



National Collaborating Centre
for Infectious Diseases

Centre de collaboration nationale
des maladies infectieuses

Programmes mondiaux de vaccination : survol et examen des programmes de vaccination contre la polio

Octobre 2022

PRÉPARÉ PAR :

Shyama Nanayakkara, MBBS, MSc, MD



Programmes mondiaux de vaccination : survol et examen des programmes de vaccination contre la polio

Octobre 2022

Par Shyama Nanayakkara, MBBS, MSc, MD

Vous pouvez nous joindre au :

Centre de collaboration nationale des maladies infectieuses

Faculté des sciences de la santé Rady,

Université du Manitoba

Tél. : 204-318-2591

Courriel : nccid@umanitoba.ca

www.ccnmi.ca

Numéro de projet du CCNMI : 663.

ISBN : 978-1-927988-74-9

La publication de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière de l'Agence de la santé publique du Canada qui finance le Centre de collaboration nationale des maladies infectieuses. Les opinions exprimées dans ce document ne représentent pas nécessairement celles de l'Agence de la santé publique du Canada.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Introduction | 1 |
| Programmes internationaux de vaccination | 2 |
| Poliomyélite | 3 |
| Pathogenèse | 3 |
| Diagnostic de laboratoire | 5 |
| Stratégies d'éradication de la polio | 6 |
| Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite (IMEP) | 7 |
| Journée nationale de vaccination (JNV) | 7 |
| Poliomyélite paralytique associée au vaccin | 8 |
| Surveillance des poliovirus | 11 |
| Situation actuelle | 13 |
| L'éradication de la polio au Canada | 14 |
| Références | 15 |

Introduction

En immunisant contre des maladies graves, les vaccins réduisent le risque de contracter une maladie et d'éventuelles complications en entraînant les défenses naturelles de l'organisme pour mieux le protéger. Les vaccins et les programmes de vaccination représentent l'une des grandes découvertes de la santé publique au service de la population.

Edward Jenner est considéré comme le père de l'immunologie pour avoir inoculé le virus de la vaccine (variole de la vache) à un garçon de 13 ans en 1796 et démontré que le vaccin développait une immunité protectrice contre la variole. Le premier vaccin contre la variole a été mis au point en 1798[1].

Nous disposons aujourd'hui de vaccins pour prévenir plus de 20 maladies potentiellement mortelles. Ces vaccins permettent aux personnes de tous âges de vivre plus longtemps et en meilleure santé. Chaque année, la vaccination permet d'éviter de 3,5 à 5 millions de décès dus à des maladies telles que la diphtérie, le tétanos, la coqueluche, la grippe et la rougeole [2]; sa contribution à la santé de la population mondiale est donc immense. La couverture vaccinale mondiale a amélioré de façon spectaculaire les taux de mortalité chez les enfants. La création du Programme élargi de vaccination (PEV) en 1974, et la formation, plus tard, de Gavi, l'Alliance internationale du vaccin, en 2000 [3,4], ont permis de considérablement réduire les maladies évitables par la vaccination. Les efforts internationaux déployés pour prévenir la tuberculose, la diphtérie, le tétanos, la coqueluche, la poliomyélite et la rougeole ont permis d'étendre la couverture vaccinale mondiale de moins de 5 % à 86 % [5].

La vaccination est un élément clé des soins de santé primaires et est considérée par certains comme un droit de l'homme. [6] Elle est aussi l'un des meilleurs investissements monétaire en faveur de la santé. Les vaccins sont également essentiels pour prévenir et combattre les flambées de maladies infectieuses. Ils sont le fondement de la sécurité sanitaire mondiale et l'Organisation mondiale de la Santé note qu'ils constitueront un outil essentiel dans la lutte contre la résistance aux antimicrobiens [2]. La vaccination est actuellement l'intervention en santé infantile la plus répandue et la plus efficace dans le monde.

Les programmes nationaux de vaccination sont chargés de la gestion de la vaccination au niveau national et couvrent un éventail de fonctions allant de l'établissement de politiques fondées sur des données probantes au financement et à l'achat de vaccins, en passant par la gestion et la logistique des vaccins, la prestation de services de vaccination et la collecte, ainsi que l'analyse et l'utilisation des données relatives à la vaccination [7].

L'attention portée à la santé des enfants doit dépasser la notion de mortalité et inclure celles de croissance saine, de développement et de bien-être. Une approche multisectorielle qui s'attaque à tous les déterminants (sociaux, économiques, culturels, politiques, environnementaux et commerciaux) de la santé et du bien-être des enfants trouve un écho dans la promotion des objectifs de développement durable (ODD) selon une approche holistique des questions sociales et économiques mondiales. En septembre 2015, les pays ont ratifié les Objectifs de développement durable (ODD) pour éliminer la pauvreté, protéger la planète et assurer la prospérité de tous. La vaccination joue un rôle crucial dans

la réalisation de 14 des 17 ODD. Les cibles de l'ODD3 relatives à la vaccination concernent la mortalité des moins de cinq ans, l'élimination des maladies évitables par la vaccination et la prévention des épidémies [8-10].

Alors que le Canada et d'autres pays réinstaurent leurs programmes de santé publique et de soins de santé suite à la pandémie de COVID-19, on constate avec inquiétude que de nombreux enfants et adultes n'ont pas reçu les vaccins habituellement prévus (appelés « vaccins de routine »). Les gouvernements et les praticiens réfléchissent sur la façon de mettre en place des programmes de « rattrapage » afin de prévenir les épidémies de maladies évitables par la vaccination.

