



Tendances des conséquences de la COVID-19 selon le statut vaccinal au Canada, décembre 2020 à janvier 2022

Demy Dam¹, Sharifa Merali^{1*}, Michelle Chen¹, Cameron Coulby¹, Brigitte Ho Mi Fane², Felix Bang¹, Jordan Robson¹, Samara David¹

Résumé

Contexte : La pandémie de maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) au Canada a évolué rapidement. Depuis la fin de 2020, les vaccins contre la COVID-19 ont été utilisés pour offrir une protection contre les conséquences graves en présence de variants préoccupants en circulation.

Objectif : Ce rapport de surveillance fournit une analyse descriptive rétrospective des tendances nationales des cas de COVID-19 et des conséquences graves selon le statut vaccinal, mettant en contexte les tendances par rapport aux données démographiques des cas et aux variants préoccupants en circulation, de décembre 2020 à janvier 2022.

Méthodes : Les données de surveillance des cas et de la couverture vaccinale ont été obtenues à partir de l'Ensemble national de données sur les cas de COVID-19 et du Système canadien de surveillance de la couverture vaccinale contre la COVID-19 pour 12 des 13 provinces et territoires. Des analyses descriptives ont été réalisées pour décrire les tendances au fil du temps chez les personnes âgées de 12 ans et plus en fonction des conséquences de la COVID-19, du statut vaccinal et des données démographiques. Les taux d'incidence normalisés et répartis par âge et les ratios de taux d'incidence ont été calculés pour les cas, les hospitalisations et les décès.

Résultats : De la mi-2021 à la fin 2021, les taux d'incidence des cas et des conséquences graves étaient systématiquement les plus bas chez ceux ayant complété une série primaire et les plus élevés chez ceux qui étaient non-vaccinés. Les personnes non vaccinées étaient beaucoup plus susceptibles d'être hospitalisées ou de mourir que celles ayant complété une série primaire pendant toutes les périodes de variant. Les taux de conséquences graves par âge étaient systématiquement les plus élevés chez les personnes âgées de 80 ans et plus, quel que soit le statut vaccinal.

Conclusion : La vaccination reste l'une des interventions de santé publique les plus importantes, en particulier chez les personnes âgées, afin de les protéger contre les conséquences graves de la COVID-19 à mesure que la pandémie évolue. Le suivi régulier des conséquences de la COVID-19 en fonction du statut vaccinal peut permettre d'identifier les changements dans l'épidémiologie de la COVID-19 et d'orienter les actions et les politiques de santé publique.

Citation proposée : Dam D, Merali S, Chen M, Coulby C, Ho Mi Fane B, Bang F, Robson J, David S. Tendances des conséquences de la COVID-19 selon le statut vaccinal au Canada, décembre 2020 à janvier 2022. *Relevé des maladies transmissibles au Canada* 2024;50(1/2):46–55. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v50i12a05f>

Mots-clés : COVID-19, vaccination, conséquences graves, surveillance, santé publique

Cette oeuvre est mise à la disposition selon les termes de la licence internationale Creative Commons Attribution 4.0



Affiliations

¹ Centre des infections émergentes et respiratoires et de la préparation aux pandémies, Agence de la santé publique du Canada, Ottawa, ON

² Centre de surveillance de l'immunisation, Agence de la santé publique du Canada, Ottawa, ON

*Correspondance :

sharifa.merali@phac-aspc.gc.ca



Introduction

La pandémie de maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) a été l'une des crises de santé publique les plus importantes du siècle dernier, entraînant une augmentation de la morbidité et de la mortalité, ainsi que des perturbations sociales et économiques au Canada et dans le monde entier (1,2). Avant que les vaccins aient été initialement autorisés au Canada le 9 décembre 2020, des mesures de santé publique vastes et rigoureuses ont été largement utilisées pour ralentir la transmission du coronavirus 2 du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS-CoV-2) et atténuer ses effets sur la santé et la société (1,3).

De décembre 2020 à janvier 2022, la pandémie de COVID-19 a évolué rapidement au Canada. Les variants du virus SRAS-CoV-2 de type sauvage, notamment les variants Alpha, Bêta, Gamma, Delta et Omicron, sont apparus et ont eu des impacts différents sur les conséquences de la COVID-19 (3). Au Canada, la santé publique est une responsabilité provinciale et territoriale et les mesures de santé publique (e.g., les restrictions de voyage, la fermeture de lieux de travail ou d'enseignement et les mesures de protection individuelle, telles que le port du masque et la distanciation physique) (3), les stratégies de dépistage et les politiques vaccinales varient d'une province et d'un territoire à l'autre (ci-après dénommés « les administrations »). Les tests de confirmation de COVID-19 sont devenus largement disponibles dans toutes les administrations (4). Les campagnes canadiennes de vaccination contre la COVID-19 ont débuté le 14 décembre 2020, priorisant initialement les populations vulnérables et à risque (3,5). Entre mars et novembre 2021, les administrations ont élargi l'admissibilité à la vaccination des adultes plus âgés aux enfants de plus de cinq ans, à la suite de changements dans la disponibilité des vaccins et des recommandations du Comité consultatif national de l'immunisation (CCNI) (5,6). De septembre à décembre 2021, le CCNI a recommandé une dose de rappel d'un vaccin contre la COVID-19 à ARNm autorisé pour les populations clés afin de remédier à la diminution de l'immunité et à l'efficacité sous-optimale de la série primaire de vaccins (7–9). Au 1^{er} janvier 2022, 88 % des personnes âgées de 12 ans ou plus avaient reçu une série de primaire de vaccins contre la COVID-19, et 19 % avaient reçu une série de primaire avec une dose additionnelle (10).

Ce rapport présente une analyse rétrospective et descriptive des tendances nationales des conséquences de la COVID-19 selon le statut vaccinal chez les personnes âgées de 12 ans et plus, contextualisées par les caractéristiques démographiques des variants et des cas, de décembre 2020 à janvier 2022.

Méthodes

Source de données

Les données proviennent de l'Ensemble national de données sur les cas de COVID-19, un système de surveillance basé sur les cas, qui recueille des données sur les caractéristiques démographiques, l'état et les conséquences cliniques, les facteurs de risque, la vaccination et les lignées de variants des cas de COVID-19 au Canada. Les administrations communiquent les données sur les cas électroniquement à l'Agence de la santé publique du Canada (l'Agence) à des fréquences variables. Les données sont ensuite mappées et stockées dans une base de données Postgres (PostgreSQL) gérée par l'Agence (Metabase).

Les données sur les estimations de la couverture vaccinale ont été obtenues auprès des registres d'immunisation provinciaux et territoriaux par l'intermédiaire du Système canadien de surveillance de la couverture vaccinale contre la COVID-19 (SCSCVC). Le nombre de personnes vaccinées a été agrégé par administration, par semaine, par groupe d'âge (12 à 17, 18 à 39, 40 à 59, 60 à 79 et 80 ans et plus) et par statut vaccinal. Les estimations annuelles de la population ont été tirées de Statistique Canada et complétées par les gouvernements des Territoires du Nord-Ouest et du Yukon. La population non vaccinée a été calculée en soustrayant le nombre de personnes ayant reçu au moins une dose de vaccin contre la COVID-19 de l'estimation de la population. Pour les semaines où les estimations de la population étaient inférieures à la population ayant reçu au moins une dose, cette dernière a été utilisée comme estimation de la population pour chaque administration.

