

Le coperture vaccinali nell'Asl CN2: andamento storico sulle coorti 2012-2022

Vaccination coverage in Asl CN2: historical trends on the 2012-2022 courts

FEDERICO FASSIO¹, SALVATORE ZITO¹

¹ Dipartimento di Prevenzione, SC Igiene e Sanità Pubblica, ASL CN2 Alba-Bra, Italy
Email: ffassio@aslcn2.it

Riassunto. La vaccinazione è uno strumento fondamentale per la salute pubblica nel controllo delle malattie infettive, il cui obiettivo finale rimane la potenziale eradicazione degli agenti patogeni in circolazione. Da quando l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha istituito il l'Expanded Immunization Program (EPI), si stima che siano stati evitati 154 milioni di decessi, soprattutto tra i bambini. I vaccini proteggono gli individui e riducono gli oneri economici e sanitari globali, promuovendo al contempo l'immunità di gregge per salvaguardare le popolazioni vulnerabili.

Questo rapporto presenta un'analisi dei tassi di copertura vaccinale per il vaccino esavalente e per il vaccino contro morbillo, parotite e rosolia (MMR) nel distretto ASL CN2 per le coorti di nascita dal 2012 al 2022.

I dati per le coorti di nascita 2017-2022 derivano dalla piattaforma PADDI della Regione Piemonte, mentre per le coorti 2012-2016 dai rapporti annuali SEREMI. La copertura vaccinale esavalente ha mostrato una leggera crescita prima di stabilizzarsi al di sopra del 95% per le coorti nate dal 2017 in poi. La copertura MMR, partendo da un minimo dell'89% per la coorte 2013, ha mostrato una crescita più pronunciata. Nonostante un leggero calo nel 2018 e nel 2019, la copertura è rimasta al di sopra della soglia per le coorti nate dal 2016 in poi.

Nonostante le lievi riduzioni durante la pandemia COVID-19, i tassi di vaccinazione nell'ASL CN2 sono stati superiori alla soglia per le coorti negli anni coperti dal Decreto "Lorenzin". Sostenere alti tassi di vaccinazione rimane fondamentale per proteggere le popolazioni vulnerabili e prevenire la ricomparsa di malattie prevenibili.

Abstract. Vaccination is a key public health tool for public health in controlling infectious diseases, the ultimate goal of which remains the potential eradication of circulating pathogens. Since the World Health Organization (WHO) established the Expanded Immunization Program (EPI), an estimated 154 million deaths have been prevented, especially among children. Vaccines protect individuals and reduce global health and economic burdens while promoting herd immunity to safeguard vulnerable populations.

This report presents an analysis of vaccination coverage rates for the hexavalent vaccine and the measles, mumps, rubella (MMR) vaccine in the ASL CN2 district for birth cohorts from 2012 to 2022.

Data for the 2017-2022 birth cohorts are derived from the Piedmont Region PADDI platform, and for the 2012-2016 cohorts from SEREMI annual reports. Hexavalent vaccine coverage showed slight growth before stabilizing above 95% for cohorts born from 2017 onward. MMR coverage, starting from a minimum of 89% for the 2013 cohort, exhibited more pronounced growth. Despite a slight decline in 2018 and 2019, coverage remained above the threshold for cohorts born from 2016 onward.

Despite slight reductions during the COVID-19 pandemic, vaccination rates in the ASL CN2 were above the threshold for cohorts in the years covered by the “Lorenzin” Decree. Sustaining high vaccination rates is crucial for protecting vulnerable populations and preventing the resurgence of preventable diseases.

Introduzione

Le vaccinazioni sono un fondamentale strumento di prevenzione a disposizione della Sanità Pubblica per il controllo delle malattie infettive. Diffuse e capillari campagne di vaccinazione (sia su uomo che su animale) potrebbero condurre anche alla eradicazione del patogeno a livello mondiale. Dall’instaurazione dell’Expanded Programme on Immunization (EPI) da parte dell’Organizzazione mondiale della Sanità (OMS), si stima che siano state evitate 154 milioni di morti in tutto il mondo, di cui la maggior parte nella popolazione pediatrica. [1] as requested by its member states, launched the Expanded Programme on Immunization (EPI)

Le vaccinazioni garantiscono efficacia stimolando il sistema immunitario a proteggersi da minacce patogeniche che rappresentano inoltre oneri sanitari ed economici globali significativi.

