年龄—性别构成的病例数及百分比。成年组的病例数在男性（74.0%）和女性（73.8%）中均居首位，其次是老年女性（13.1%）和老年男性（12.0%）。

表2. 2020年3月至2021年4月按性别和年龄组划分的新冠肺炎病例

性别组	年龄组			
	儿童	青少年	成年人	老年人
Men				
病例，n（%）	870（7.1）	838 (6.9)	9,029 (74.0)	1,460 (12.0)
女性				
病例，n (%)	732 (6.1)	854 (7.1)	8,923 (73.8)	1589 (13.1)

不同年龄-性别组合中新冠肺炎病例的比例存在显著差异（χ^2 检验，$p < .01$）（表2），这表明某些亚组比其他亚组更容易感染。

青少年和老年人中的女性新冠肺炎病例比例高于50%，而儿童和成年人中的男性病例比例高于50%。不同年龄-性别组合的新冠肺炎病例比例差异显著（χ^2 检验，$p < 0.01$）（图1a），这表明某些亚组比其他亚组更易感。为进一步探究这些易感性差异，研究通过相关图展示了χ^2检验的残差（图1b）。结果显示，在达沃大区的新冠肺炎病例中，男性儿童的易感性最高（以深蓝色大圆圈表示）。女性老年人对COVID-19感染的易感性仅次于其他年龄和性别构成。另一方面，女性儿童是易感性最低的亚组（以深红棕色大圆圈表示）。

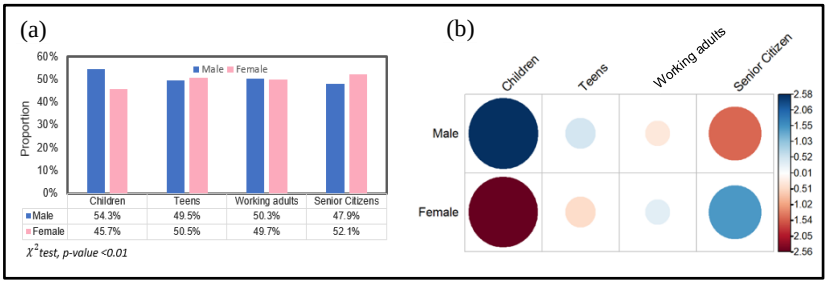

图 1. 按性别和年龄组划分的新冠肺炎病例

了解省级层面是否存在相同模式颇有意义。为此，表3展示了达沃大区各省不同年龄组新冠肺炎病例的男性对女性性别比。达沃大区由五个省组成，分别是南达沃省、北达沃省、金达沃省、东达沃省和西达沃省。观察发现，在该地区所有省份中，男性儿童的易感性均高于女性儿童（性别比：1.03至1.58）。这一结果与图1b中的相关图一致。此外，在金达沃省和东达沃省观察到男性老年人的易感性较低。相比之下，在南达沃省和北达沃省，男性对女性的性别比接近。

表3. 每10万人口中新冠肺炎病例的性别比

省	年龄组			
	儿童	青少年	成年人	老年人
南达沃省	1.12	1.09	1.00	1.07
北达沃省	1.03	0.78	0.80	1.04
金达沃省	1.58	0.79	0.81	0.92
东达沃省	1.03	0.77	0.77	0.80
西达沃省	1.21	1.11	1.29	1.22

结果显示，不同年龄组之间的易感性存在显著差异。与其他年龄—性别构成相比，男性儿童对COVID-19感染高度易感。这一模式在省级层面普遍存在。根据Bwire（2020）的观点，由于基于性别的免疫学差异，男性更易受到感染。此外，Simon等人（2015）强调，五岁以下儿童的免疫力较低，感染风险较高。尽管儿童对COVID-19及其他病毒感染非常易感，但他们对感染的应对能力较强，死亡风险低于其他年龄组（Nogrady，2020）。

3.2 住院时长

表4和图2展示了康复组患者，或在数据提取时被认定为已康复的患者的住院时长。女性患者在所有年龄组的住院时长均存在统计学差异（$p < 0.0001$）（图2b）。此外，老年人的住院天数最长，中位数和四分位距为19（15-27）天；其次是儿童和成年人，中位数和四分位距分别为13（11-15）天和13（10-17）天。男性组的结果几乎相同，但儿童和青少年的住院时长不存在统计学差异（图2a）。