Cette analyse couvre la période allant du 14 décembre 2020, début de la campagne de vaccination canadienne contre la COVID-19, au 1^{er} janvier 2022. Au 1^{er} janvier 2022, la plupart des administrations avaient réduit la portée de leurs stratégies de dépistage pour donner la priorité aux personnes présentant un risque plus élevé de subir des conséquences graves. Pour les analyses des taux d'incidence, la période du 19 juin 2021 au 1^{er} janvier 2022 a été utilisée en raison de la disponibilité des données de la couverture vaccinale. Les données ont été extraites le 28 avril 2023 de l'Ensemble national de données sur les cas de COVID-19 et le 23 avril 2023 du SCSCVC.

Définitions

Cette analyse inclut les cas de COVID-19 qui répondent à la définition nationale de cas confirmé (11). Les statuts vaccinaux (définis dans le **tableau 1**) ont été attribués sur la base des renseignements relatifs au nombre de doses reçues, à l'intervalle entre la vaccination et la date de l'épisode, ainsi qu'au produit vaccinal, conformément à l'autorisation de Santé Canada (4). Les statuts vaccinaux ont été dérivés des définitions de la couverture vaccinale et incluent le temps nécessaire à l'acquisition de l'immunité (12).


Tableau 1 : Résumé des catégories et définitions du statut vaccinal

Statut vaccinal	Définition
Non vacciné	Cas pour lesquels aucune dose de vaccin n'a été enregistrée à la date de l'épisode.
Pas encore protégé	Les cas dont la date d'épisode se situe moins de 21 jours après leur première dose de vaccin, conformément aux recommandations du CCNI concernant l'intervalle entre les doses (2).
Partiellement vacciné	Ne s'applique qu'aux séries de vaccins à deux doses. Cas dont la date d'épisode se situe 21 jours ou plus après la réception de la première dose de vaccin ou moins de 14 jours après la réception de la deuxième dose d'un vaccin autorisé par Santé Canada.
Série primaire complétée	Cas dont la date d'épisode se situe 14 jours ou plus après la réception d'une deuxième dose d'une série de deux doses, 14 jours ou plus après la réception d'une dose d'un vaccin à une dose, ou 0 à moins de 14 jours après la réception d'une première dose additionnelle (e.g., troisième dose ou dose de rappel) d'un vaccin contre la COVID-19 autorisé par Santé Canada.
Série primaire complétée avec une dose additionnelle ^a	Cas dont la date d'épisode se situe 14 jours ou plus après la réception d'une dose additionnelle d'un vaccin autorisé par Santé Canada, après avoir complété une série primaire. Les personnes ayant reçu une dose additionnelle avant le 28 septembre 2021 (e.g., dans le cadre d'une série primaire de trois doses ou à des fins de voyage) ont été classées dans la catégorie de série primaire complétée.
Statut inconnu	<ul style="list-style-type: none"> • Cas avec valeur manquante ou « inconnue » dans la variable vacciné (oui/non). • Cas avec des noms de produits vaccinaux manquants ou « inconnus ». • Cas dont le vaccin a été approuvé, mais pour lesquels la date de vaccination est manquante. • Cas avec des produits vaccinaux non autorisés par Santé Canada. • Cas dont la date de vaccination est antérieure au 14 décembre 2020. • Cas où la deuxième dose de la série primaire a été administrée moins de 21 jours après l'administration de la première dose. • Cas dont la date de vaccination pour les doses de rappel est moins de 14 jours après la dose de vaccin précédente. • Cas avec le produit vaccinal Covifenz de Medicago. L'approbation de ce produit a été accordée en 2022, puis annulée par Santé Canada le 17 avril 2023 (13). • Cas avec le produit vaccinal COVISHIELD reçu après l'expiration de l'autorisation de Santé Canada le 16 septembre 2021 (14).

Abréviations : CCNI, Comité consultatif national de l'immunisation; COVID-19, maladie à coronavirus 2019

^a Sur la base des recommandations du CCNI concernant les doses additionnelles (8), ce groupe de statut vaccinal a été intégré dans les analyses à partir du 28 septembre 2021

Analyse des données

Des statistiques descriptives ont été calculées pour étudier les caractéristiques démographiques et cliniques des cas de COVID-19 en fonction du statut vaccinal. Pour visualiser l'évolution de la couverture vaccinale au Canada, la proportion de la population ayant complété une série primaire a été présentée au fil du temps par groupe d'âge et un délai de 14 jours a été appliqué aux nombres de la couverture pour tenir compte du temps nécessaire à l'acquisition de l'immunité (12,15).

Afin de contextualiser les changements de gravité et de transmissibilité dus aux variants en circulation, six périodes de variants ont été définies : type sauvage, émergence des variants préoccupants mixtes, prédominance des variants préoccupants mixtes, émergence du variant Delta, prédominance du variant Delta et émergence du variant Omicron au Canada. Le début et la fin d'une période de prédominance d'un variant ont lieu au premier et au dernier moment où le variant en question a représenté 75 % des cas séquencés, des hospitalisations, des admissions en unités de soins intensifs et des décès. Lorsque les dates de prédominance des cas, des hospitalisations, des admissions en unités de soins intensifs ou des décès étaient différentes, la date de début la plus tardive a été utilisée pour saisir la date limite la plus spécifique pour tous les indicateurs. Les périodes d'émergence ont été définies comme le jour suivant la fin d'une période de prédominance jusqu'à ce que le variant suivant atteigne la prédominance. La période des variants préoccupants mixtes comprend les variants Alpha,

Bêta et Gamma, étant donné qu'aucun variant préoccupant ne représentait plus de 75 % des cas séquencés.

Les taux d'incidence ont été calculés en utilisant les données de la couverture vaccinale comme dénominateurs. Les données de dénominateur n'étaient pas disponibles au cours de cette période d'analyse pour les cas ayant complété une série primaire et reçu une dose additionnelle; ces cas ont été regroupés avec ceux ayant complété une série primaire pour le calcul des taux d'incidence. Les estimations de population ont été utilisées pour calculer les fractions de population par groupe d'âge, afin de calculer les taux d'incidence hebdomadaires normalisés par âge pour les cas, les hospitalisations et les décès. Pour comparer les tendances entre les périodes de variants, la moyenne des taux d'incidence hebdomadaire et les rapports de taux d'incidence de ces moyennes ont été calculés par statut vaccinal pour chaque période de variants, de manière similaire aux méthodologies publiées précédemment à partir des données de surveillance de la COVID-19 (16,17). Les données des cas ont été nettoyées à l'aide de SQL dans Metabase et ont été analysées à l'aide du logiciel statistique R version 4.0.4.