In aggiunta alla protezione individuale, le campagne vaccinali hanno come scopo quello di garantire la cosiddetta immunità di gregge, ossia la copertura indiretta dei soggetti che non possono essere vaccinati (per motivi di salute, o condizioni di immunocompromissione) data da un’adeguata

copertura vaccinale dei soggetti intorno ad essi, impedendo la libera circolazione del patogeno, sia esso virale o batterico. Ad esempio, l'immunizzazione di oltre l'80% della popolazione mondiale contro il vaiolo ha ridotto il tasso di trasmissione a individui non infetti a un livello sufficientemente basso da poter essere raggiunta un'eradicazione del virus stesso: da ciò nasce l'importanza di mantenere una copertura vaccinale elevata, ossia per evitare una nuova libera circolazione del virus che richieda delle strategie sanitarie emergenziali. Un risultato simile si è ottenuto negli anni '60 con l'introduzione della vaccinazione anti-poliomielitica, che ha garantito l'eliminazione dei casi in Italia nel giro di pochi anni e la possibilità di un passaggio ad un vaccino a virus inattivato. [2]

Patologie come ad esempio il tetano, la poliomielite, il morbillo, la difterite e la meningite da *Haemophilus influenzae* hanno importanti conseguenze sulla salute dell'individuo, lasciando in alcuni casi sequele, ad esempio neurologiche, a volte molto gravi e invalidanti e a volte potenzialmente letali (letalità che può arrivare anche all'80% nel tetano non trattato tempestivamente ed adeguatamente).

Il Piano Nazionale Prevenzione Vaccinazioni 2023-2025 ha indicato come obiettivi di copertura per le vaccinazioni esavalente e anti-morbillo-parotite-rosolia (MPR) una soglia minima del 95% a 24 mesi dalla nascita. Tale cut-off è stato ritenuto come minimo necessario al fine di garantire la cosiddetta immunità di gregge. [3]

L'obiettivo di questo report è pertanto quello di presentare uno storico di andamento della copertura vaccinale nell'Azienda Sanitaria Locale ASL CN2 per le coorti nate a partire dall'anno 2012 per quanto riguarda queste vaccinazioni.

Metodi

I dati relativi alle coperture vaccinali sono stati estratti dalla Piattaforma Analisi Dati Decisionali Integrati (PADDI) di Regione Piemonte. Per ogni coorte di nascita, il sistema fornisce la percentuale di copertura vaccinale a 24 mesi, divisa per mese e per sesso. Ai fini del presente studio, sono stati riportati solamente i dati annuali e non mensili. I dati estraibili da tale portale sono solamente relativi alle coorti a partire dal 2018 fino al 2022. I dati del 2022 sono aggiornati alla data del 31/10/2024.

Nel denominatore sono considerati tutti i bambini della relativa coorte con assistenza attiva e residenza in Piemonte non deceduti al 31 dicembre dell'anno di riferimento. Vengono esclusi i soggetti a cui è stato indicato un motivo di esclusione non indicato o non noto. Per il numeratore sono conteggiati tutti i bambini vaccinati con tre dosi (ciclo base) di esavalente, ossia nei confronti di Poliovirus, *Corynebacterium diphtheriae*, *Clostridium te-*

tani, virus dell'epatite B (HBV), Bordetella pertussis ed Haemophilus influenzae tipo b (Hib) entro il compimento del ventiquattresimo mese di vita del soggetto. Per Hib vengono conteggiati anche i soggetti con una dose somministrata nel secondo anno di vita. Per il numeratore della vaccinazione contro Morbillivirus, Paramyxovirus e Rubivirus sono conteggiati tutti i bambini vaccinati con una dose per Morbillo, Parotite e Rosolia entro il compimento del ventiquattresimo mese di vita. In entrambi i numeratori sono incluse le vaccinazioni non somministrate sui soggetti con motivo di esclusione per pregressa immunità da malattia naturale.

A causa di una variazione informatica della piattaforma di caricamento ed estrazione dei dati vaccinali, i valori relativi alle coorti nate dal 2012 al 2017 non erano disponibili su PADDI. Sono stati pertanto estratti dai report 2014-2017 del Servizio di riferimento Regionale di Epidemiologia per la sorveglianza, la prevenzione e il controllo delle Malattie Infettive (SEREMI). In questi report, la vaccinazione esavalente è suddivisa per tipologia di patogeno: per la curva del trend temporale si è pertanto considerata la copertura più bassa dei 6 patogeni facenti parte dell'attuale vaccinazione esavalente. Nel testo sono state tuttavia riportate anche le percentuali della sola vaccinazione contro il tetano o contro i quattro patogeni la cui vaccinazione era considerata obbligatoria per le coorti 2012-2017 (difterite, tetano, polio e HBV).