Le présent document résume les progrès importants de la vaccination réalisés dans le monde et retrace l'histoire des efforts déployés pour éradiquer la polio. Cet article se propose de recenser les différentes stratégies adoptées dans d'autres parties du monde et de formuler des recommandations pour améliorer les programmes d'immunisation au Canada, notamment dans le sillon de la pandémie de COVID-19. Le Canada peut tirer des leçons de l'expérience d'autres pays en matière de programmes de vaccination de masse.

Nous commencerons par nous intéresser aux programmes internationaux de vaccination des 50 dernières années, puis nous examinerons plus particulièrement l'exemple des efforts d'éradication de la polio.

Programmes internationaux de vaccination

L'Alliance mondiale pour les vaccins et la vaccination, désormais connue sous le nom de Gavi, est une organisation internationale créée en 2000. Malgré des premiers succès, la couverture vaccinale a stagné dans les années 1990 et les vaccins qui sauvent des vies n'atteignaient pas les enfants des pays les plus pauvres. Gavi a été créé pour améliorer la distribution et l'accès aux vaccins nouveaux et sous-utilisés pour les enfants vivant dans ces pays, mais aussi pour réduire le décalage historique de vaccination entre les pays à haut et à faible revenu [7].

Le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) est l'un des membres fondateurs de tous les principaux partenariats mondiaux pour la vaccination, notamment Gavi, l'Initiative contre la rougeole et la rubéole, l'Initiative pour l'élimination du tétanos maternel et néonatal, l'Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite et le Plan d'action mondial pour les vaccins [11, 12]. L'UNICEF joue un rôle de premier plan dans la collecte, la compilation, l'analyse et la diffusion de données dans le but d'étayer des politiques, des législations et des programmes solides pour la promotion des droits et du bien-être des enfants, et le suivi mondial des progrès vers la réalisation des ODD [9, 13].

Le PEV de 1974 ayant permis d'obtenir des résultats substantiels grâce à l'expansion de la couverture vaccinale existante et à l'utilisation de la nouvelle gamme de vaccins qui sauvent des vies, un appel a été lancé en 2010 en faveur d'une Décennie de la vaccination [14]. En

2012, l'Assemblée mondiale de la santé a adopté pour cadre le Plan d'action mondial pour les vaccins 2011-2020 (PAMV) de la Décennie des vaccins afin de prévenir des millions de décès grâce à un accès plus équitable aux vaccins existants pour les personnes de toutes les communautés. Approuvé par l'Assemblée mondiale de la santé en 2012, le PAMV appelle tous les pays à atteindre une couverture nationale égale ou supérieure à 90 % pour tous les vaccins inclus dans les calendriers de vaccination nationaux de 2020 [15].

Cependant, de nombreux obstacles à la vaccination persistent, parmi lesquels un manque de sensibilisation à l'importance des vaccins, le non-respect des dates de vaccination et la crainte de complications liées aux vaccins. Bien que les bénéfices de la vaccination aient été établis depuis longtemps, les niveaux d'immunisation demeurent faibles. Chaque année, quelque 20 millions d'enfants ne reçoivent pas les vaccins qui pourraient leur sauver la vie [12]. Moins des deux tiers des pays ont atteint l'objectif du PAMV 2020, soit une couverture nationale égale ou supérieure à 90 %, avec une couverture de 66 % pour le vaccin diphtérie-tétanos-coqueluche (DTC3) et de 61 % pour la première dose du vaccin antirougeoleux (MCV1). La couverture vaccinale et les taux d'abandon varient selon les régions, en particulier pour les vaccins proposés au-delà de la première année de vie, et il convient d'y remédier par des stratégies adaptées au contexte pour atteindre les objectifs mondiaux, régionaux et nationaux de couverture vaccinale [5].

Poliomyélite

La poliomyélite (polio) est une maladie évitable par la vaccination hautement contagieuse, que l'on observe le plus souvent chez les enfants de moins de 5 ans. Le poliovirus fait partie du genre Enterovirus, de la famille des Picornaviridae, un virus maintenant classé comme un entérovirus de l'espèce C, un groupe qui englobe la plupart des souches du virus Coxsackie. Les picornavirus sont de petits virus insensibles à l'éther, dotés d'un génome à ARN. Les entérovirus sont des organismes transitoires du tractus gastro-intestinal qui se stabilisent au pH acide. Il existe trois sérotypes de poliovirus : PV₁, PV₂ et PV₃ (type 1, type 2 et type 3) [16, 17].

L'être humain est le seul hôte des poliovirus. Les individus infectés par un poliovirus excrètent le virus dans leur salive et leurs selles, qu'ils présentent ou non des symptômes de la maladie. Les poliovirus se transmettent d'une personne à l'autre par voie féco-orale. Les virus peuvent être transmis par de l'eau, du lait ou des aliments contaminés. Au début des années 1950, plus de 20 000 cas de polio paralytique étaient signalés chaque année, rien qu'aux États-Unis [18].

Pathogénèse

La polio se transmet d'une personne à l'autre, principalement par voie féco-orale et, moins fréquemment, par l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés. La période d'incubation est habituellement de 7 à 10 jours, mais elle peut être comprise entre 4 et 35 jours. La majorité