Qualité des données, données manquantes et délais de déclaration

Les données sur la vaccination étaient disponibles pour 12 des 13 administrations (toutes sauf le Québec), représentant 78 % de la population canadienne (18). Les cas âgés de moins de 12 ans

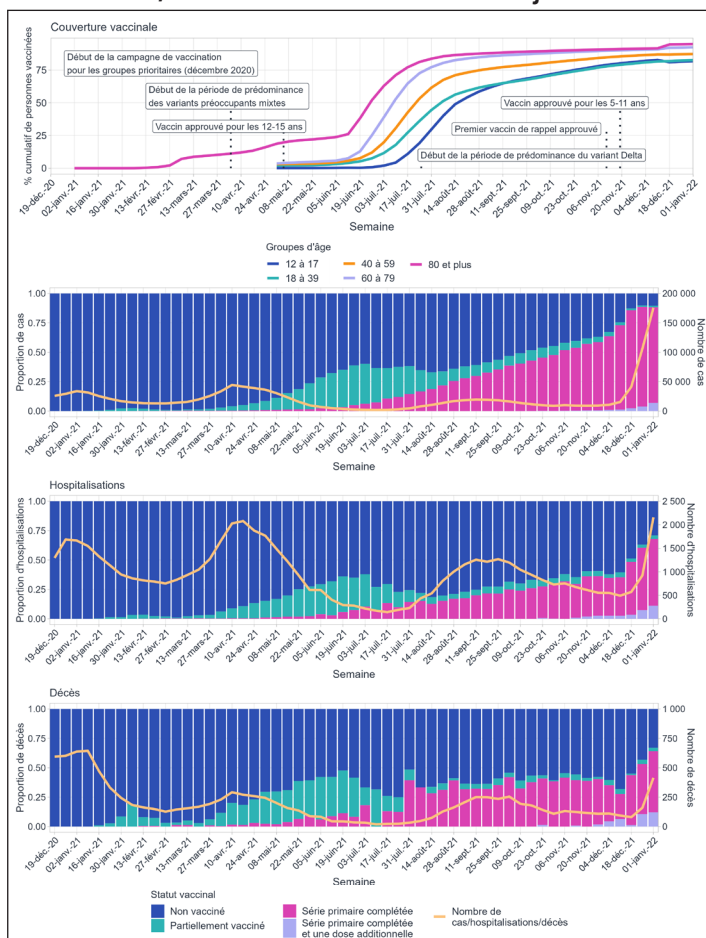


ont été exclus, car ils n'étaient pas admissibles à la vaccination avant le 19 novembre 2021 (6). Les cas pour lesquels il manquait des renseignements sur le statut vaccinal ou l'âge ont été exclus. Les cas classés dans les catégories « pas encore protégé », « série primaire complétée et deux doses additionnelles » et « statut inconnu » ont été exclus. La couverture vaccinale a été systématiquement déclarée par les administrations à partir du 5 juin 2021. Ainsi, les taux d'incidence ont été calculés pour les cas dont les dates d'épisode se situaient à partir du 19 juin 2021 (en tenant compte des deux semaines nécessaires à l'acquisition de l'immunité) (19).

Résultats

La couverture vaccinale a progressivement augmenté au Canada à partir de décembre 2020, à mesure que l'admissibilité à la vaccination s'élargissait, la proportion de personnes âgées de 12 ans et plus ayant complété une série primaire atteignant plus de 80 % à la fin de 2021 (figure 1). De la fin de 2020 à la mi-2021, les personnes non vaccinées représentaient la plus grande proportion de cas. Toutefois, cette proportion a diminué

Figure 1 : Couverture vaccinale de la population canadienne^a, du 14 décembre 2020 au 1^{er} janvier 2022



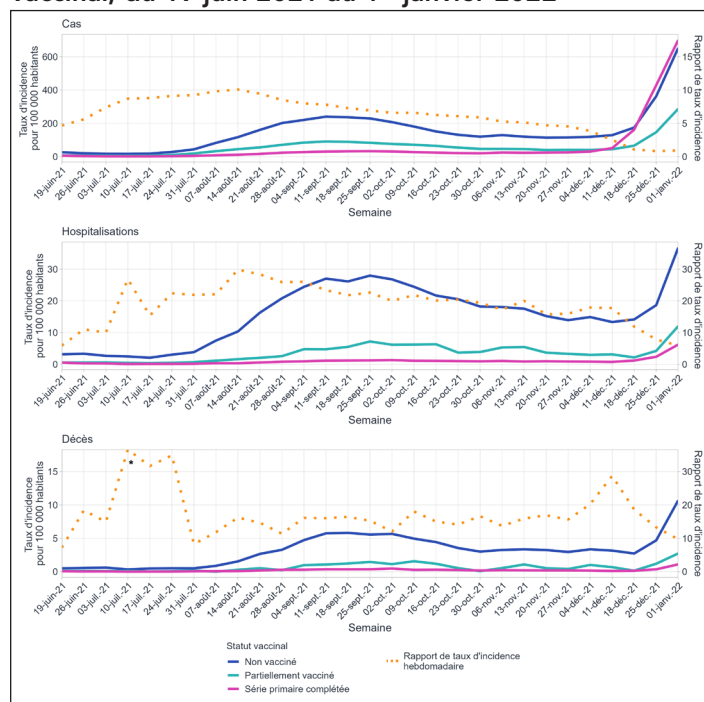
^a Avec une série primaire complétée (à partir du 14 décembre 2020), calendrier de déploiement du vaccin et périodes de prédominance des variants, proportion et nombre de cas, d'hospitalisations et de décès par statut vaccinal

à mesure que davantage de cas provenaient de personnes vaccinées à la fin de 2021, correspondant à l'augmentation progressive de la couverture vaccinale. Une augmentation plus importante de la proportion de cas vaccinés a été observée en décembre 2021, à la suite de l'émergence du variant Omicron (20).

Du 14 décembre 2020 au 1^{er} janvier 2022, un total de 1 194 694 cas de COVID-19 avec des données complètes sur la vaccination au niveau du cas (73,6 % de tous les cas) âgés de plus de 12 ans ont été déclarés à l'Agence (tableau 2). La majorité de ces cas étaient non-vaccinés, et la proportion la plus faible de cas se trouvait chez les personnes ayant complété une série primaire et reçu une dose additionnelle. La proportion de cas était plus élevée chez les femmes que chez les hommes. Les cas non vaccinés étaient généralement plus jeunes que les cas vaccinés. Les proportions les plus élevées de cas hospitalisés et de décès ont été observées chez les personnes non vaccinées, suivies par celles qui avaient complété une série primaire.

Au cours de la période d'émergence du variant Delta, les taux d'incidence normalisés selon l'âge pour toutes les conséquences de la COVID-19 sont restés faibles pour tous les statuts vaccinaux (figure 2 et tableau 3). Au cours de la période de prédominance du variant Delta, les taux d'incidence des cas ont augmenté en août; les conséquences graves ont atteint un sommet à la mi-septembre et sont restées élevées jusqu'à la mi-décembre.