I confronti tra il numero di maschi vaccinati vs femmine vaccinate per coorte di nascita (solo per le coorti di nascita 2017-2022) sono stati effettuati tramite test del Chi-quadro (applicando la correzione di Yates). Il test per il trend di Cochran-Armitage è stato applicato per analizzare l'andamento della copertura del vaccino esavalente e del vaccino MPR.

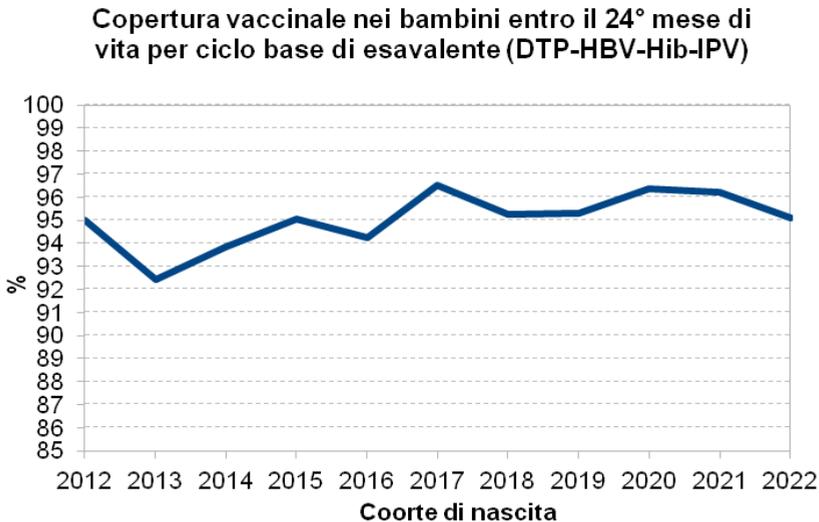
Risultati

Globalmente, la copertura per il vaccino esavalente si è mantenuta stabile negli anni per le coorti a partire dal 2017, con una copertura superiore al 95%. Una percentuale inferiore alla tale soglia si osserva nelle coorti degli anni precedenti. In Figura 1 viene mostrato tale andamento. Il test di Cochran-Armitage per il trend mostra globalmente un andamento di crescita significativo ($p < 0.001$). Prima del Decreto "Lorenzin", le vaccinazioni cosiddette obbligatorie non comprendevano l'Haemophilus influenzae tipo B e la pertosse. Tenendo pertanto conto solo degli altri quattro patogeni (ossia difterite, tetano, polio e HBV), le coperture a 24 mesi (ciclo primario) sono state del 95% per la coorte del 2012, del 92.99% per la coorte 2013, del 93.98% per la coorte 2014, del 95.04% per la coorte 2015, del 94.74% per la coorte 2016 e infine del 96.59% per la coorte 2017. La sola vaccinazione antitetanica per queste coorti mostrava una copertura leggermente

superiore (rispettivamente del 96.3%, 94.21%, 95.94%, 96.13%, 95.36% e del 96.96%).

