



# Réponse à la lettre : « Une logique circulaire et une modélisation imparfaite compromettent les conclusions de l'article sur les interventions non pharmaceutiques »

## Au rédacteur en chef :

Grant *et al.* ont formulé des critiques à l'égard de notre récent article dans le *Relevé des maladies transmissibles au Canada* (1), principalement en ce qui concerne notre exploration des effets des interventions non pharmaceutiques (INP). Nous soulignons que l'article explore les effets combinés des INP et des vaccinations sur les résultats de la pandémie jusqu'en avril 2022. Grant *et al.* prétendent que l'article n'est pas impartial et n'utilise pas des données robustes, mais nous rejetons ces affirmations. Les données d'entrée du modèle sont tirées soit de la littérature scientifique (d'après un balayage/examen de la littérature sur la maladie à coronavirus 2019 [COVID-19] effectué chaque jour depuis février 2020 par l'Agence de la santé publique du Canada [l'Agence]), soit de l'ajustement aux données de surveillance et autres (voir le tableau A5 des [documents supplémentaires](#)). Grant *et al.* affirment que les hypothèses utilisées dans le modèle sont incorrectes (mais ne précisent pas quelles sont, selon eux, ces erreurs). Nous estimons que le modèle utilisé pour l'analyse contre-factuelle dans l'article est crédible, qu'il repose sur des données et des méthodologies solides et qu'il a fait l'objet de trois examens indépendants et critiques par des pairs afin d'être publié dans des revues scientifiques réputées et à fort impact (2–4). Grant *et al.* affirment que nous utilisons un raisonnement circulaire, et que l'attribution de la causalité entre les INP et l'incidence est inappropriée. Nous rejetons également ces revendications, comme expliqué dans les réponses suivantes.

Grant *et al.* affirment que les INP restrictives (telles que les fermetures d'écoles et d'entreprises, les ordres de rester à la maison, les couvre-feux, la quarantaine) ne font « pas partie des plans de lutte contre une pandémie existants ». À l'appui de cette affirmation, ils citent une publication de l'Organisation mondiale de la Santé (Global Influenza Program 2019) (5). Cependant, dans cette publication et dans d'autres documents propres au Canada (Gouvernement du Canada 2019) (6), il est clair que les INP restrictives font effectivement partie des plans de lutte contre une pandémie qui étaient en place avant la COVID-19. La position de Grant *et al.* est que l'utilité des INP est, et a été, discutable. Ils affirment que les études les plus solides réalisées à ce jour (selon leurs termes « les essais randomisés, les essais randomisés par grappes et les études cas-témoins solides ») n'ont montré que de faibles effets des INP. Cependant, à l'exception d'une étude sur l'utilisation des

masques qui n'a pas testé le rôle des masques dans le contrôle à la source de l'infection par le SRAS-CoV-2 (7) (dans laquelle les auteurs déclarent que les résultats « ne doivent pas être utilisés pour conclure qu'une recommandation pour que tout le monde porte des masques dans la communauté ne serait pas efficace pour réduire l'infection par le SRAS-CoV-2 »), les études citées par Grant *et al.* ne sont pas des essais randomisés ou des études cas-témoins, mais des analyses rétrospectives de la rigueur des INP comparées aux données de surveillance. Pour un virus respiratoire, la réduction du taux de transmission est le seul résultat possible des mesures restrictives qui réduisent les taux quotidiens de contact entre les membres du public, pour autant que le public se conforme aux mesures (comme l'a fait la majorité au Canada) (8). Les vagues croissantes de cas de COVID-19 ont entraîné une augmentation des hospitalisations et une pression sur la capacité des unités de soins intensifs, ce qui a conduit à la réimplémentation des INP restrictives, après quoi les cas et les hospitalisations ont à nouveau diminué, comme le montre la figure 1 de l'article. Certaines études ont effectivement trouvé de faibles associations entre les INP et l'incidence, mais il y a de nombreuses raisons à cela, notamment l'utilisation de méthodes statistiques qui peuvent être sous-optimales, des problèmes avec les données de surveillance et la mesure des INP, et des schémas complexes de mise en œuvre et de levée des INP. L'article de Rees *et al.* cité dans notre article (9) a effectivement trouvé une relation robuste et logique entre la rigueur des INP et l'incidence au Canada, tout comme un autre article cité dans l'article.