Figure 2 : Taux d'incidence hebdomadaire normalisé selon l'âge des cas de COVID-19, des hospitalisations et des décès pour 100 000 habitants en fonction du statut vaccinal, du 19 juin 2021 au 1^{er} janvier 2022^{a,b}



^a Les taux d'incidence hebdomadaires comparent les personnes non vaccinées à celles qui ont suivi une série de vaccinations primaires

^b Les taux d'incidence pour les séries primaires terminées étaient de zéro au cours de la semaine du 10 juillet 2021, car aucun décès n'a été signalé



Tableau 2 : Statistiques descriptives des cas selon le statut vaccinal, les données démographiques et les conséquences, du 14 décembre 2020 au 1^{er} janvier 2022

Caractéristiques démographiques ou conséquences	Non vacciné (n = 748 456)	Partiellement vacciné (n = 57 995)	Série primaire complétée (n = 370 574)	Série primaire complétée et une dose additionnelle (n = 17 669)	Global ^a (n = 1 194 694)
Femme	364 036 (48,8 %)	30 460 (52,6 %)	198 372 (53,7 %)	11 232 (63,7 %)	604 100 (50,7 %)
Homme	382 161 (51,2 %)	27 457 (47,4 %)	170 969 (46,3 %)	6 390 (36,3 %)	586 977 (49,3 %)
12 à 17 ans	66 535 (8,9 %)	2 824 (4,9 %)	22 598 (6,1 %)	36 (0,2 %)	91 993 (7,7 %)
18 à 39 ans	366 261 (48,9 %)	23 340 (40,2 %)	178 406 (48,1 %)	5 142 (29,1 %)	573 149 (48,0 %)
40 à 59 ans	217 499 (29,1 %)	16 262 (28,0 %)	117 101 (31,6 %)	6 139 (34,7 %)	357 001 (29,9 %)
60 à 79 ans	80 988 (10,8 %)	11 895 (20,5 %)	43 190 (11,7 %)	4 752 (26,9 %)	140 825 (11,8 %)
80 ans et plus	17 173 (2,3 %)	3 674 (6,3 %)	9 279 (2,5 %)	1 600 (9,1 %)	31 726 (2,7 %)
Cas hospitalisés	42 708 (80,9 %)	3 592 (6,8 %)	6 116 (11,6 %)	394 (0,7 %)	52 810 (100,0 %)
Cas décédés	8 309 (78,3 %)	767 (7,2 %)	1 450 (13,7 %)	84 (0,8 %)	10 610 (100 %)

^a Les cas dont le statut vaccinal était « Pas encore protégé » ont été exclus de cette analyse

Tableau 3 : Moyenne des taux d'incidence hebdomadaires et des ratios des taux d'incidence pour les cas, les hospitalisations et les décès selon le statut vaccinal et la période du variant, du 19 juin 2021^a au 1^{er} janvier 2022

Période de variant (plage de dates)	Cas et conséquences graves	Moyenne des taux d'incidence hebdomadaires (pour 100 000 habitants)			Rapport des taux d'incidence hebdomadaire moyen
		Non vacciné	Partiellement vacciné	Série primaire complétée	Non vacciné/série primaire complétée
Émergence du variant Delta (31 mai 2021 ^a au 24 juillet 2021)	Cas	21,4	6,7	3,1	6,8
	Hospitalisations	2,8	0,5	0,2	11,4
	Décès	0,5	0,08	0,03	17,5
Prédominance du variant Delta (25 juillet 2021 au 5 décembre 2021)	Cas	152,6	57,3	24,7	6,2
	Hospitalisations	18,4	4,0	0,8	21,0
	Décès	3,6	0,7	0,2	15,4
Émergence du variant Omicron (6 décembre 2021 au 1 ^{er} janvier 2022)	Cas	396,5	166,7	430,2	0,9
	Hospitalisations	23,2	6,1	3,3	7,1
	Décès	6,0	1,4	0,5	11,3

^a Bien que la période d'émergence du variant Delta ait débuté le 31 mai 2021, les données relatives au dénominateur de la couverture vaccinale pour le calcul des taux d'incidence n'étaient pas disponibles avant le 19 juin 2021

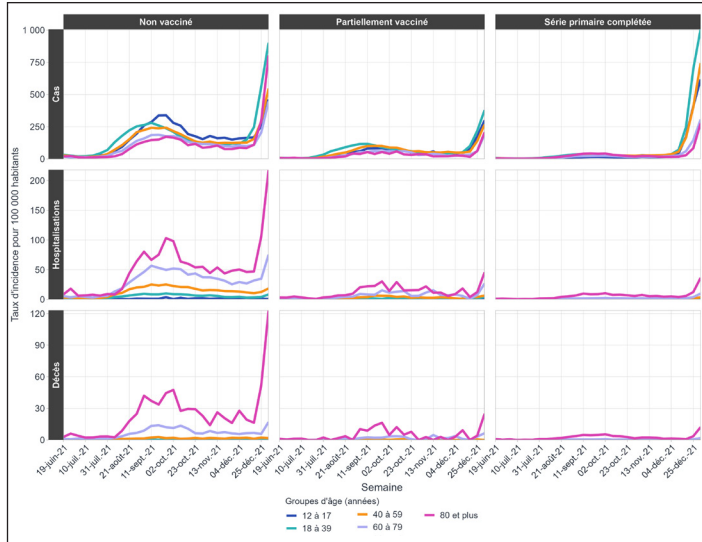
L'augmentation était plus prononcée parmi les cas non vaccinés. Les taux d'incidence des cas, des hospitalisations et des décès étaient systématiquement les plus élevés chez les personnes non vaccinées et les plus bas chez celles ayant complété une série primaire entre la mi-2021 et la fin de 2021. Cependant, à la mi-décembre 2021, le nombre total de cas et de conséquences graves a rapidement augmenté, et le taux d'incidence des cas parmi les personnes ayant complété une série primaire a dépassé celui des personnes non vaccinées.

Les rapports des taux d'incidence pour les cas, les hospitalisations et les décès des personnes non vaccinées par rapport à ceux ayant complété une série primaire sont restés élevés pendant la majeure partie de l'année (figure 2). Au cours de la période d'émergence du variant Delta, les personnes non vaccinées étaient respectivement 11,4 et 17,5 fois plus susceptibles

d'être hospitalisées ou de mourir à cause de la COVID-19 que les personnes ayant complété une série primaire (tableau 3). Pendant la période de prédominance du variant Delta, le rapport des taux d'incidence des personnes non vaccinées par rapport à celles ayant complété une série primaire a augmenté pour les hospitalisations et diminué pour les décès, par rapport à la période d'émergence du variant Delta. Au cours de la période d'émergence du variant Omicron, on a observé une diminution du rapport des taux d'incidence pour les cas, les hospitalisations et les décès, par rapport à la période de prédominance de Delta, quoique le rapport des taux d'incidence pour les cas ait connu une diminution plus prononcée. Après l'apparition du variant Omicron à la mi-novembre, le rapport des taux d'incidence hebdomadaires a diminué à mesure que davantage de personnes vaccinées sont devenues infectées (figure 3).