(90 %) des personnes infectées ne présentent aucun symptôme ou des symptômes légers, et la maladie passe le plus souvent inaperçue. Dans certains cas, cependant, les premiers symptômes comprennent : fièvre, fatigue, maux de tête, vomissements, raideur de la nuque et douleurs dans les membres et durent de 2 à 10 jours; on observe un rétablissement complet dans presque tous les cas. La présentation clinique de la poliomyélite est une paralysie flasque typique. Les entérovirus de la polio se multiplient principalement dans l'intestin où l'infection est entièrement asymptomatique. Cependant, il arrive que le virus se propage et infecte d'autres tissus somatiques où il peut se répliquer et s'étendre à d'autres régions, notamment la gorge, le système nerveux périphérique et le système nerveux central. Dans le système nerveux central, le poliovirus cible et détruit spécifiquement les neurones moteurs et provoque la présentation clinique classique. En général, les membres inférieurs sont touchés, mais l'infection plus haut dans la moelle épinière peut affecter les centres respiratoires, provoquant une poliomyélite bulbaire entraînant la mort, en l'absence de recours à la respiration assistée [16, 17]. Après cette phase prodromique, dans un petit nombre de cas, le virus provoque une paralysie permanente, généralement des jambes. Le rapport entre les cas d'infection inapparente et la maladie paralytique chez les personnes susceptibles varie de 100:1 à 1000:1 ou plus. L'infection par le virus entraîne une virémie, laquelle peut causer une infection des cellules du système nerveux central. À partir de là, le virus s'introduit dans les cellules par des récepteurs spécifiques du poliovirus. La réplication du poliovirus dans les neurones moteurs de la corne antérieure et du tronc cérébral entraîne la destruction des cellules et provoque la poliomyélite clinique typique. Selon le site de l'infection et de la paralysie, la poliomyélite peut être classée en tant que maladie spinale, bulbaire ou spino-bulbaire [19]. La paralysie maximale est atteinte rapidement (entre 2 et 4 jours); celle-ci s'accompagne habituellement de fièvre et de douleurs musculaires et progresse rarement une fois que la température du patient est redevenue normale. Dans le système nerveux central, le poliovirus cible et détruit spécifiquement les neurones moteurs et provoque la présentation clinique classique. En général, les membres inférieurs sont touchés, mais l'infection plus haut dans la moelle épinière peut affecter les centres respiratoires, provoquant une poliomyélite bulbaire laquelle, en l'absence de recours à la respiration assistée, entraîne la mort [20, 21].

Une paralysie qui persiste après 60 jours est généralement permanente. La paralysie peut survenir rapidement — quelques heures après l’infection. La maladie est fatale dans 5 à 10 % des cas, lorsque la paralysie affecte les muscles respiratoires. La pathogenèse de la polio signifie que la plupart des infections sont asymptomatiques, de sorte que le comptage des cas ne représente qu’une mesure indirecte de la présence du virus. Ainsi, si un poliovirus circule dans un pays, le monde entier est en danger, car le virus peut être exporté par des individus asymptomatiques impossibles à identifier [22].

La paralysie flasque aiguë (ou PFA) peut être causée par des infections bactériennes, des maladies auto-immunes, l’exposition à des toxines environnementales, mais aussi par la myélite transverse, la névrite traumatique, d’autres infections à entérovirus et d’autres causes de paralysie comme le virus du Nil occidental et le syndrome de Guillain-Barré. Davantage de recherche est nécessaires pour en déterminer la cause sous-jacente. Il est parfois impossible d’en déterminer la cause [25, 26].

Les adultes ayant contracté le poliovirus paralytique infantile peuvent développer un syndrome post-polio non infectieux 30 ans ou plus après leur rétablissement. Le syndrome post-polio se caractérise par une intensification de faiblesse et de douleurs musculaires, et peut inclure des difficultés de respiration et de déglutition dues à l’atrophie musculaire [23, 24].

Diagnostic de laboratoire

Le poliovirus est excrété dans les selles pendant au moins un mois après la contamination ou la vaccination, mais de façon intermittente. Une excrétion importante du virus se produit juste avant l’apparition de la paralysie et au cours des deux premières semaines suivant l’apparition des premiers symptômes. [27, 28]

La surveillance des cas de paralysie flasque aiguë (PFA) constituait un volet important de la stratégie d’éradication de la polio. Le Réseau mondial de laboratoires pour la poliomyélite (RMLP) de l’OMS est une composante essentielle de la surveillance des poliovirus. Le diagnostic en laboratoire de la poliomyélite implique la croissance et l’identification des poliovirus à partir d’échantillons de selles au moyen de techniques de culture cellulaire. La collecte, le stockage et le transport adéquats des échantillons sont cruciaux pour un bon diagnostic en laboratoire de la poliomyélite. Pour tous les cas, deux échantillons de selles doivent être prélevés dans les 14 jours suivant l’apparition de la paralysie. La concentration du virus diminue avec le temps, tout doit être fait pour recueillir des selles très tôt dans l’infection, soit dans les 14 jours suivant l’apparition de la paralysie. Étant donné que le virus peut être éliminé par intermittence, il est recommandé de prélever un minimum de deux échantillons à un intervalle de 24 à 48 heures. Les spécimens sont conservés dans une boîte froide de 4 à 8 °C, entre des blocs réfrigérants congelés, pour être envoyés aux laboratoires appropriés [27, 29-31].

Stratégies d'éradication de la polio

Les débuts de l'éradication de la poliomyélite remontent à la fin des années 1950. Deux vaccins, le vaccin vivant atténué administré sous forme orale (VPO) et le vaccin antipoliomyélitique inactivé sous forme injectable (VPI), sont utilisés dans le monde entier pour lutter contre la polio. Albert Sabin, Hilary Kaprowski et d'autres ont conclu que la vaccination systématique utilisant le VPI ou le VPO, laquelle a connu un grand succès dans les pays développés, n'interrompt pas la transmission du poliovirus lorsque les conditions sociales et environnementales favorisaient la transmission continue du poliovirus sauvage. Le VPO coûte nettement moins cher que le VPI et pourrait donc mieux prévenir la transmission de virus sauvages; il confère une immunité de contact par immunisation passive des personnes non vaccinées contre les virus excrétés par les vaccins et est administré sous forme de gouttes orales, plus faciles à administrer que les injections de VPI et plus faciles à stocker et à transporter [32, 33].