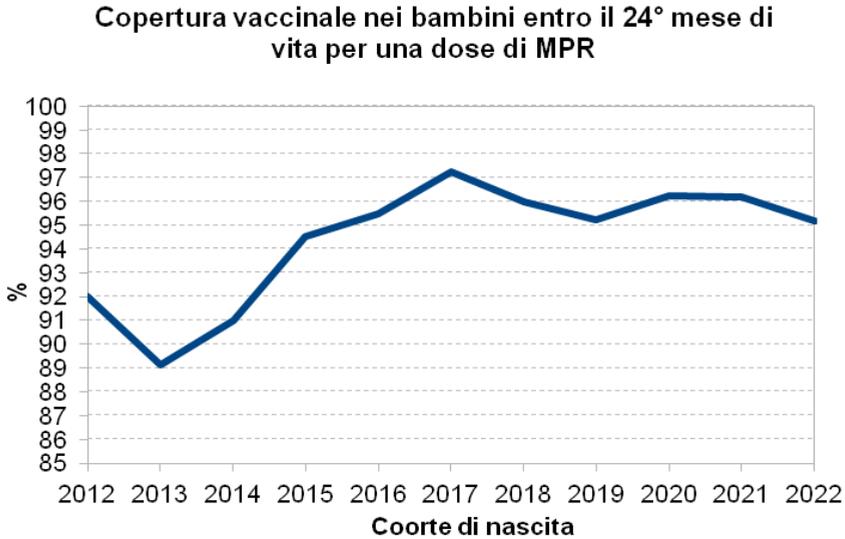
Per quanto riguarda la copertura a 24 mesi con una dose di MPR, si osserva come le coorti del 2012-2015 mostrano una copertura inferiore al 95%, con un trend in ascesa a partire dalle coorti 2013, che culmina in un picco per le coorti del 2017 (Figura 2). Le coorti successive mostrano una copertura stabile, nonostante una leggera flessione per le coorti 2018 e 2019. In generale, anche per tale vaccinazione si osserva globalmente un trend significativo (Cochran-Armitage test: $p < 0.001$). Per le coorti 2018-2022, non si evidenzia una differenza significativa di percentuali di copertura tra maschi e femmine (Tabella 1). Tale stratificazione non era disponibile per le coorti degli anni precedenti.

Figura 1. Andamento della copertura vaccinale nei bambini con vaccinazione effettuata entro il 24° mese di vita per ciclo base di esavalente



Nota: Sull'asse delle orizzontale è riportata la coorte per anno di nascita. Sull'asse verticale la copertura vaccinale. I dati relativi alle coorti 2012-2017 derivano dai report del SEREMI. I dati delle coorti 2018-2022 dalla piattaforma PADDI di Regione Piemonte. Nel denominatore sono considerati tutti i bambini della relativa coorte con assistenza attiva e residenza in Piemonte non deceduti al 31/12 dell'anno di riferimento. Vengono esclusi i soggetti a cui è stato indicato un motivo di esclusione non noto. Per il numeratore sono conteggiati tutti i bambini vaccinati con tre dosi per ciclo base (polio, difterite, tetano, epatite B, pertosse, Hib) entro il compimento del ventiquattresimo mese di vita. Sono incluse le vaccinazioni non somministrate sui soggetti con esclusione per pregressa immunità da malattia naturale. DTP: vaccino contro difterite-tetano-pertosse; HBV: vaccino contro il virus dell'epatite B; Hib: vaccino contro l'*Haemophilus influenzae* tipo B; IPV: vaccino antipolio inattivato.

Figura 2. Andamento della copertura vaccinale nei bambini con vaccinazione effettuata entro il 24° mese di vita per 1 dose di MPR.



Nota: Sull'asse delle orizzontale è riportata la coorte per l'anno di nascita. Sull'asse verticale i valori di copertura vaccinale. I dati relativi alle coorti 2012-2017 derivano dai report del SEREMI. I dati delle coorti 2018-2022 dalla piattaforma PADDI di Regione Piemonte. Nel denominatore sono considerati tutti i bambini della relativa coorte con assistenza attiva e residenza in Piemonte non deceduti al 31/12 dell'anno di riferimento. Vengono esclusi i soggetti a cui è stato indicato un motivo di esclusione non noto. Per il numeratore sono conteggiati tutti i bambini vaccinati con 1 dose per Morbillo, Parotite e Rosolia entro il compimento del ventiquattresimo mese di vita. Sono incluse le vaccinazioni non somministrate sui soggetti con accertata pregressa immunità da malattia naturale. MPR: vaccino contro morbillo-parotite-rosolia.

Discussione

I dati riportati mettono in evidenza come la soglia di copertura per le vaccinazioni di esavalente negli ultimi 10 anni sia stata superiore, o comunque di poco inferiore, ai valori indicati dal Ministero della Sanità e dall'OMS come utili a garantire un'immunità di gregge.

Tale dato risulta meno evidente per la vaccinazione MPR, che ha visto una risalita solo negli ultimi anni: dalle coorti 2016 in poi, nonostante fisiologiche oscillazioni, la copertura è rimasta comunque stabile. Tale trend di crescita è verosimilmente anche attribuibile alla Legge 119 del 31 Luglio 2017, facente seguito al Decreto "Lorenzin", che ha introdotto l'obbligatorietà alle vaccinazioni. Come già evidenziato da altri studi, tale disposizione di legge ha garantito un rapido incremento della copertura vaccinale. [4]

Tabella 1. Coperture vaccinali per Esavalente e Morbillo-Parotite-Rosolia con vaccinazione effettuata entro il 24° mese di vita, per coorte di nascita. I dati sono derivati dalla piattaforma PADDI di Regione Piemonte.