Figure 3 : Taux d'incidence hebdomadaire réparti par âge des cas de COVID-19, des hospitalisations et des décès pour 100 000 habitants, par groupe d'âge de 20 ans et par statut vaccinal, du 19 juin 2021 au 1^{er} janvier 2022



Les taux de conséquences graves par âge étaient systématiquement les plus élevés chez les personnes âgées de 80 ans et plus, suivies par les personnes âgées de 60 à 79 ans, pour tous les statuts vaccinaux (figure 3). Les taux d'incidence des cas étaient les plus élevés chez les personnes âgées de 18 à 39 ans, suivies par celles âgées de 40 à 59 ans, de la mi-2021 à la fin août 2021. Le taux d'incidence des cas dans ces deux groupes d'âge a diminué après l'augmentation de la couverture vaccinale jusqu'à la période d'émergence du variant Omicron.

Discussion

Résumé des principaux résultats

Du 14 décembre 2020 au 1^{er} janvier 2022, un total de 1 194 694 cas de COVID-19 chez les personnes de plus de 12 ans et ayant des données de vaccination complètes ont été déclarés à l'Agence. De la mi-2021 à la fin 2021, les taux d'incidence des cas, des hospitalisations et des décès étaient systématiquement les plus élevés chez les personnes non vaccinées et les plus faibles chez les personnes ayant complété une série primaire. En décembre 2021, après l'apparition du variant Omicron, le taux d'incidence des cas parmi les personnes ayant complété une série primaire a dépassé celui des personnes non vaccinées; toutefois, les taux de conséquences graves sont restés moins élevés parmi les personnes ayant complété une série primaire.

Principaux résultats et comparaison

Couverture vaccinale et incidence des cas

La couverture vaccinale a progressivement augmenté au Canada à mesure que l'admissibilité s'est élargie, avec des variations

selon les groupes d'âge (3,12). Comme au Royaume-Uni, l'incidence des cas en 2021 a toujours été la plus élevée chez les personnes non vaccinées, les groupes d'âge les plus jeunes présentant les taux d'incidence les plus élevés (17,21). À partir du printemps 2021, on a observé une augmentation du nombre de cas chez les personnes vaccinées, ce qui concorde avec les études montrant que, bien que l'achèvement d'une série primaire de vaccins soit très efficace pour prévenir l'infection contre le virus de type sauvage et le variant Alpha, il est un peu moins efficace contre les variants Bêta, Gamma et Delta (22).

Conséquences graves

Les analyses du rapport des taux d'incidence ont montré que les personnes non vaccinées étaient beaucoup plus susceptibles d'être hospitalisées et de mourir de la COVID-19 que celles ayant complété une série primaire pendant les périodes d'émergence du variant Delta, de prédominance du variant Delta et d'émergence du variant Omicron. Bien que les rapports des taux d'incidence d'hospitalisation et de décès aient diminué pendant la période d'émergence du variant Omicron, des effets protecteurs contre les conséquences graves ont encore été observés chez les personnes ayant complété une série primaire. Ces tendances sont similaires à celles observées aux États-Unis au cours de la même période (17). Les taux d'incidence des conséquences graves étaient les plus élevés chez les personnes âgées de 80 ans et plus, en accord avec les études montrant que l'âge avancé augmentait le risque de décès dû à la COVID-19 (16,23). Chez les personnes âgées de 80 ans et plus, les conséquences graves étaient les plus faibles chez celles ayant complété une série primaire, suivies par celles qui avaient été partiellement vaccinées, ce qui est cohérent avec les études montrant qu'une série primaire protégeait fortement contre les conséquences graves des variants Alpha, Bêta, Gamma, Delta et Omicron (16,17,21), et qu'une vaccination partielle était également efficace pour prévenir les hospitalisations et les décès (15,24).

Diminution de l'immunité pendant la période du variant Delta

Lors de la prédominance du variant Delta, qui est plus grave et transmissible (25), on a observé une augmentation de l'incidence des cas parmi les personnes ayant complété une série primaire, semblable aux tendances observées dans d'autres pays (17,26–28). Cette évolution pourrait être due à une diminution potentielle de l'immunité induite par la vaccination contre l'infection symptomatique (29,30), à un délai plus long depuis la vaccination (26,27) et à une efficacité réduite des vaccins disponibles pour prévenir l'infection contre le variant Delta (22). Bien que les rapports des taux d'incidence des cas aient diminué pendant la période de prédominance du Delta, les rapports des taux d'incidence des hospitalisations et des décès sont restés élevés, suggérant qu'une série primaire protégeait toujours contre les conséquences graves, conformément à la littérature (17,26). Les taux d'incidence répartis par âge des hospitalisations et des décès au cours de l'automne 2021 étaient



nettement plus élevés chez les personnes âgées de 80 ans et plus, quel que soit le statut vaccinal. Ce groupe d'âge a été vacciné en priorité et a complété leur série primaire plus tôt dans l'année, ce qui suscite encore plus d'inquiétudes quant à la diminution de l'immunité (26). La surveillance systématique des conséquences graves signalées après la vaccination a contribué à l'élaboration des recommandations du CCNI concernant les doses de rappel, qui a recommandé des doses de rappel plus tôt pour les personnes présentant un risque plus élevé de maladie grave (8).

Émergence du variant Omicron

L'introduction du variant immunoévasif Omicron (20) à la mi-novembre 2021 a été suivie d'une recrudescence des cas et des conséquences graves, correspondant au moment où plus de 85 % de la population âgée de plus de 12 ans avait complété une série primaire. Bien qu'il y ait eu une augmentation substantielle de l'incidence des cas parmi les personnes ayant complété une série primaire, l'augmentation de l'incidence des hospitalisations et des décès a été proportionnellement plus faible que celle des cas. De plus, même si l'incidence des cas a augmenté à la suite de cette résurgence, les conséquences graves sont restées les plus faibles chez les personnes vaccinées. Les séries primaires de vaccins ont conféré une bonne protection contre les conséquences graves du variant Omicron, malgré une protection réduite contre l'infection (17,22). Des études ont montré qu'une dose de rappel offrait une protection additionnelle contre l'infection et les conséquences graves avec le variant Omicron (23,31–33).

Forces et faiblesses

Parmi les 13 administrations canadiennes, 12 et 13 ont régulièrement communiqué à l'Agence des données sur la vaccination au niveau des cas et des données sur la couverture vaccinale, respectivement. La participation et la collaboration étroites entre le gouvernement du Canada et les administrations, ainsi que l'utilisation répandue des tests communautaires, ont permis de suivre les tendances nationales hautement représentatives des conséquences de la COVID-19 signalées après la vaccination au cours de cette période. Ainsi, les différences d'impacts de la vaccination sur les conséquences de la COVID-19 en fonction des caractéristiques démographiques et des variants du SRAS-CoV-2 ont été saisies de façon efficace au fur et à mesure que les vaccins devenaient plus largement disponibles et administrés au Canada.