Le premier VPI a été produit par le docteur Salk à partir d'un virus cultivé sur des cellules rénales de singe et inactivé avec du formol. En 1954, le vaccin inactivé a été testé dans un essai contrôlé par placebo, auquel ont participé 1,6 million d'enfants au Canada, en Finlande et aux États-Unis [20]. L'homologation du vaccin inactivé contre la poliomyélite pour un usage national non expérimental a immédiatement suivi la décision du 12 avril 1955 [34]. Le vaccin antipoliomyélitique vivant atténué du Dr Albert Sabin avait subi quelques essais sur le terrain avec succès et atteint le stade où des essais à grande échelle étaient indiqués. Ceux-ci ont été recommandés par le comité d'experts de l'OMS sur la poliomyélite en juillet 1957. Cependant, aux États-Unis, le vaccin Salk s'est avéré efficace, réduisant l'incidence de la poliomyélite à plusieurs milliers de cas par an. Les dirigeants de la National Foundation et le Service de santé publique des États-Unis, satisfaits des résultats, n'ont donc pas souhaité soutenir un essai du vaccin oral Sabin [35]. À l'époque où la plupart des efforts des États-Unis se concentraient sur l'introduction de vaccins de type Salk, l'OMS a lancé des études pour établir des normes et autorisé des essais à grande échelle du vaccin Sabin et d'autres vaccins atténués. Un examen, mené par des experts indépendants, a permis de valider des études menées dans des pays tels que l'URSS, lesquelles ont contribué à l'adoption des vaccins Sabin pour une utilisation mondiale [36].

À partir de 1955, les États-Unis ont utilisé le VPI à grande échelle et l'incidence de polio y a chuté de plus de 95 %. Cependant, en 1962, lorsque le vaccin antipoliomyélitique oral (VPO) est devenu disponible, les États-Unis ont opté pour son utilisation exclusive. En 1985, l'incidence de la polio avait fortement diminué dans la plupart des pays et le nombre de ceux signalant des cas de poliomyélite dans les Amériques était passé de 19 à 11 [18].

Le vaccin oral de Sabin a rapidement été accepté dans le monde entier en raison de son faible coût, de sa facilité d'administration sous forme de gouttes ou de morceaux de sucre, de sa capacité à se propager à des contacts non vaccinés, de l'induction d'une forte réponse immunitaire dans l'intestin et de son acceptabilité politique (il a été produit et approuvé par des pays démocratiques et communistes). Le vaccin oral a également été accueilli comme une alternative au vaccin antipoliomyélitique inactivé concurrent de Salk, qui avait suscité

une certaine méfiance, car certains des premiers lots de vaccins commerciaux avaient été contaminés par des poliovirus vivants. L'OMS a adopté une politique d'utilisation exclusive du VPO dans les pays en développement [20, 35, 37].

Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite (IMEP)

Inspirée par le succès de l'éradication de la variole, l'Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite (IMEP) a été lancée en 1988 et prévoyait l'élimination de la polio d'ici l'année 2000. La stratégie a été mise au point dans le but d'éliminer et, à terme, d'éradiquer l'infection par le poliovirus dans le monde, grâce à de vastes campagnes de vaccination répétées dans chaque pays. Elle est menée par les gouvernements nationaux, l'Organisation mondiale de la santé (OMS), le Rotary International, les Centres américains de contrôle et de prévention des maladies (CDC) et l'UNICEF

[21, 36-40]. La polio a été éradiquée de la plupart des pays, cependant un risque existe toujours dans certaines régions du monde. Depuis l'adoption de l'Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite par l'Assemblée mondiale de la santé en 1988, la plupart des progrès réalisés à l'échelle mondiale dans ce domaine sont dus aux avancées faites dans les régions des Amériques et du Pacifique occidental. Dans la Région de l'Asie du Sud-Est de l'OMS, les cas de poliomyélite paralytique sont passés de 25 711 en 1988 à 3 304 en 1995, soit une réduction de 87 %. En 1995, la polio était éradiquée dans six des dix pays membres [18, 20, 41-43].

Journée nationale de vaccination (JNV)

Sur la base des propositions initiales d'Albert Sabin, une Journée nationale de vaccination (JNV) a été instaurée. Comme le notait Sabin, l'interruption de la transmission de la polio pourrait être atteinte si le VPO était administré simultanément à de nombreux enfants, en particulier ceux de moins de 5 ans, dans un laps de temps très court, de préférence un jour ou une semaine. Les JNV sont des campagnes nationales de masse destinées à administrer des doses de rappel du

Journée nationale de vaccination (JNV) au Sri Lanka

Le dernier cas de polio confirmé par analyse virologique a été dépisté au Sri Lanka en 1993. Cependant, l'Inde, le pays voisin, dans lequel une guerre civile avait perturbé la plupart des programmes de vaccination dans le nord du pays, avait quelques cas, et l'éradication n'a pas été atteinte [47].

En 1997, j'ai travaillé comme médecin hygiéniste au Sri Lanka, dans une municipalité de 100 000 habitants. J'ai coordonné un projet pilote pour la JNV. J'ai pu obtenir une grande aide des autorités locales, des organisations non gouvernementales (ONG), y compris le Rotary Club, et d'autres petits organismes de la région. Dans la foulée d'une campagne de sensibilisation menée auprès du public et avec l'aide de près de 100 volontaires, 20 centres de vaccination ont été créés. Tous les enfants de moins de 5 ans ont reçu une dose de VPO en un jour.