表4. 男性和女性的住院时长

性别组	年龄组				
	儿童	青少年	成年人	老年人	P值
Men					
中位数	13	11	13	19	< 0.001
四分位距	11-15	9-16	11-18	15-27	
女性					
中位数	13	11	13	18	< 0.001
四分位距	11-15	8-15	10-17	16-29	

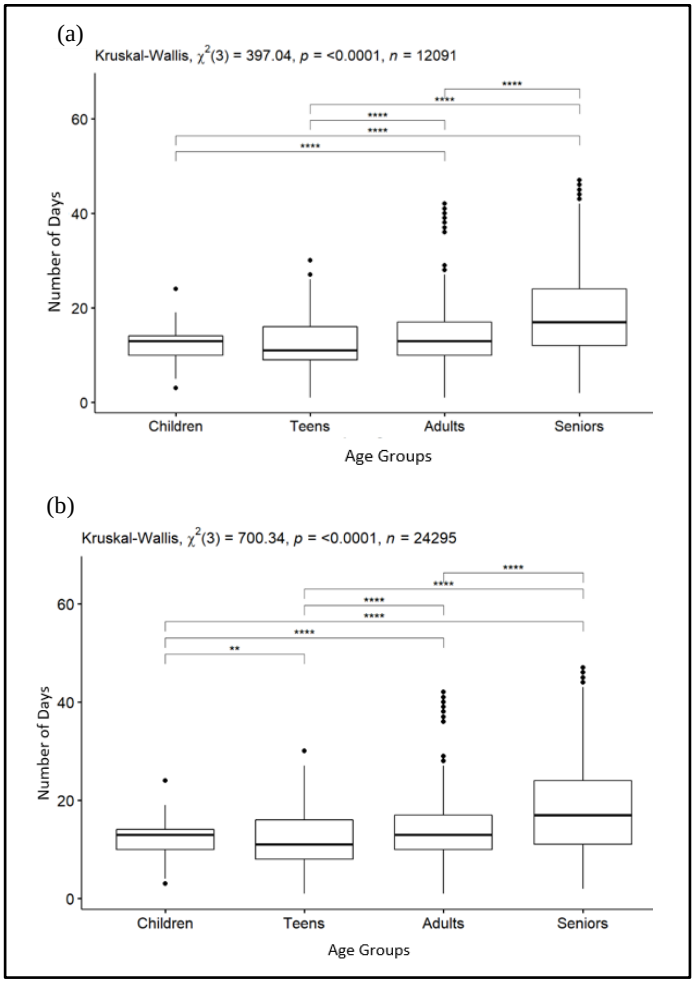

图2. 新冠肺炎康复病例的住院天数：男性组（a）和女性组（b）

结果显示，不同年龄组的住院时长存在显著差异。有趣的是，在新冠肺炎疫情早期开展的研究发现，不同年龄组的住院时长几乎没有或完全没有统计学差异（Qiu 等，2020年；Shi 等，2020年；Wei 等，2020年；Xia 等，2020年）。然而，近期研究表明，年龄是导致住院时间延长的重要因素；与本研究结果相似，老年人的住院时间最长（Chiam 等，2021年；Guo 等，2021年；Keegan 和 Lysons，2021年）。这些研究指出，由于新冠肺炎，老年新冠肺炎患者对重症监护的需求更高-

相关合并症。与其他年龄组相比，他们住院的概率较高。

3.3 病死率与死亡率

表5显示，报告的死亡病例大多为老年人——男性和女性分别占51.8%和60.9%。其次是成年人（男性：45%，女性：36%）。成年人与老年人中，男性的粗病死比显著高于女性。此外，除青少年外，所有年龄组中男性因新冠肺炎直接导致的每10万人口死亡率均显著高于女性（比例检验，$p < 0.01$）（表5）。

表5. 不同性别和年龄组的新冠肺炎病死率和死亡率

性别组	年龄组			
	儿童	青少年	成年人	老年人
死亡，n（%）				
Men	17 (2.8)	5 (0.8)	268 (44.5)	312 (51.8)
女性	9 (2.2)	4 (1.0)	144 (35.8)	245 (60.9)
病死率 (%)				
Men	2.0	0.6	3.0	21.4
女性	1.23	0.47	1.61	15.42
比例检验 P 值	0.052	0.629	< 0.01	< 0.01
每10万人口死亡率				
Men	1.23	0.65	9.91	71.15
女性	0.65	0.52	5.33	55.87
比例检验 P 值	< 0.01	0.518	< 0.01	< 0.01