Les calendriers de déploiement des vaccins et l'adoption de ceux-ci, les stratégies de dépistage, les mesures de santé publique et l'émergence des variants préoccupants différaient d'une administration à l'autre et au sein des administrations; les tendances nationales doivent donc être interprétées avec prudence. Les données de dénominateur n'étaient

pas disponibles avant juin 2021, car les données relatives à la couverture vaccinale n'ont pas été déclarées de manière systématique par les administrations, ce qui a empêché l'analyse des tendances plus stables des taux d'incidence au cours de cette période. Les tests de santé publique dans de nombreuses administrations ont été priorisés pour les personnes à haut risque et aux professionnels de la santé au cours de cette période, ce qui peut avoir introduit un biais dans les tendances descriptives antérieures. De plus, la distribution de tests antigéniques rapides à la population pourrait entraîner une sous-estimation des cas confirmés par PCR à la fin de l'année 2021. Le chevauchement des périodes de variants avec les variants préoccupants en circulation pourrait avoir introduit un biais dans les résultats. La période d'analyse se termine peu après l'apparition du variant Omicron et ne permet pas d'appréhender pleinement la diminution de l'immunité induite par le vaccin. Les analyses n'ont pas pu tenir compte de la réinfection et de l'immunité naturelle ou hybride, car ces données n'étaient pas disponibles. Cette analyse n'inclut pas les cas des personnes de moins de 12 ans, car elles n'étaient pas admissibles à la vaccination pendant la majeure partie de la période d'analyse. Les données démographiques se limitaient à l'âge et au sexe, car les données sur la race, l'ethnie et le statut socio-économique n'étaient pas disponibles. Enfin, les cas exclus de l'analyse en raison de données manquantes ou inconnues (e.g., le statut vaccinal) peuvent différer de ceux qui ont été inclus en raison de caractéristiques pour lesquelles les données n'étaient pas disponibles (l'état de santé).

Conclusion

Au Canada, les hospitalisations et les décès dus à la COVID-19 étaient les plus nombreux dans les groupes d'âge les plus élevés; toutefois, la vaccination a permis de réduire l'incidence des conséquences graves de manière notable dans tous les groupes d'âge. Le suivi régulier des conséquences de la COVID-19 en fonction du statut vaccinal est un pilier important de l'épidémiologie et de la surveillance de la COVID-19 au Canada, afin de comprendre les répercussions des vaccins dans l'ensemble du pays. Il a permis d'informer les Canadiens sur la situation épidémiologique de la COVID-19 au Canada et de fournir des données probantes à l'appui des politiques, des directives et des recommandations sur la vaccination et les interventions de santé publique du CCNI, du Bureau de l'administrateur en chef de la santé publique de l'Agence et des administrations. Bien que la situation de la COVID-19 soit en constante évolution, la vaccination reste l'une des interventions de santé publique les plus importantes pour protéger contre les conséquences graves de la COVID-19.



Déclaration des auteurs

D. D. — Conceptualisation, méthodologie, logiciel, analyse formelle, rédaction-ébauche originale, rédaction-révision et édition, visualisation

S. M. — Conceptualisation, supervision, méthodologie, rédaction-ébauche originale, rédaction-révision et édition

M. C. — Conceptualisation, méthodologie, logiciel, rédaction-révision et édition

C. C. — Conceptualisation, méthodologie, rédaction-révision et édition

B. H. M. F. — Rédaction-révision et édition

F. B. — Rédaction-révision et édition

J. R. — Rédaction-révision et édition

S. D. — Conceptualisation, supervision, rédaction-révision et édition

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier les partenaires de surveillance provinciaux et territoriaux, l'équipe de Couverture vaccinale et systèmes d'information, notamment Cindy Hong, Sophia Roubos, Ashash Jeevakanthan et Donalynne-Joy Baysac; Steven Buckrell, ancien membre de l'équipe Épidémiologie et surveillance de la COVID-19; l'équipe d'Intégration des données; ainsi que l'équipe d'Épidémiologie et surveillance de la COVID-19 de l'Agence de la santé publique du Canada.

Financement

Ces travaux ont été soutenus par l'Agence de la santé publique du Canada dans le cadre de son mandat principal.

Références

1. Agence de la santé publique du Canada. Rapport de l'administratrice en chef de la santé publique du Canada sur l'état de la santé publique au Canada 2020. Du risque à la résilience : Une approche axée sur l'équité concernant la COVID-19. Ottawa, ON : ASPC; 2020. [Consulté le 31 juill. 2023]. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/organisation/publications/rapports-etat-sante-publique-canada-administrateur-chef-sante-publique/du-risque-resilience-approche-equite-covid-19.html>
2. Agence de la santé publique du Canada. Vaccins contre la COVID-19 : Guide canadien d'immunisation. Ottawa, ON : ASPC; 2021. [Consulté le 31 juill. 2023]. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/vie-saine/guide-canadien-immunisation-partie-4-agents-immunisation-active/page-26-vaccin-contre-covid-19.html>
3. Agence de la santé publique du Canada. Comité consultatif national de l'immunisation (CCNI). Rapport complet : Une vision pour transformer le système de santé publique du Canada : Rapport de l'administratrice en chef de la santé publique sur l'état de la santé publique au Canada 2021. Ottawa, ON : ASPC; 2021. [Consulté le 31 juill. 2023]. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/organisation/publications/rapports-etat-sante-publique-canada-administrateur-chef-sante-publique/etat-sante-publique-canada-2021/rapport.html>
4. Santé Canada. Orientations pancanadiennes sur les tests et le dépistage pour la COVID-19 : Orientation technique et plan de mise en œuvre. Ottawa, ON : SC; 2021. [Consulté le 31 juill. 2023]. <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/medicaments-produits-sante/covid19-industrie/instruments-medicaux/depistage/orientations-pancanadiennes.html>
5. Agence de la santé publique du Canada, équipes de la Surveillance de la COVID-19, des Couvertures vaccinales et systèmes d'information, du Programme de surveillance de l'efficacité des vaccins et de la Science des risques en santé publique/Laboratoire national de microbiologie. Analyse épidémiologique nationale portant sur l'association entre la vaccination contre la COVID-19 et l'incidence des cas de COVID-19 au Canada, de janvier à août 2021. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2023;49(4):163–74. DOI
6. Santé Canada. Santé Canada autorise l'utilisation du vaccin Comirnaty (vaccin contre la COVID-19 de Pfizer-BioNTech) chez les enfants de 5 à 11 ans. Ottawa, ON : SC; 2021. [Consulté le 18 janv. 2023]. <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/nouvelles/2021/11/sante-canada-autorise-lutilisation-du-vaccin-comirnaty-vaccin-contre-la-covid-19-de-pfizer-biontech-chez-les-enfants-de-5-a-11-ans.html>
7. Agence de la santé publique du Canada. Comité consultatif national de l'immunisation (CCNI). Archivée 26 : Mise à jour des orientations sur la dose de rappel de vaccin contre la COVID-19 au Canada [2021-12-03]. Ottawa, ON : ASPC; 2021. [Consulté le 31 juill. 2023]. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/immunisation/comite-consultatif-national-immunisation-ccni/orientations-dose-rappel-vaccin-covid-19.html>