La Journée nationale de vaccination, ayant été considérée comme un grand succès, avec une couverture de 85 %, a ensuite été mise élargie à tout le pays, dans plus de 200 zones du ministère de la santé. - Shyama Nanayakkara, MD.

vaccin antipoliomyélitique oral afin de stopper la circulation des poliovirus sauvages. L'une des stratégies clés de l'OMS pour l'éradication mondiale de la poliomyélite consiste à organiser des JNV dans tous les pays où la transmission du poliovirus est répandue [7, 20, 21, 44-46]. [47]

Poliomyélite paralytique associée au vaccin

Comme les poliovirus dérivés du vaccin de Sabin peuvent se reproduire sur des périodes prolongées chez les individus ou dans les communautés et risquent de rétablir une transmission endémique et épidémique, des stratégies d'élimination de tous les poliovirus, y compris les virus atténués du vaccin Sabin provenant du VPO, devaient être développées et mises en œuvre pour éradiquer la polio [37, 42, 48]. Les risques de poliomyélite paralytique survenant dans la période post-certification se répartissent en deux grandes catégories : les risques liés à la l'utilisation continue du VPO et les risques liés à la manipulation dangereuse des poliovirus sauvages. Ces deux catégories présentent trois risques principaux, tous de mieux en mieux compris, dont la plupart sont désormais quantifiables. Les risques qui découlent de la poursuite de l'utilisation du VPO sont la poliomyélite paralytique associée au vaccin (PPAV), les poliovirus circulants dérivés du vaccin (PVDV) et l'excrétion immunodéficiente à long terme des poliovirus dérivés du vaccin (PVDVi) [49]. Le PPAV est causé par un PVDV qui a retrouvé sa neurovirulence lors de sa réplication dans l'intestin. L'arrêt du VPO a été jugé nécessaire pour éradiquer la poliomyélite, car les souches vaccinales produisent des cas de PPAV et de PVDVc [42, 48, 50].

JNV en Zambie

Lors de la journée zambienne de vaccination contre la polio (JNV) en juillet 1997, 8 000 points de vaccination avaient été mis en place dans tout le pays avec, pour chacun d'entre eux, une infirmière et deux travailleurs bénévoles, travaillant depuis des huttes en chaume construites pour la journée, des églises, des centres de santé et de maison en maison pour atteindre l'objectif fixé de 2,1 millions d'enfants. La préservation de la chaîne du froid avait représenté un défi particulier, puisqu'environ la moitié des 10 millions de Zambiens vit dans des communautés rurales mal desservies par des routes et dépourvues d'électricité. La chaîne du froid avait commencé à l'aéroport de Lusaka avec l'arrivée de 5,4 millions de doses de vaccin congelé provenant de Copenhague, au Danemark. Celles-ci avaient alors été stockées dans des congélateurs dans un site central à Lusaka avant d'être acheminées par camion vers les centres régionaux et de district. Le service des « médecins volants » et l'armée de l'air, tout comme des bœufs et des charrettes avaient ensuite acheminé les vaccins vers les communautés difficiles à atteindre. Les vaccins arrivaient sur ces sites la journée même de la JNV, emballés dans de la glace et portés sur les épaules des infirmières qui les livraient. Le lendemain matin de la JNV, le ministre de la Santé a déclaré celle-ci un succès, même si certains districts s'étaient retrouvés à court de vaccins. Deux JNV annuelles seront maintenues si la polio est présente dans cette région de l'Afrique [46].

Bien que l'objectif de l'an 2000 n'ait pas été atteint, des progrès considérables ont été réalisés vers l'interruption de la transmission du poliovirus sauvage. En 2000, les campagnes de vaccination de masse ont rejoint jusqu'à 450 millions d'enfants par an et 134 millions d'enfants en un seul jour. Le nombre de cas signalés a diminué, passant de 35 251 à 7 088 cas pendant cette période, une réduction importante qui s'explique par l'amélioration de la surveillance. En 2002, trois régions de l'OMS (les Amériques, le Pacifique occidental et l'Europe) étaient certifiées exemptes de polio [44, 51, 52].

Des chercheurs ont constaté que deux facteurs pouvaient réduire l'efficacité des programmes de VPO et qu'une attention particulière devait leur être accordée. Le vaccin antipoliomyélitique oral est plus sensible à la chaleur que le VPI et doit être conservé entre 0 et 8° Celsius ou moins, presque jusqu'au moment d'être administré. Sa distribution nécessite la mise en place et l'opération d'une chaîne de froid, ce qui a été fait. En outre, contrairement au VPI, le VPO peut provoquer une paralysie associée au vaccin (PAV). Cependant, des études montrent que de tels cas sont si rares que, selon toutes les normes pharmaceutiques, le VPO est un produit très sûr [17, 54]. Ces progrès considérables ont été réalisés grâce à l'utilisation généralisée de vaccins oraux contre le poliovirus (VPO), le plus souvent le VPO trivalent (VPOt), lequel contient des poliovirus vivants atténués de types 1, 2 et 3 et est la clé de voûte des efforts de prévention de la polio depuis le début des années 1960. Cependant, les poliovirus atténués contenus dans le VPO peuvent subir des modifications génétiques pendant la réplication et, dans les communautés où la couverture vaccinale est faible, se muter en poliovirus dérivés du vaccin (PVDV) et provoquer une poliomyélite paralytique indiscernable de la maladie causée par les PVS [38, 43, 49].

Il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de réduire le nombre de cas de PPAV en diminuant la couverture par le VPO. Le VPO contient des virus affaiblis qui peuvent se répliquer, certains d'entre eux pouvant être excrétés par l'enfant vacciné et transmis à d'autres personnes, en particulier dans les zones où les moyens d'assainissement sont insuffisants. Dans les populations à haut risque exemptes de transmission du poliovirus sauvage, des taux de vaccination sous-optimaux augmentent les risques de flambées de poliomyélite causées à la fois par des poliovirus sauvages provenant des pays d'endémie et par des poliovirus circulants dérivés d'un vaccin (PVDVc) présentant les caractéristiques de transmission et de neurovirulence des poliovirus sauvages. Le maintien d'une couverture élevée par le VPO est nécessaire pour prévenir la poliomyélite causée par les virus dérivés des PVS [42, 43].