Coorte	DTP-HBV-Hib-IPV				MPR			
	F (%)	M (%)	p-value	Tot (%)	F (%)	M (%)	p-value	Tot (%)
2012	-	-	-	95.00	-	-	-	92.00
2013	-	-	-	92.44	-	-	-	89.11
2014	-	-	-	93.85	-	-	-	91.01
2015	-	-	-	95.04	-	-	-	94.53
2016	-	-	-	94.25	-	-	-	95.50
2017	-	-	-	96.51	-	-	-	97.25
2018	96.08	94.44	0.191	95.26	96.81	95.17	0.157	95.99
2019	95.61	95.00	0.714	95.31	94.96	95.50	0.759	95.23
2020	96.52	96.18	0.879	96.34	96.69	95.87	0.549	96.26
2021	96.64	95.79	0.531	96.20	96.13	96.27	>0.90	96.20
2022	94.22	95.94	0.234	95.10	94.79	95.59	0.623	95.19

Nota: I confronti tra il numero di bambine vs bambini vaccinati entro il 24° mese di vita, per ciascuna coorte di nascita, sono stati effettuati tramite test del Chi2. DTP: vaccino contro difterite-tetano-pertosse; HBV: vaccino contro il virus dell'epatite B; Hib: vaccino contro l'*Haemophilus influenzae* tipo B; IPV: vaccino antipolio inattivato; MPR: vaccino contro morbillo-parotite-rosolia.

L'OMS è da sempre stata molto attenta nel monitorare la copertura associata alla vaccinazione contro il morbillo, che presenta andamenti ciclici di salita e discesa. Una delle possibili spiegazioni di tale ciclicità può attribuirsi a picchi epidemici che sensibilizzano l'opinione pubblica seguite da campagne di disinformazione su potenziali effetti collaterali legati alla vaccinazione. L'assenza di reali rischi attribuibili a tale vaccino, o comunque tali da rendere sfavorevole l'atto vaccinale, è stata più volte dimostrata da studi clinici o epidemiologici. [5] Un esempio di tale ciclicità è evidenziabile con il crollo vaccinale per le coorti del 2013, osservato non solo in questa ASL, ma anche a livello di altre Regioni [6], cui è seguita una rapida crescita. Una delle possibili spiegazioni potrebbe derivare dal periodico dibattito sullo studio "Wakefield" pubblicato sulla rivista *The Lancet* e ritirato, in quanto basato su dati non attendibili. Partendo da tali presupposti, ad esempio il tribunale di Rimini, con una sentenza del 2012, ha accolto il ricorso presentato da una coppia di genitori contro il Ministero della Salute per chiedere il pagamento dell'indennizzo per complicanze irreversibili causate dalla vaccinazione morbillo-parotite-rosolia. [7] Sentenze di questa portata possono minare la fiducia dei genitori all'atto della vaccinazione e condurre ad una diminuzione delle adesioni all'offerta vaccinale. Inoltre un aumento

della quota di soggetti vaccinati tra la popolazione a rischio per patologia specifica verosimilmente conduce ad una diminuzione della circolazione del patogeno a livello di comunità; questo può condurre ad una riduzione della percezione del rischio e di conseguenza ad una minor sensibilizzazione alla necessità di vaccinarsi. La diminuzione della circolazione del patogeno all'interno di comunità vaccinate non deve indurre a pensare che il rischio sia realmente eliminato, ma semplicemente che si sta tenendo sotto controllo la circolazione del patogeno: la non vaccinazioni di un'ampia fetta dei nuovi nascituri porterà di conseguenza ad un nuovo picco di infezioni negli anni a seguire.

Va pertanto chiarito che la definizione della soglia minima di copertura necessaria per limitare la diffusione di una patologia non è arbitraria, ma parte dalla misurazione del parametro di trasmissibilità del patogeno, noto come indice di riproduzione di base (R_0). La formula matematica che sta alla base di tale target è la seguente. $1 - 1/R_0$. Per il morbillo, ad esempio, l'indice R_0 è uguale a 15-17 soggetti infettati da un malato, di conseguenza la soglia si attesta intorno al 94% circa. [8], [9]

Ne consegue che mantenere le coperture vaccinali sopra i valori soglia indicati dall'OMS e di conseguenza del Ministero della Salute Italiano sia un target importantissimo e che va perseguito anche in situazioni di altra emergenza.