8. Agence de la santé publique du Canada. Comité consultatif national de l'immunisation (CCNI). Archivée 20 : Résumé de la réponse rapide du Comité consultatif national de l'immunisation (CCNI) : Dose de rappel du vaccin contre la COVID-19 chez les résidents en établissements de soins de longue durée et les aînés vivant dans d'autres milieux de vie de collectifs. Ottawa, ON : ASPC; 2021. [Consulté le 31 juill. 2023]. <https://canada.ca/fr/sante-publique/services/immunisation/comite-consultatif-national-immunisation-ccni/resume-28-septembre-2021-dose-rappel-residents-etablissements-soins-longue-duree-aines-autres-milieux-vie-collectifs.html>
9. Agence de la santé publique du Canada. Comité consultatif national de l'immunisation (CCNI). Archivée 21 : Résumé de la déclaration du Comité consultatif national de l'immunisation: Orientations provisoires sur la dose de rappel d'un vaccin contre la COVID-19 au Canada. Ottawa, ON : ASPC; 2021. [Consulté le 31 juill. 2023]. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/immunisation/comite-consultatif-national-immunisation-ccni/recommandations-utilisation-vaccins-covid-19/declaration-orientations-dose-rappel/resume.html>
10. Agence de la santé publique du Canada. Vaccination contre la COVID-19 au Canada. Ottawa, ON : ASPC; 2022. [Consulté le 31 juill. 2023]. <https://sante-infobase.canada.ca/covid-19/couverture-vaccinale/archive/2022-01-07/>
11. Agence de la santé publique du Canada. Définition nationale de cas : Maladie à coronavirus (COVID-19). Ottawa, ON : ASPC; 2022. [Consulté le 5 juill. 2023]. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/2019-nouveau-coronavirus/professionnels-sante/definition-nationale-cas.html>
12. Agence de la santé publique du Canada. Vaccination COVID-19 : Couverture vaccinale. Ottawa, ON : ASPC; 2023. [Consulté le 31 juill. 2023]. <https://sante-infobase.canada.ca/covid-19/couverture-vaccinale/>
13. Santé Canada. Vaccin Covifenz de Medicago contre la COVID-19. Ottawa, ON : SC; 2023. [Consulté le 12 juill. 2023]. <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/medicaments-produits-sante/covid19-industrie/medicaments-vaccins-traitements/vaccins/medicago.html>
14. Santé Canada. COVISHIELD (ChAdOx1-S [recombinant]). Ottawa, ON : SC; 2022. [Consulté le 12 juill. 2023]. https://vaccin-covid.canada.ca/covishield/details-produit?_gl=1*13l6oy7*_ga*OTExMjgyMjM1LjE3MDY1NDU3NTA.*_ga_N6HPSE443L*MTcwNzUxNzY5MS4xLjAuMTcwNzUxNzY5MS4wLjAuMA..
15. Thompson MG, Burgess JL, Naleway AL, Tyner HL, Yoon SK, Meece J, Olsho LE, Caban-Martinez AJ, Fowlkes A, Lutrick K, Kuntz JL, Dunnigan K, Odean MJ, Hegmann KT, Stefanski E, Edwards LJ, Schaefer-Solle N, Grant L, Ellingson K, Groom HC, Zunie T, Thiese MS, Ivacic L, Wesley MG, Lamberte JM, Sun X, Smith ME, Phillips AL, Groover KD, Yoo YM, Gerald J, Brown RT, Herring MK, Joseph G, Beitel S, Morrill TC, Mak J, Rivers P, Harris KM, Hunt DR, Arvay ML, Kutty P, Fry AM, Gaglani M. Interim Estimates of Vaccine Effectiveness of BNT162b2 and mRNA-1273 COVID-19 Vaccines in Preventing SARS-CoV-2 Infection Among Health Care Personnel, First Responders, and Other Essential and Frontline Workers - Eight U.S. Locations, December 2020-March 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021;70(13):495-500. [DOI PubMed](#)
16. Scobie HM, Johnson AG, Suthar AB, Severson R, Alden NB, Balter S, Bertolino D, Blythe D, Brady S, Cadwell B, Cheng I, Davidson S, Delgadillo J, Devinney K, Duchin J, Duwell M, Fisher R, Fleischauer A, Grant A, Griffin J, Haddix M, Hand J, Hanson M, Hawkins E, Herlihy RK, Hicks L, Holtzman C, Hoskins M, Hyun J, Kaur R, Kay M, Kidrowski H, Kim C, Komatsu K, Kugeler K, Lewis M, Lyons BC, Lyons S, Lynfield R, McCaffrey K, McMullen C, Milroy L, Meyer S, Nolen L, Patel MR, Pogojans S, Reese HE, Saupe A, Sell J, Sokol T, Sosin D, Stanislawski E, Stevens K, Vest H, White K, Wilson E, MacNeil A, Ritchey MD, Silk BJ. Monitoring Incidence of COVID-19 Cases, Hospitalizations, and Deaths, by Vaccination Status — 13 U.S. Jurisdictions, April 4–July 17, 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021;70(37):1284-90. [DOI PubMed](#)
17. Johnson AG, Amin AB, Ali AR, Hoots B, Cadwell BL, Arora S, Avoundjian T, Awofeso AO, Barnes J, Bayoumi NS, Busen K, Chang C, Cima M, Crockett M, Cronquist A, Davidson S, Davis E, Delgadillo J, Dorabawila V, Drenzek C, Eisenstein L, Fast HE, Gent A, Hand J, Hoefler D, Holtzman C, Jara A, Jones A, Kamal-Ahmed I, Kangas S, Kanishka F, Kaur R, Khan S, King J, Kirkendall S, Klioueva A, Kocharian A, Kwon FY, Logan J, Lyons BC, Lyons S, May A, McCormick D, Mendoza E, Milroy L, O'Donnell A, Pike M, Pogojans S, Saupe A, Sell J, Smith E, Sosin DM, Stanislawski E, Steele MK, Stephenson M, Stout A, Strand K, Tilakaratne BP, Turner K, Vest H, Warner S, Wiedeman C, Zaldivar A, Silk BJ, Scobie HM; MSHI. COVID-19 Incidence and Death Rates Among Unvaccinated and Fully Vaccinated Adults with and Without Booster Doses During Periods of Delta and Omicron Variant Emergence — 25 U.S. Jurisdictions, April 4–December 25, 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2022;71(4):132-8. [DOI PubMed](#)
18. Statistique Canada. Tableau : 17-10-0009-01 Estimations de la population, trimestrielles. Ottawa, ON : StatCan; 2023. [Consulté le 31 juill. 2023]. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1710000901&request_locale=fr