Grant *et al.* affirment que nous confondons l'utilisation du taux de mortalité par cas (TMC) et du taux de mortalité par infection (TMI), délibérément ou par ignorance. Nous sommes pleinement conscients des différences entre le TMC et le TMI, et de l'importance de ce point dans le contexte de la COVID-19, où près d'un tiers des infections ont probablement été asymptomatiques. Au début de la pandémie, les valeurs étaient citées en tant que TMC jusqu'à ce qu'il devienne clair qu'il y avait une infection asymptomatique, après quoi la métrique appropriée était le TMI. Nous avons connaissance d'une série d'estimations du TMI réalisées à différents moments et pour différentes populations, notamment en ce qui concerne l'âge de la population — les populations plus âgées ont tendance à



avoir plus de comorbidités et un TMI plus élevé. La littérature citée par Grant *et al.* ne soutient pas leur argument et s'aligne mieux sur nos estimations. L'étude qu'ils citent, réalisée par Ioannidis *et al.* (10) a examiné les estimations du TMI pour une série de pays ayant des démographies d'âge très différentes — le TMI dans les pays européens similaires au Canada (Angleterre, Belgique, Espagne, Italie) était fréquemment estimé à plus de 1 %. L'étude danoise qu'ils citent (11) portait sur des personnes âgées de moins de 70 ans et ne peut donc pas être utilisée à des fins de comparaison. Une autre étude du Danemark qu'ils citent (12) explore le TMI dans la population danoise pendant la vague causée par le variant Omicron à faible virulence, alors qu'une forte proportion des infections étaient des cas d'infection post-vaccinale — des circonstances qui devraient donner une estimation du TMI extrêmement faible. Encore une fois, cette étude ne constitue pas un comparateur approprié. Dans l'étude de l'équipe de prévision COVID-19 (13) citée par Grant *et al.*, les estimations du TMI au Canada variaient de plus de 1 % à 0,67 % au cours de l'année 2020 et au début de l'année 2021, ce qui est conforme à nos propres études (3,4,14), nous ne comprenons donc pas comment Grant *et al.* peuvent affirmer qu'un TMI de 1 % est une « importante surestimation ». Si le TMI a probablement diminué au cours de la première année de la pandémie en raison de l'amélioration des thérapies (comme l'indique l'étude de l'équipe de prévision COVID-19) (13), le TMI a ensuite augmenté en raison de l'émergence des variants Alpha et Delta, plus virulents, et l'impact combiné de ces facteurs est pris en compte dans la modélisation contrefactuelle. Il est clair dans les méthodes, et en consultant le tableau 3, que le modèle tient entièrement compte des infections asymptomatiques, et les sorties du modèle des infections symptomatiques (susceptibles d'être des « cas ») et asymptomatiques (peu susceptibles d'être des « cas ») sont explicitement indiquées. Grant *et al.* semblent supposer que les estimations du TMI citées dans l'article proviennent d'un simple calcul des données présentées sur les cas et les décès déclarés dans le tableau 1 de l'article, mais il est explicite dans le tableau que le nombre de cas enregistrés dans la surveillance sous-estime le nombre réel d'infections, et des citations sont fournies pour les estimations du TMI.

Grant *et al.* affirment que nous nous appuyons sur des « modèles mathématiques défectueux et discrédités », citant un article de Ioannidis *et al.* (15). Cet article a examiné les résultats des prévisions basées sur un modèle, ce qui n'est pas le type de modèle utilisé dans notre étude. Il est vrai que les modèles paramétrés avec des valeurs de paramètres incorrectes, ou ajustés à des données qui ne sont pas solides, produiront probablement des résultats inexacts. Cependant, il arrive souvent que les prévisions faites par de bons modèles ne se réalisent pas, surtout si, sur la base de ces prévisions, les politiques changent pour mieux contrôler l'épidémie. Le modèle utilisé pour l'analyse contrefactuelle est un modèle informatique basé sur les agents qui simule les actions et les interactions des individus et qui est particulièrement adapté à l'étude de l'efficacité de différents scénarios d'interventions (contrairement

aux prévisions) qui dépendent fortement de la dynamique de la communauté et de la population, comme l'efficacité des INP et des vaccins.