Des trois sérotypes de la polio : le poliovirus de type 1, le poliovirus de type 2 et le poliovirus de type 3, la souche de type 2 du poliovirus sauvage (PVS2) est considérée comme éradiquée, le dernier cas naturel ayant été détecté en Inde en 1999. La souche de type 3 du poliovirus sauvage (PVS3) semble être sur le point d'être éradiquée, aucun cas n'ayant été signalé depuis novembre 2012, soit la plus longue période au cours de laquelle un PVS3 n'a pas été isolé. En outre, le PVS autochtone de type 2 a été détecté pour la dernière fois dans le nord de l'Inde en 1999 et le PVS de type 3 a été signalé pour la dernière fois au Nigeria en novembre 2012 [32, 53].

Le Plan stratégique pour l'éradication de la poliomyélite et la phase finale 2013-2018 propose un cadre pour interrompre la transmission des poliovirus sauvages dans les régions

endémiques et une nouvelle phase finale pour l'éradication de la poliomyélite, qui comprend le retrait des souches Sabin, en commençant par celles de type 2, et l'introduction du vaccin antipoliomyélitique inactivé, pour atténuer les risques. L'un des éléments phares de ce plan est l'abandon du vaccin antipoliomyélitique oral (VPO) dans le monde pour parvenir à l'éradication, car les virus atténués contenus dans le vaccin peuvent, bien que rarement, causer la polio [18, 55, 56]. En avril 2016, l'IMEP est donc entrée dans l'ère post-VPO2. L'Assemblée mondiale de la santé a approuvé le retrait progressif du VPO et l'introduction du vaccin antipoliomyélitique inactivé (VPI) dans les calendriers de vaccination systématique des enfants. Le VPO de type 2 a été retiré dans le cadre d'une opération de transition synchrone à l'échelle mondiale et le VPO bivalent (types 1 et 3) a remplacé le VPO trivalent (les trois types) [43, 57, 58]. Le but ultime est de stopper à l'échelle mondiale toutes les utilisations de VPO après avoir mis fin à la circulation de tous les poliovirus pour éviter la transmission de poliovirus de souches vaccinales et garantir l'éradication de la polio. Le passage du VPOt au VPOb n'est pas sans risque, le principal étant la réémergence de flambées épidémiques due aux poliovirus circulants dévirés d'une souche vaccinale de type 2 (PVDVc2) [57]. Dans les communautés où de nombreuses personnes ont été vaccinées contre la poliomyélite, la transmission est limitée et le virus s'éteint rapidement. Mais dans les communautés à faible couverture vaccinale, ce virus affaibli peut continuer à circuler pendant de longs mois, accumulant progressivement des mutations qui lui permettent de provoquer à nouveau la paralysie.

L'initiative visant à éradiquer la polio des Amériques a été lancée en mai 1985, avec pour objectif de stopper la transmission de la maladie avant la fin de 1990. Cinq des six régions de l'OMS, représentant plus de 90 % de la population mondiale, sont désormais exemptes de poliovirus sauvage. Compte tenu de ce résultat, l'IMEP concentre ses efforts sur deux objectifs : interrompre la transmission du PVS1 et mettre fin aux flambées de PVDVc2. En 2019, le PVS était endémique dans une seule région du monde, l'Afghanistan et le Pakistan [59-62].

L'IMEP, un partenariat public-privé, a annoncé une campagne de 5,1 milliards de dollars américains pour parvenir à un monde sans polio d'ici 2025 [42]. La stratégie actualisée d'éradication de la polio 2022-2026 de l'IMEP prévoit l'utilisation élargie du nouveau vaccin antipoliomyélitique oral de type 2 (nVPO2) pour éviter de nouvelles émergences du PVDVc2 lors de la riposte aux flambées. La nouvelle stratégie déploie d'autres tactiques, notamment une responsabilité nationale augmentée ainsi que des investissements ciblés pour surmonter les derniers obstacles à l'éradication, tels que les perturbations et les revers programmatiques causés par la pandémie de COVID-19 [61]. Afin de prévenir ces épidémies de variants de la polio, il est impératif de vacciner tous les enfants.

Les enfants reçoivent le VPI qui prévient la paralysie, mais ne prévient pas la transmission du virus. Par conséquent, des éclosions dites « silencieuses » peuvent se produire dans les pays qui utilisent le vaccin injectable. Dans ce cas, le virus se propage d'un enfant à l'autre, mais ne provoque pas de paralysie.

Dans les communautés réticentes aux vaccins, les campagnes de vaccination communautaires doivent être menées avec tact. Il est essentiel de préserver le stockage

sous chaîne de froid lors de l'administration de vaccins dans des communautés éloignées, par exemple pour veiller à ce que les vaccins ne soient pas perdus en cas de coupure d'électricité [54, 56].

Bien que le VPI soit un vaccin efficace et utile dans les pays où l'incidence de poliomyélite est nulle, il est mieux de l'utiliser à titre de précaution, car il ne déclenche pas la même réponse immunitaire que le VPO et n'est donc pas aussi efficace pour arrêter la transmission active des poliovirus. Le VPO induit une immunité muqueuse dans l'intestin, site principal de réplication du poliovirus. De cette manière, le vaccin empêche l'excrétion du virus dans l'environnement et peut limiter ou stopper la transmission d'une personne à l'autre. Cela est essentiel dans les communautés où l'eau et les moyens d'assainissement sont de mauvaise qualité et où les gens sont plus susceptibles d'être exposés à des agents pathogènes transmis par l'eau [42, 43].