通过考察该地区各省不同年龄组的男女死亡率比，对这些发现进行了分析。表6显示，各省新冠肺炎病例的性别死亡率比在老年人中均较高，不同省份的比值范围为1.01至1.54，这表明老年男性的死亡率高于其他年龄和性别组。此外，南达沃省男性儿童和成年人的性别死亡率比高于其他性别和年龄组。

正如分析结果所示，男性和女性老年人的死亡风险和病死率最高。这一结果与现有研究一致，这些研究指出，新冠肺炎患者的死亡率和病死率与高龄密切相关。（Ho 等人，2020年；Kang 和 Jung，2020年；Yanez 等人，2020年）。

表6. 死亡率的性别比

省	年龄组			
	儿童	青少年	成年人	老年人
南达沃省	1.87	1.23	1.92	1.54
北达沃省	0.95	0.95	1.41	1.30
金达沃省	1.00	0.93	1.77	1.05
东达沃省	1.05	0.93	0.90	1.01
西达沃省	0.94	0.96	0.93	1.10

4. 结论与建议

结果显示，达沃大区不同年龄—性别构成群体在新冠肺炎易感性、死亡率和住院天数方面存在显著差异。男性儿童和女性老年人是最易感的年龄—性别构成群体。无论性别如何，老年人的住院时间都更长，且其病死率和死亡率最高。

这些差异表明，年龄-性别构成可用于指导该地区的地方政府行政人员不时作出即时决策，包括对地方进行风险分层、分配和管理新冠肺炎资源，以及控制流动性。尽管所有人群均已开始接种疫苗（截至本文撰写时，五岁以下儿童除外），仍需加大宣传力度以提高疫苗接种率，从而降低感染和死亡风险，尤其是老年人。

5. 参考文献

Bwire, G.M.（2020）。冠状病毒：为什么男性比女性更容易感染新冠肺炎？SN Comprehensive Clinical Medicine，2(7)，874-876。https://doi.org/10.1007/s42399-020-00341-w

Ceballos, R.F.（2021年）。基于观察到的人口统计学和临床特征，对菲律宾早期新冠肺炎病例的死亡率进行分析。Recoletos Multidisciplinary Research Journal，9 0 1 1 96 106 1032871 2109 09（），-。https://doi.org/。/rmrj。.

Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., Qiu, Y., Wang, J., Liu, Y., Wei, Y., Xia, J., Yu, T., Zhang, X., 和 Zhang, L.（2020年）。中国武汉2019新型冠状病毒肺炎99例的流行病学和临床特征：一项描述性研究。《柳叶刀》，395(10223)，507-513。https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7

Chiam, T.，Subedi, K.，Chen, D.，Best, E.，Bianco, F. B.，Dobler, G.，& Papas, M.（2021年）。新冠肺炎阳性患者的住院时长。《临床与转化研究杂志》，7（3），377-385。

卫生部（DOH）。（2020年）。COVID-19 疫苗接种优先框架。取自 https://doh.gov.ph/Vaccines/when-will-the-COVID-19- available-to-me。

Dudley, J.P.，& Lee, N.T.（2020年）。中国和韩国 SARS-CoV-2 年龄特异性发病率和死亡率的差异。《临床传染病》，71（15），863-865。https://doi.org/10.1093/cid/ciaa354

Guo, A.，Lu, J.，Tan, H.，Kuang, Z.，Luo, Y.，Yang, T.，Xu, J.，Wen, J.，& Shen, A.（2021年）。新冠肺炎患者入院时的入院风险因素与住院时长的相关性：一项回顾性队列研究。《科学报告》，11（1），1-7。https://doi.org/10.1038/s41598-021-86853-4

Ho，F.K.、Petermann-Rocha，F.、Gray，S.R.、Jani，B.D.、Katikireddi，S.V.、Niedzwiedz，C.L.、Foster，H.、Hastie，C.E.、Mackay，D.F.、Gill，J.M.R.、O'Donnell，C.、Welsh，P.、Mair，F.、Sattar，N.、Celis-Morales，C.A.、& Pell，J. P.（2020年）。在不存在其他风险因素的情况下，高龄是否与新冠肺炎死亡率相关？一项针对470,034名参与者的普通人群队列研究。《公共科学图书馆·综合》，15（11），e0241824。https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241824