Grant *et al.* affirment que le modèle « suppose l'efficacité des INP pour prouver que les INP sont efficaces » et que « ce seul raisonnement circulaire aurait dû disqualifier cet article au stade de l'examen par les pairs ». Dans ce document, nous ne « présumons » pas de l'efficacité des INP. Nous citons effectivement des articles qui soutiennent l'efficacité des INP, et nous comparons visuellement l'incidence et la rigueur des INP (dans la figure 1), mais nous modélisons ensuite les impacts de la mise en œuvre et de la levée des INP au Canada. Dans le modèle, les INP ont un impact sur les contacts entre les agents (i.e. les membres du public) ou sur la probabilité de transmission lorsque des contacts se produisent, ce qui est éclairé par des estimations tirées de la littérature scientifique (un balayage et un examen de la littérature sur la COVID-19 sont effectués chaque jour par l'Agence), de sources de données canadiennes (e.g. l'occupation des hôpitaux, la prise de vaccin, les données sur la mobilité de source ouverte) ou de l'ajustement aux données de surveillance. Par exemple, les fermetures restrictives ont été modélisées sur la base de la réduction de la mobilité par rapport à l'accès libre, les données au niveau de la population associées aux changements de l'indice de rigueur, et les réductions associées des taux de contact ont été basées sur des enquêtes auprès du public canadien qui ont été menées à plusieurs moments au cours de la pandémie. Les entrées du modèle (toutes décrites dans les documents supplémentaires) reflétaient donc les changements dans les INP à divers moments de la pandémie selon ce qui s'est réellement produit, tandis que les sorties du modèle évaluaient l'efficacité de ces INP sur l'épidémie. Il n'y a donc pas d'argument circulaire associé au fait que nous sélectionnons des valeurs d'efficacité élevées à un niveau irréaliste pour les INP dans la modélisation, car les valeurs d'efficacité simples pour les INP ne sont pas des données d'entrée du modèle.

Grant *et al.* suggèrent que notre estimation de la limite supérieure de 800 000 décès dans le pire des cas dans l'analyse contrefactuelle est déraisonnable. Ils estiment que cela signifierait un TMI de 3 % et un taux de mortalité quatorze fois supérieur à celui observé en Suède. Nous soulignons que cette estimation contrefactuelle la plus défavorable obtenue dans le modèle n'inclut pas la vaccination et tient compte de l'affaiblissement de l'immunité post-infection acquise lors de la vague 1 (selon les estimations actuelles de l'affaiblissement de l'immunité contre l'infection et les issues graves), ce qui permet à une grande vague de réinfections associée à la vague Delta plus virulente de se produire (voir la figure 4). Le TMI global dans ce scénario contrefactuel reste de 1 % comme on peut l'estimer à partir des données de sortie du modèle dans le tableau 3. Il n'est pas correct de comparer cette estimation contrefactuelle avec les données observées en Suède où les INP et les vaccinations ont été mises en œuvre.



Grant *et al.* semblent supposer que la figure 1 de l'article, qui compare la chronologie des variations de la rigueur des INP et l'incidence de la COVID-19, est utilisée pour attribuer la causalité de l'incidence à la rigueur des INP. Toutefois, la figure 1 n'est qu'une description imagée de la chronologie de l'épidémie et de la mise en œuvre et de la diffusion des INP. Il s'agit d'une simplification, car, bien entendu, il y a eu des variations interprovinciales dans le calendrier de mise en œuvre et de publication des différentes INP. Il n'y a aucune tentative d'inférer la causalité à partir de ce diagramme; la causalité est inférée à partir d'analyses statistiques plus détaillées citées dans l'article (8,16).