19. Agence de la santé publique du Canada. Vaccins contre la COVID-19 : Guide canadien d'immunisation – Tableau 1. Ottawa, ON : ASPC; 2021. [Consulté le 31 juill. 2023]. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/vie-saine/guide-canadien-immunisation-partie-4-agents-immunisation-active/page-26-vaccin-contre-covid-19.html#t1>
20. Willett BJ, Grove J, MacLean OA, Wilkie C, De Lorenzo G, Furnon W, Cantoni D, Scott S, Logan N, Ashraf S, Manali M, Szemiel A, Cowton V, Vink E, Harvey WT, Davis C, Asamaphan P, Smollett K, Tong L, Orton R, Hughes J, Holland P, Silva V, Pascall DJ, Puxty K, da Silva Filipe A, Yebra G, Shaaban S, Holden MT, Pinto RM, Gunson R, Templeton K, Murcia PR, Patel AH, Klenerman P, Dunachie S, Haughney J, Robertson DL, Palmarini M, Ray S, Thomson EC; PITCH Consortium; COVID-19 Genomics UK (COG-UK) Consortium. SARS-CoV-2 Omicron is an immune escape variant with an altered cell entry pathway. *Nat Microbiol* 2022;7(8):1161–79. [DOI PubMed](#)
21. Shah SA, Robertson C, Rudan I, Murray JL, McCowan C, Grange Z, Buelo A, Sullivan C, Simpson CR, Ritchie LD, Sheikh A. BNT162b2 and ChAdOx1 nCoV-19 vaccinations, incidence of SARS-CoV-2 infections and COVID-19 hospitalisations in Scotland in the Delta era. *J Glob Health* 2022;12:05008. [DOI PubMed](#)
22. Zeng B, Gao L, Zhou Q, Yu K, Sun F. Effectiveness of COVID-19 vaccines against SARS-CoV-2 variants of concern: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med* 2022;20(1):200. [DOI PubMed](#)
23. Moreno-Torres V, Muñoz-Serrano A, Calderón-Parra J, Mills-Sánchez P, Pintos-Pascual I, Rodríguez-Olleros C, Ibáñez-Estélez F, Tung-Chen Y, Ramos-Martínez A, Vargas-Núñez JA, Cuervas-Mons PV, de Mendoza C. Mortality by COVID-19 Before Vaccination - One Year Experience of Hospitalized Patients in Madrid. *Int J Infect Dis* 2022;116:339–43. [DOI PubMed](#)
24. Lopez Bernal J, Andrews N, Gower C, Robertson C, Stowe J, Tessier E, Simmons R, Cottrell S, Roberts R, O'Doherty M, Brown K, Cameron C, Stockton D, McMenemy J, Ramsay M. Effectiveness of the Pfizer-BioNTech and Oxford-AstraZeneca vaccines on covid-19 related symptoms, hospital admissions, and mortality in older adults in England: test negative case-control study. *BMJ* 2021;373(1088):n1088. [DOI PubMed](#)
25. Luo CH, Morris CP, Sachithanandham J, Amadi A, Gaston D, Li M et al. Infection with the SARS-CoV-2 Delta Variant is Associated with Higher Infectious Virus Loads Compared to the Alpha Variant in both Unvaccinated and Vaccinated Individuals. *medRxiv* [Preprint]. 2021:2021.08.15.21262077. [DOI](#)
26. Andrews N, Tessier E, Stowe J, Gower C, Kirsebom F, Simmons R, Gallagher E, Thelwall S, Groves N, Dabrera G, Myers R, Campbell CN, Amirthalingam G, Edmunds M, Zambon M, Brown K, Hopkins S, Chand M, Ladhani SN, Ramsay M, Lopez Bernal J. Duration of protection against mild and severe disease by Covid-19 vaccines. *N Engl J Med* 2022;386(4):340–50. [DOI PubMed](#)
27. Goldberg Y, Mandel M, Bar-On YM, Bodenheimer O, Freedman L, Haas EJ, Milo R, Alroy-Preis S, Ash N, Huppert A. Waning immunity after the BNT162b2 vaccine in Israel. *N Engl J Med* 2021;385(24):e85. [DOI PubMed](#)
28. Chemaitelly H, Tang P, Hasan MR, AlMukdad S, Yassine HM, Benslimane FM, Al Khatib HA, Coyle P, Ayoub HH, Al Kanaani Z, Al Kuwari E, Jeremijenko A, Kaleeckal AH, Latif AN, Shaik RM, Abdul Rahim HF, Nasrallah GK, Al Kuwari MG, Al Romaihi HE, Butt AA, Al-Thani MH, Al Khal A, Bertollini R, Abu-Raddad LJ. Waning of BNT162b2 Vaccine Protection against SARS-CoV-2 Infection in Qatar. *N Engl J Med* 2021;385(24):e83. [DOI PubMed](#)
29. Feikin DR, Higdon MM, Abu-Raddad LJ, Andrews N, Araos R, Goldberg Y, Groome MJ, Huppert A, O'Brien KL, Smith PG, Wilder-Smith A, Zeger S, Deloria Knoll M, Patel MK. Duration of effectiveness of vaccines against SARS-CoV-2 infection and COVID-19 disease: results of a systematic review and meta-regression. *Lancet* 2022;399(10328):924–44. [DOI PubMed](#)
30. Mizrahi B, Lotan R, Kalkstein N, Peretz A, Perez G, Ben-Tov A, Chodick G, Gazit S, Patalon T. Correlation of SARS-CoV-2-breakthrough infections to time-from-vaccine. *Nat Commun* 2021;12(1):6379. [DOI PubMed](#)
31. Bar-On YM, Goldberg Y, Mandel M, Bodenheimer O, Freedman L, Kalkstein N, Mizrahi B, Alroy-Preis S, Ash N, Milo R, Huppert A. Protection of BNT162b2 Vaccine Booster against Covid-19 in Israel. *N Engl J Med* 2021;385(15):1393–400. [DOI PubMed](#)
32. Agrawal U, Bedston S, McCowan C, Oke J, Patterson L, Robertson C, Akbari A, Azcoaga-Lorenzo A, Bradley DT, Fagbamigbe AF, Grange Z, Hall EC, Joy M, Katikireddi SV, Kerr S, Ritchie L, Murphy S, Owen RK, Rudan I, Shah SA, Simpson CR, Torabi F, Tsang RS, de Lusignan S, Lyons RA, O'Reilly D, Sheikh A. Severe COVID-19 outcomes after full vaccination of primary schedule and initial boosters: pooled analysis of national prospective cohort studies of 30 million individuals in England, Northern Ireland, Scotland, and Wales. *Lancet* 2022;400(10360):1305–20. [DOI PubMed](#)
33. Kelly JD, Leonard S, Hoggatt KJ, Boscardin WJ, Lum EN, Moss-Vazquez TA, Andino R, Wong JK, Byers A, Bravata DM, Tien PC, Keyhani S. Incidence of Severe COVID-19 Illness Following Vaccination and Booster With BNT162b2, mRNA-1273, and Ad26.COV2.S Vaccines. *JAMA* 2022;328(14):1427–37. [DOI PubMed](#)