La recente pandemia associata al SARS-CoV-2 ha impattato in maniera consistente sulla maggior parte dei servizi sanitari e soprattutto di prevenzione, ad esempio in ambito vaccinale e oncologico. Come conseguenza si è osservata una riduzione del numero di prestazioni erogate ed anche un ritardo di esecuzione delle stesse. [10], [11], [12], [13]

Tuttavia, le vaccinazioni pediatriche nell'ASL CN2 sembrano esser state solo parzialmente inficiate da questo evento. I dati mostrano una lieve flessione della copertura a 24 mesi sia del vaccino esavalente sia del vaccino MPR per le coorti 2018 e 2019. I bambini nati nel 2018-2019 avrebbero dovuto completare il ciclo entro gennaio-dicembre 2020-2021 per poter esser considerati come coperti all'interno di questa statistica, ossia nel pieno del periodo pandemico. La flessione è stata comunque minima, non scendendo al di sotto del 90% per quanto riguarda la vaccinazione esavalente e del 95% per la vaccinazione MPR. Guardando anche ai dati nazionali, le vaccinazioni nel 2020 sembrano mostrare una riduzione rispetto all'anno precedente, tuttavia, seppur significativa (data l'elevata numerosità campionaria), la riduzione è stata generalmente di 1-2 punti percentuali. [14] Dati peggiori sono stati invece osservati a livello globale, con riduzioni finanche a 7 punti percentuali. [15], [16]. Va infine ricordato che la quota di copertura difficilmente può raggiungere il 100% per i diversi patogeni considerati, in parte a causa di un rifiuto da parte di genitori che, nonostante le molte evidenze scientifiche, non sono proni all'atto vaccinale, e in parte a causa

di soggetti che per immunodeficienze gravi non possono ricevere le vaccinazioni in quanto non sarebbero responsivi o impossibilitati a ricevere le vaccinazioni con vaccini vivi attenuati.

Lo studio presenta alcuni limiti. Innanzitutto, la non disponibilità dei dati sulla piattaforma PADDI per le coorti antecedenti al 2018 ha richiesto l'utilizzo di report, comunque basati su dati verificati, per gli anni precedenti. Ad esempio, i dati relativi alla stratificazione per sesso non erano disponibili per le coorti pre-2018. Inoltre, va ricordato come la vaccinazione per alcuni patogeni (nello specifico *H. influenzae* e *B. pertussis*), presenti nella formulazione dell'attuale esavalente, non fosse obbligatoria per l'accesso alla scuola primaria prima della riforma "Lorenzin", pertanto i dati relativi alla copertura esavalente si portano dietro circa 1 punto percentuale di scarto rispetto alle percentuali della sola vaccinazione antitetanica. Infine, i dati sono riferiti ai parametri richiesti da Regione per il monitoraggio delle coperture vaccinali, valutando la copertura a 24 mesi dalla data di nascita del soggetto; tuttavia, è possibile che alcuni/e bambini/e, seppur in numero limitato, abbiano raggiunto il numero minimo di dosi richieste alcuni mesi dopo tale cut-off temporale, e che quindi la percentuale di protezione possa essere considerata leggermente superiore.

Conclusioni

La copertura vaccinale negli anni più recenti all'interno dell'ASL CN2 è rimasta al di sopra dei valori soglia indicati dall'OMS, con solamente una flessione per le coorti 2013-2014 e quelle 2019. In quest'ultimo caso la riduzione è verosimilmente giustificata dal concomitante periodo pandemico associato a SARS-CoV-2. Il mantenimento di coperture al di sopra dei valori soglia è l'obiettivo da perseguire da parte dei professionisti sanitari per garantire la protezione della popolazione generale ed in particolare delle categorie più a rischio, quali quelle pediatriche, dei soggetti con patologie croniche, grandi anziani e persone impossibilitate a ricevere il vaccino a causa di gravi condizioni cliniche.

Riferimenti bibliografici

1. A. J. Shattock *et al.*, «Contribution of vaccination to improved survival and health: modelling 50 years of the Expanded Programme on Immunization», *The Lancet*, vol. 403, fasc. 10441, pp. 2307–2316, mag. 2024, doi: 10.1016/S0140-6736(24)00850-X.