Grant *et al.* affirment que nous n'avons pas pris en compte d'autres explications, notamment les taux de mortalité inférieurs en Colombie-Britannique par rapport au Québec alors que la rigueur des INP était plus élevée dans cette dernière province et que les taux de mortalité sont affectés par des facteurs tels que la structure d'âge, le taux d'obésité, la densité de population et la disparité économique. D'après notre expérience, la rigueur des INP et les taux de mortalité varient entre les provinces et les territoires en fonction d'un certain nombre de facteurs, notamment le nombre de cas détectés initialement pendant la pandémie, les caractéristiques intrinsèques de la transmission au sein de la province ou du territoire, la capacité des soins de santé, etc. Cet article a examiné le Canada dans son ensemble plutôt que de disséquer les variations régionales, mais nous soulignons dans l'article l'intérêt de futures analyses par juridiction. Certaines différences interprovinciales dans les taux de mortalité sont associées à des épidémies dans les établissements de soins de longue durée, qui ont été plus graves dans certaines provinces que dans d'autres, et il convient de noter que certaines disparités interprovinciales sont dues à des différences dans l'exhaustivité de la déclaration des cas et des décès. La déclaration des décès au Québec était probablement plus complète que dans les autres provinces (17). Les épidémies survenues dans les établissements de soins de longue durée ne sont pas prises en compte dans les résultats de la modélisation contrefactuelle et ne les gonflent pas non plus, car le modèle représente le nombre de base d'infections, d'hospitalisations et de décès, à l'exclusion des épidémies telles que celles observées dans les établissements de soins de longue durée, les hôpitaux et d'autres épidémies localisées (voir les documents supplémentaires). La modélisation contrefactuelle est donc une estimation prudente de l'efficacité des INP et de la vaccination au Canada. De plus, le taux de mortalité utilisé dans la modélisation contrefactuelle a été dérivé des données de surveillance nationale des 200 000 premiers cas signalés au Canada; cela prend en compte de manière inhérente certaines des complexités que Grant *et al.* ont soulignées, notamment la structure d'âge, la densité de population, la disparité socio-économique et les comorbidités telles que l'obésité qui varient à travers le Canada.

Grant *et al.* reprochent à l'article d'avoir choisi des pays de comparaison inappropriés (« deux îles isolées [Nouvelle-Zélande et Australie] et un pays sans frontières terrestres fonctionnelles [Corée du Sud] ») et déclarent que « les auteurs [...] oublient opportunément que ces pays ont ensuite connu des épidémies massives ». L'approche zéro COVID pour la gestion de la COVID-19 a été présentée dans notre article comme une alternative qui a été adoptée par certains pays ou administrations. Il a été précisé que cette approche n'était possible que dans certaines circonstances, comme l'ont indiqué Grant *et al.* Ceux qui ont adopté cette approche ont enregistré moins de décès par habitant que les pays qui ne l'ont pas fait, jusqu'au début de 2022, date à laquelle le variant Omicron est apparu, et les INP de ces pays ont été levées. Après la levée des INP, et la transmission de la COVID-19 sans restriction, on s'attendait à une augmentation significative des infections et des décès dans ces pays, comme cela s'est produit dans de nombreux pays, dont le Canada, avec la levée des INP. Il est clairement indiqué dans l'article que « lorsque le variant Omicron est apparu, la plupart de ces pays ont connu des épidémies majeures... » une fois les INP levées. Des hospitalisations et des décès sont survenus dans les pays « zéro COVID » pendant les vagues Omicron parce que, malgré les niveaux élevés d'utilisation des vaccins, de nombreuses personnes n'ont pas été vaccinées et, bien sûr, malgré que les vaccins sont très efficaces contre les conséquences graves, ils ne le sont pas à 100 %. Malgré tout, à ce jour, les taux de décès en Australie et en Nouvelle-Zélande (environ 57 et 39 pour 100 000 habitants au moment de la rédaction du présent rapport) sont nettement inférieurs à ceux du Canada (118 pour 100 000 au moment de la rédaction du présent rapport) et des États-Unis (311 pour 100 000 au moment de la rédaction du présent rapport).