新发传染病管理跨部门工作组。（2020年）。2019冠状病毒病（新冠肺炎）疫情管理建议。取自 https://doh.gov.ph/sites/default/files/health- update/IATF-RESO-12.pdf

Jin, J.M.，Bai, P.，He, W.，Liu, S.，Wu, F.，Liu, X.F.，Han, D.M.，Liu, S.，& Yang, J.K.（2020年）。男性新冠肺炎患者的严重程度和死亡率较高，且与年龄和易感性无关。《公共卫生前沿》，8，152。https://doi.org/10.3389/fpub h.2020.00 152

Kang, S.J., & Jung, S.I.（2020年）。新冠肺炎患者与年龄相关的发病率和死亡率。《感染与化疗》，52(2)，154-164。https://doi.org/10.394 7/ic.2020.52.2.154

Keegan, C.（2020年）。确诊新冠肺炎病例的住院概率和住院时长。取自 http://aei.pitt.edu/103478/1/OP EA181_0-1.pdf

Mallapaty，S.（2020年）。邮轮疫情暴发揭示了新冠肺炎的哪些情况。摘自 https://www.nature.com/articles/d41586-020-00885-w

Simon, A.K., Hollander, G.A., & McMichael, A. (2015). 人类免疫系统从婴儿期到老年的演化。《英国皇家学会学报B辑：生物科学》，282(1821)，20143085。https://doi.org/10.1098/rspb.2014.3085

Nogrady, B. (2020)。儿童的免疫系统如何抵御新冠肺炎。《自然》，382-382。https://doi.org/10.1038/d41586-020-03496-7

菲律宾统计局（PSA）。(2020)。基于2015年人口普查的更新版年中人口预测，按五岁年龄组、性别、单个日历年和省划分：2015-2025年。取自https://psa.gov.ph/statistics/census/projected- population。

Qiu, H., Wu, J., Hong, L., Luo, Y., Song, Q., & Chen, D. (2020)。中国浙江省36名2019冠状病毒病（新冠肺炎）儿童的临床和流行病学特征：一项观察性队列研究。《柳叶刀·传染病》，20(6)，689-696。https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30198-5

R 核心团队。（2013）。用于统计计算的语言和环境 [计算机软件]。奥地利维也纳：R 统计计算基金会。

Shereen, M.A.、Khan, S.、Kazmi, A.、Bashir, N. 和 Siddique, R.（2020年）。COVID-19感染：人冠状病毒的起源、传播和特征。《高级研究杂志》，24，91。

Shi, C.、Wang, C.、Wang, H.、Yang, C.、Cai, F.、Zeng, F.、Cheng, F.、Liu, Y.、Zhou, T.、Deng, B.、Vlodavsky, I.、Li, J.P. 和 Zhang, Y.（2020年）。低分子量肝素缓解重症新冠肺炎患者细胞因子风暴的潜力：一项回顾性临床研究。《临床与转化科学》，13(6)，1087-1095。https://doi.org/10.1111/cts.12880

ul Qamar, M.T., Alqahtani, S. M., Alamri, M.A., & Chen, L.L. (2020年). SARS-CoV-2 3CLpro的结构基础及从药用植物中发现抗新冠肺炎药物。《药物分析杂志》，10(4)，313-319。https://doi.org/10.1016/j.jpha.20 20.03.009

Wei, C., Lee, C.C., Hsu, T.C., Hsu, W.T., Chan, C.C., Chen, S.C., & Chen, C.J. (2021年). 新冠肺炎人口死亡率与检测覆盖率的相关性：对36个经合组织国家的比较。《流行病学与感染》，149(1e)，1-6。https://doi.org/ 10.1017/S0950268820003076

Xia, W., Shao, J., Guo, Y., Peng, X., Li, Z., & Hu, D. (2020年). COVID-19感染儿科患者的临床及CT特征：与成年人的不同之处。《儿科肺病学》，55(5)，1169-1174。https://doi.org/10.1002/ppul.24718

Yanez, N.D., Weiss, N.S., Romand, J.A., & Treggiari, M.M. (2020年). 老年男性和女性的新冠肺炎死亡风险。《BMC公共卫生》, 20(1), 1742. https://doi.o rg/10.1186/s12889-020-09826-8