2. P. Pezzotti *et al.*, «The impact of immunization programs on 10 vaccine preventable diseases in Italy: 1900-2015», *Vaccine*, vol. 36, fasc. 11, pp. 1435–1443, mar. 2018, doi: 10.1016/j.vaccine.2018.01.065.
3. Ministero della Salute, *Piano nazionale di prevenzione vaccinale (PNPV) 2023-2025*. [Online]. Disponibile su: <https://www.trovanorme.salute.gov.it/norme/dettaglioAtto?id=95963&completo=true>
4. M. Sabbatucci, A. Odone, C. Signorelli, A. Siddu, F. Maraglino, e G. Rezza, «Improved Temporal Trends of Vaccination Coverage Rates in Childhood after the Mandatory Vaccination Act, Italy 2014-2019», *J Clin Med*, vol. 10, fasc. 12, p. 2540, giu. 2021, doi: 10.3390/jcm10122540.
5. C. Di Pietrantonj, A. Rivetti, P. Marchione, M. G. Debalini, e V. Demicheli, «Vaccines for measles, mumps, rubella, and varicella in children», *Cochrane Database Syst Rev*, vol. 2021, fasc. 11, p. CD004407, nov. 2021, doi: 10.1002/14651858.CD004407.pub5.
6. S. Marchi *et al.*, «Measles immunity over two decades in two large Italian Regions: How far is the elimination goal?», *Vaccine*, vol. 39, fasc. 40, pp. 5928–5933, set. 2021, doi: 10.1016/j.vaccine.2021.08.001.
7. «Autismo. Tribunale di Rimini: “Colpa del vaccino”. Ministero condannato a pagare indennizzo - Quotidiano Sanità». Consultato: 2 dicembre 2024. [Online]. Disponibile su: https://www.quotidiano-sanita.it/regioni-e-asl/articolo.php?articolo_id=8363
8. N. Ramsay, H. Sidhu, e E. K. Waters, «Mathematics for medical practitioners and patients: Understanding how vaccines work for the community», *Aust J Gen Pract*, vol. 49, fasc. 5, pp. 293–294, mag. 2020, doi: 10.31128/AJGP-08-19-5038.
9. P. Fine, K. Eames, e D. L. Heymann, «“Herd Immunity”: A Rough Guide», *Clinical Infectious Diseases*, vol. 52, fasc. 7, pp. 911–916, apr. 2011, doi: 10.1093/cid/cir007.
10. R. Russo, E. Bozzola, P. Palma, G. Corsello, e A. Villani, «Pediatric routine vaccinations in the COVID 19 lockdown period: the survey of the Italian Pediatric Society», *Italian Journal of Pediatrics*, vol. 47, fasc. 1, p. 72, mar. 2021, doi: 10.1186/s13052-021-01023-6.
11. D. I. D. Lee *et al.*, «Delay in childhood vaccinations during the COVID-19 pandemic», *Can J Public Health*, vol. 113, fasc. 1, pp. 126–134, feb. 2022, doi: 10.17269/s41997-021-00601-9.
12. A. Toss *et al.*, «Two-month stop in mammographic screening significantly impacts on breast cancer stage at diagnosis and upfront treatment in the COVID era», *ESMO Open*, vol. 6, fasc. 2, p. 100055, apr. 2021, doi: 10.1016/j.esmoop.2021.100055.

13. P. Giorgi Rossi *et al.*, «The impact of the COVID-19 pandemic on Italian population-based cancer screening activities and test coverage: Results from national cross-sectional repeated surveys in 2020», *eLife*, vol. 12, p. e81804, doi: 10.7554/eLife.81804.
14. M. Sabbatucci *et al.*, «Childhood Immunisation Coverage during the COVID-19 Epidemic in Italy», *Vaccines (Basel)*, vol. 10, fasc. 1, p. 120, gen. 2022, doi: 10.3390/vaccines10010120.
15. J. Locke, A. Marinkovic, K. Hamdy, V. Balendra, e A. Sanyaolu, «Routine pediatric vaccinations during the COVID-19 pandemic: A review of the global impact», *World J Virol*, vol. 12, fasc. 5, pp. 256–261, dic. 2023, doi: 10.5501/wjv.v12.i5.256.
16. P. Muhoza *et al.*, «Routine Vaccination Coverage - Worldwide, 2020», *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, vol. 70, fasc. 43, pp. 1495–1500, ott. 2021, doi: 10.15585/mmwr.mm7043a1.