Grant *et al.* reprochent aux auteurs de ne pas avoir pris en compte les conséquences involontaires des INP. Il est précisé dans l'article que l'étude des cas et des décès liés à la COVID-19 est notre point de départ pour explorer les scénarios contrefactuels, mais l'article montre l'incidence potentiellement catastrophique de la COVID-19 au Canada si les mesures de santé publique et la vaccination n'avaient pas été mises en œuvre comme elles l'ont été. Comme mentionné dans l'article, des études futures sont nécessaires pour explorer l'ensemble des conséquences de la COVID-19, de la COVID longue et des conséquences involontaires des INP, qui dépassent le cadre de cet article. Une façon d'explorer l'impact total est la surmortalité. Si l'on a l'impression que les décès dus aux conséquences involontaires des INP peuvent être importants, il n'y a pas beaucoup de preuves, à quelques exceptions près, comme l'impact sur les décès par surdose en Colombie-Britannique. Dans les pays où la COVID est nulle, le nombre de décès était généralement inférieur à celui des années précédant la pandémie, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les INP réduisent la transmission d'une série d'autres maladies infectieuses (18,19). Lorsque les analyses ont révélé une surmortalité significative par rapport aux décès déclarés,



celle-ci était principalement attribuable à une sous-déclaration des décès liés à la COVID-19, plutôt qu'à des décès dus à des conséquences involontaires des INP (18). Il faut également reconnaître que les retards dans le diagnostic et le traitement de maladies non-COVID-19, comme le cancer, étaient probablement dus au fait que les capacités des hôpitaux étaient débordées par les patients COVID-19. Il a été avancé que la réimplémentation tardive des restrictions visant à contrôler la transmission a contribué aux décès non liés à COVID-19 en raison du report des procédures diagnostiques et chirurgicales de routine (20–22).

Grant *et al.* considèrent que l'équipe d'auteurs, en tant que membres de l'Agence, aurait en fait un intérêt concurrent à produire une évaluation favorable de la gestion de l'épidémie au Canada en raison de notre responsabilité dans la prise de décision. Cette perception n'est pas correcte. Au cours d'une pandémie, les responsables de l'Agence, et l'administratrice en chef de la santé publique (23), ont un rôle clé à jouer pour fournir des recommandations fondées sur des données probantes et des conseils sur les meilleures pratiques, et tous les auteurs ont participé à l'élaboration et à la communication de ces informations scientifiques. En outre, l'Agence joue un rôle clé en servant de centre national de liaison avec les partenaires nationaux et internationaux et en facilitant les actions de santé publique. À l'exception des mesures prises à nos frontières internationales, les décisions relatives à la mise en œuvre des INP et à l'administration des vaccins ont toujours été du ressort des gouvernements provinciaux et territoriaux, en consultation avec leurs propres conseillers en santé publique. Bien que l'Agence ait élaboré des directives et des recommandations pour faciliter les interventions des provinces et des territoires, la tendance générale des changements dans les INP au cours de la pandémie, telle que décrite à la figure 1, provient des décisions prises à l'échelle provinciale et territoriale. Dans cet article, nous commentons donc ce qui s'est passé en tant qu'observateurs informés de la mise en œuvre et de la levée des INP — et non en tant qu'architectes. Nous insistons sur le fait que cet article vise à décrire ce qui aurait pu se passer avec des niveaux inférieurs d'utilisation des INP et de prise des vaccins. Elle montre que les résultats en termes de cas de COVID-19, d'hospitalisations et de décès ont pu être bien pires que ce qui s'est réellement produit en les comparant à des scénarios contrefactuels dans une étude de modélisation et en les comparant aux résultats obtenus dans d'autres pays. Il ne cherche pas à savoir si la gestion de la pandémie au Canada a été optimale ou non, et nous avons été explicites quant à la nécessité d'une étude plus approfondie à ce sujet.