Environ 90 % des enfants qui reçoivent le VPI sont encore susceptibles d'éliminer le virus après avoir reçu le VPO. Ainsi, l'utilisation du VPI seul sera probablement insuffisante pour éradiquer les virus en circulation dérivés du VPO. Il est recommandé que les enfants reçoivent d'abord une dose de VPI, suivie d'un rappel de VPO. Cela réduit grandement l'élimination du virus dérivé du VPO, ce qui est préférable à l'administration d'une première dose de VPO suivie d'une deuxième dose de rappel du VPO [38, 63].

En novembre 2020, l'OMS a recommandé que le nPVO2 soit inclus dans le protocole d'autorisation d'utilisation d'urgence (EUL) afin de le déployer rapidement. Le nPVO2 a été modifié pour être plus stable génétiquement que la souche Sabin, ce qui le rend moins susceptible d'être associé à un poliovirus dérivé d'une souche vaccinale. En octobre 2021, le nOPV2 avait été déployé dans huit pays [50, 61].

La faible couverture vaccinale doit être stimulée par un approvisionnement en vaccins et l'obtention de la confiance des communautés pour combattre la désinformation et les sensibiliser à la nécessité de se faire vacciner, ce qui peut nécessiter la coopération des chefs communautaires et religieux.

Surveillance des poliovirus

La principale stratégie de surveillance recommandée par l'OMS pour détecter le poliovirus est d'enquêter sur les cas de PFA chez les enfants, un marqueur sensible de la poliomyélite. Bien que les infections au PVS (et les infections aux poliovirus en circulation) ne provoquent que rarement la paralysie (< 1 %) [27], la surveillance de la PFA s'est révélée un moyen éprouvé de retracer la transmission du PVS [42, 61].

En mai 1985, l'Organisation panaméricaine de la santé a proposé comme objectif d'interrompre la transmission du poliovirus sauvage dans l'hémisphère occidental. La surveillance des cas de PFA représentait un élément important de la stratégie d'éradication de la polio [64, 65]. La surveillance du poliovirus dépend de deux choses : la détection, la déclaration et l'analyse des selles des cas de PFA chez les enfants ou des cas de paralysie chez toute personne soupçonnée d'être infectée par le poliovirus; et un laboratoire qui peut

identifier positivement le poliovirus et distinguer le poliovirus sauvage du virus dérivé d'une souche vaccinale. Bien que la polio soit de plus en plus rare et difficile à différencier cliniquement d'autres maladies, les cas soupçonnés de maladie paralytique, y compris les autres formes de paralysie flasque aiguë comme le syndrome de Guillain-Barré et la myélite transverse, doivent faire l'objet d'enquêtes approfondies. La détection et l'analyse des cas de PFA comprennent l'examen virologique de deux échantillons de selles du patient ou parfois des personnes avec lesquelles il a été en contact. Des visites de surveillance active dans des établissements de santé prioritaires permettent de vérifier que tous les enfants de moins de 15 ans atteints de PFA sont dépistés, puis de recueillir des échantillons de selles et de procéder à des tests de dépistage du poliovirus dans des laboratoires agréés par l'OMS. Afin d'augmenter la probabilité de détecter la présence du poliovirus sauvage dans une communauté, les chercheurs ont également tenté de recueillir des échantillons de selles d'au moins 5 enfants (contacts) vivant dans la même maison ou le même quartier que le cas index de PFA [65-67].

La surveillance de la PFA est également l'une des principales stratégies de l'IMEP servant à mesurer les progrès accomplis vers la réalisation de l'objectif mondial d'éradication. Pour certifier l'éradication mondiale, aucun cas de poliomyélite imputable au poliovirus sauvage ne doit avoir été détecté dans le monde pendant au moins trois ans. Plusieurs études ont démontré l'importance de la surveillance de la PFA [59, 65, 66, 68-71].

La surveillance de la PFA à l'échelle nationale est la norme de référence de l'OMS pour la détection des cas de poliomyélite. [38, 59]. La détection et l'investigation des cas de PFA font partie de l'approche standard recommandée par l'OMS pour la surveillance de la polio, laquelle comprend l'examen virologique de deux échantillons de selles du patient, ou parfois ceux des personnes avec lesquelles il est entré en contact [65, 67].

Des indicateurs de surveillance relatifs à la performance des programmes, notamment ceux ayant trait à l'achèvement et à la rapidité des enquêtes sur les cas, ont été établis et intégrés au système de surveillance. À la fin de 1989, une fois le système (système de surveillance d'éradication de la polio) informatisé, l'analyse des données pouvait être réalisée à divers paliers du système de santé. Les informations tirées de l'analyse de ces données ont servi à ajuster les stratégies du programme [18, 65].

La surveillance environnementale (recherche de poliovirus dans les eaux usées de sites sélectionnés) peut compléter la surveillance de la PFA. La surveillance environnementale est un moyen de dépister les entérovirus excrétés par les selles humaines dans un réseau d'égouts, indépendamment de toute infection symptomatique ou asymptomatique. Le virus est excrété dans les selles et rejeté dans l'environnement. La surveillance environnementale du poliovirus consiste à surveiller la transmission du poliovirus dans les populations humaines en examinant des échantillons environnementaux contenant des matières fécales humaines. Le plan stratégique de l'Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite 2010-2012 de l'Organisation mondiale de la santé préconise une utilisation accrue de la surveillance environnementale dans le cadre de la surveillance du PV, et ce, en complément de la surveillance de la PFA [39, 65-67, 70-72].

Situation actuelle

En 2020, la pandémie de COVID-19 a perturbé la vaccination systématique, exposant ainsi plus de 80 millions d'enfants au risque de maladies évitables par la vaccination, dont la polio.