## Références

1. Ogden NH, Turgeon P, Fazil A, Clark J, Gabriele-Rivet V, Tam T, Ng V. Scénarios contrefactuels des effets de la vaccination et des mesures de santé publique sur les cas de COVID-19 au Canada : qu'est-ce qui aurait pu arriver? *Relevé des maladies transmissibles au Canada* 2022;48(7/8):322–33. [DOI](#)
2. Ng V, Fazil A, Waddell LA, Bancej C, Turgeon P, Otten A, Atchessi N, Ogden NH. Projected effects of nonpharmaceutical public health interventions to prevent resurgence of SARS-CoV-2 transmission in Canada. *CMAJ* 2020;192(37):E1053–64. [DOI PubMed](#)
3. Ng V, Fazil A, Waddell LA, Turgeon P, Otten A, Ogden NH. Modelling the impact of shutdowns on resurging SARS-CoV-2 transmission in Canada. *R Soc Open Sci* 2021;8(5):210233. [DOI PubMed](#)
4. Gabriele-Rivet V, Spence KL, Ogden NH, Fazil A, Turgeon P, Otten A, Waddell LA, Ng V. Modelling the impact of age-stratified public health measures on SARS-CoV-2 transmission in Canada. *R Soc Open Sci* 2021;8(11):210834. [DOI PubMed](#)
5. World Health Organization. Global Influenza Program. Non-pharmaceutical public health measures for mitigating the risk and impact of epidemic and pandemic influenza. Geneva (CH): WHO; 2019. <https://www.who.int/publications/i/item/non-pharmaceutical-public-health-measures-for-mitigating-the-risk-and-impact-of-epidemic-and-pandemic-influenza>
6. Agence de la santé publique du Canada. Mesures de santé publique : Préparation du Canada en cas de grippe pandémique : Guide de planification pour le secteur de la santé. Ottawa, ON : ASPC; 2019. <https://www.canada.ca/en/public-health/services/flu-influenza/canadian-pandemic-influenza-preparedness-planning-guidance-health-sector/public-health-measures.html>
7. Bundgaard H, Bundgaard JS, Raaschou-Pedersen DET, von Buchwald C, Todsén T, Norsk JB, Pries-Heje MM, Vissing CR, Nielsen PB, Winsløw UC, Fogh K, Hasselbalch R, Kristensen JH, Ringgaard A, Porsborg Andersen M, Goecke NB, Trebbien R, Skovgaard K, Benfield T, Ullum H, Torp-Pedersen C, Iversen K. Effectiveness of Adding a Mask Recommendation to Other Public Health Measures to Prevent SARS-CoV-2 Infection in Danish Mask Wearers : A Randomized Controlled Trial. *Ann Intern Med* 2021;174(3):335–343. [DOI](#)



8. Brankston G, Merkley E, Loewen PJ, Avery BP, Carson CA, Dougherty BP, Fisman DN, Tuite AR, Poljak Z, Greer AL. Pandemic fatigue or enduring precautionary behaviours? Canadians' long-term response to COVID-19 public health measures. *Prev Med Rep* 2022;30:101993. [DOI PubMed](#)
9. Rees EE, Avery BP, Carabin H, Carson CA, Champredon D, de Montigny S, Dougherty B, Nasri BR, Ogden NH. Efficacité des interventions non pharmaceutiques pour réduire la transmission du SRAS-CoV-2 au Canada et leur association avec les taux d'hospitalisation relatifs à la COVID-19. *Relevé des maladies transmissibles au Canada* 2022;48(10):484–95. [DOI](#)
10. Ioannidis JP. Infection fatality rate of COVID-19 inferred from seroprevalence data. *Bull World Health Organ* 2021;99(1):19–33F. [DOI PubMed](#)
11. Kaspersen KA, Hindhede L, Boldsen JK, Mikkelsen S, Vestergaard LS, Berthelsen AN, Moustsen-Helms IR, Holm DK, Nilsson AC, Sækmose SG, Sørensen E, Harritshøj LH, Aagaard B, Hjalgrim H, Lillevang ST, Jørgensen CS, Krause TG, Ullum H, Pedersen OB, Ostrowski SR, Erikstrup C. Estimation of SARS-CoV-2 infection fatality rate by age and comorbidity status using antibody screening of blood donors during the COVID-19 epidemic in Denmark. *J Infect Dis* 2022;225(2):219–28. [DOI PubMed](#)
12. Erikstrup C, Laksafoss AD, Gladov J, Kaspersen KA, Mikkelsen S, Hindhede L, Boldsen JK, Jørgensen SW, Ethelberg S, Holm DK, Bruun MT, Nissen J, Schwinn M, Brodersen T, Mikkelsen C, Sækmose SG, Sørensen E, Harritshøj LH, Aagaard B, Dinh KM, Busch MP, Jørgensen CS, Krause TG, Ullum H, Ostrowski SR, Espenhain L, Pedersen OBV. Seroprevalence and infection fatality rate of the SARS-CoV-2 Omicron variant in Denmark: A nationwide serosurveillance study. *Lancet Reg Health Eur* 2022;21:100479. [DOI PubMed](#)
13. COVID-19 Forecasting Team. Variation in the COVID-19 infection-fatality ratio by age, time, and geography during the pre-vaccine era: a systematic analysis. *Lancet* 2022;399(10334):1469–88. [DOI PubMed](#)
14. Dougherty BP, Smith BA, Carson CA, Ogden NH. Exploring the percentage of COVID-19 cases reported in the community in Canada and associated case fatality ratios. *Infect Dis Model* 2021;6:123–32. [DOI PubMed](#)
15. Ioannidis JP, Cripps S, Tanner MA. Forecasting for COVID-19 has failed. *Int J Forecast* 2022;38(2):423–38. [DOI PubMed](#)
16. Haug N, Geyrhofer L, Londei A, Dervic E, Desvars-Larrive A, Loreto V, Pinior B, Thurner S, Klimek P. Ranking the effectiveness of worldwide COVID-19 government interventions. *Nat Hum Behav* 2020;4(12):1303–12. [DOI PubMed](#)
17. La Société royale du Canada. Surmortalité toutes causes confondues pendant l'épidémie de COVID-19 au Canada. Ottawa, ON : SRC; 2021. <https://rsc-src.ca/fr/covid-19-policy-briefing/surmortalit%C3%A9-toutes-causes-confondues-pendant-l%E2%80%99C3%A9pid%C3%A9mie-de-covid-19-au>
18. COVID-19 Excess Mortality Collaborators. Estimating excess mortality due to the COVID-19 pandemic: a systematic analysis of COVID-19-related mortality, 2020–21. *Lancet* 2022;399(10334):1513–36. [DOI PubMed](#)
19. Meyerowitz-Katz G, Bhatt S, Ratmann O, Brauner JM, Flaxman S, Mishra S, Sharma M, Mindermann S, Bradley V, Vollmer M, Merone L, Yamey G. Is the cure really worse than the disease? The health impacts of lockdowns during COVID-19. *BMJ Glob Health* 2021;6(8):e006653. [DOI PubMed](#)
20. Duong D. Doctors warn of late diagnoses as cancer screening backlog grows. *CMAJ* 2021;193(22):E811–2. [DOI PubMed](#)
21. Malagón T, Yong JH, Tope P, Miller WH Jr, Franco EL; McGill Task Force on the Impact of COVID-19 on Cancer Control and Care. Predicted long-term impact of COVID-19 pandemic-related care delays on cancer mortality in Canada. *Int J Cancer* 2022;150(8):1244–54. [DOI PubMed](#)
22. Ontario COVID-19 Science Advisory Table. Critical care capacity during the COVID-19 pandemic. *Science Table*; 2021. <https://covid19-sciencetable.ca/sciencebrief/critical-care-capacity-during-the-covid-19-pandemic/>
23. Agence de la santé publique du Canada. Le rôle de l'administrateur en chef de la santé. Ottawa, ON : ASPC; 2016. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/organisation/structure-organisationnelle/administrateur-chef-sante-publique-canada/role-administrateur-chef-sante.html>