En mai 2022, les autorités sanitaires du Mozambique ont déclaré une épidémie de poliovirus sauvage de type 1 après avoir confirmé qu'un enfant de la province de Tete, dans le nord-est du pays était le deuxième cas importé de poliovirus sauvage en Afrique australe cette année, après une épidémie au Malawi à la mi-février [73]. La forte augmentation des cas de polio sauvage au Pakistan, de même que la détection d'un cas au Malawi et d'un autre au Mozambique ces derniers temps, ont rappelé les risques liés au poliovirus et l'urgence d'interrompre définitivement sa transmission en Afghanistan et au Pakistan.

Zone exempte de polio pendant vingt ans, la Région du Pacifique occidental de l'OMS a signalé l'émergence de flambées épidémiques de PVDVc de type 1 et de type 2 aux Philippines et en Malaisie en 2019-2020. Cette situation a mis en relief le risque de flambées de PVDVc dans des zones et/ou communautés à haut risque de la Région du Pacifique occidental [50].

En juin 2022, les CDC ont annoncé qu'ils coordonnaient leurs efforts avec le département de la santé de l'État de New York concernant un cas confirmé de PVDV2. Les responsables de la santé publique cherchent à comprendre comment et où la personne a été infectée. Le patient, un homme de 20 ans, aurait été hospitalisé en juin [74-76]. Le CDC encourage fortement toutes les personnes qui ne sont pas complètement vaccinées à compléter leur série de vaccins contre la polio dans les plus brefs délais.

Une série de revers sont survenus dans la lutte pour débarrasser le monde de la polio, ce qui a entraîné une nouvelle propagation de la poliomyélite dans des régions où elle avait été éliminée. À ce jour, chaque fois que cela s'est produit, l'éclosion a été contenue grâce à une vaccination renforcée, mais la bataille n'est pas encore gagnée [37]. Les autorités s'efforcent de mettre en place des mesures de protection, telles que des services de vaccination, afin de prévenir la propagation de la polio aux personnes insuffisamment ou non vaccinées.

En Afghanistan, l'accès s'est amélioré dans tout le pays, mais rejoindre chaque enfant dans le cadre de campagnes de vaccination porte-à-porte demeure difficile dans certaines régions [77].

À la suite de la découverte d'un poliovirus de type 2 dérivé d'une souche vaccinale dans les eaux usées du nord et de l'est de Londres, le Joint Committee on Vaccination and Immunization (JCVI) a recommandé qu'une dose de rappel ciblée du vaccin antipoliomyélitique inactivé (VPI) soit offerte à tous les enfants entre les âges de 1 et 9 dans tous les arrondissements de Londres [78].

L'éradication de la polio au Canada

Depuis les programmes de vaccination des années 1950 et 1960, le Canada n'a connu que peu de cas de polio, le dernier cas d'infection à poliovirus sauvage remontant à 1977. En 1995 et 1996, les programmes de vaccination ont abandonné le VPO pour utiliser exclusivement le VPI après que le Canada a été déclaré exempt de polio en 1994. Le Canada utilise le vaccin antipoliomyélitique inactivé – lequel prévient la maladie – plutôt que le vaccin oral à virus vivant atténué, qui lui, évite également de devenir porteur du virus. Cela signifie que la plupart des Canadiens sont protégés contre la maladie, mais qu'ils peuvent véhiculer le virus, car ils n'ont pas d'immunité intestinale. Encore une fois, la couverture du vaccin contre la polio est faible au sein de certaines populations au Canada et les taux d'absorption de la polio ne se situent pas dans la fourchette de 80 % nécessaire à l'immunité collective [38, 63, 79].

Afin de s'assurer que le Canada demeure exempt de poliomyélite, l'Agence de la santé publique du Canada effectue, en association avec la Société canadienne de pédiatrie, une surveillance active des cas de PFA chez les enfants de moins de 15 ans. De 2015 à 2019, un total de 220 cas de PFA a été déclaré au Canada. Une moyenne de 44 cas a été signalée par année avec un taux d'incidence moyen de 0,7 cas pour 100 000 personnes (variant de 0,5 à 1,2). Il existe toutefois une limite à ces données, les provinces et les territoires ne transmettant pas la plupart des données recueillies auprès des systèmes de surveillance passive en temps réel et la plupart des cas déclarés au niveau national n'étant pas liés aux données épidémiologiques et de laboratoire [80].

Comme il existe toujours un risque de polio dans certaines régions du monde, l'ASPC recommande aux voyageurs de se faire vacciner contre la polio lorsqu'ils se rendent dans des pays présentant un risque de transmission continue.

Au Canada, tous les deux ans, l'Enquête nationale sur la couverture vaccinale des enfants (ENCVE) recueille des renseignements sur la couverture vaccinale nationale pour ce qui est des vaccins administrés aux enfants et aux femmes enceintes. Le rapport, comportant des estimations de la couverture vaccinale nationale pour les vaccins infantiles, doit être transmis à l'Organisation mondiale de la santé et à l'Organisation panaméricaine de la santé. Selon l'ENCVE 2019, 92 % des enfants âgés de deux ans au Canada ont reçu les doses recommandées de vaccin contre la polio. L'objectif est de 95 % [81].

La réduction spectaculaire de l'incidence des maladies évitables par la vaccination au cours des dernières années pourrait avoir modifié la perception des parents à l'égard des vaccins pour enfants. La réticence des parents face à la vaccination, due à leurs connaissances, attitudes et croyances (CAC) à l'égard des vaccins, a négativement affecté les efforts de vaccination des enfants au Canada [82, 83].

Références

1. *A brief history of vaccination*. 2020, The Immunisation Advisory Centre. <https://www.immune.org.nz/vaccines/vaccine-development/brief-history-vaccination>
2. *Vaccins et vaccination*. 2022: World Health Organization Vaccines and immunization. https://www.who.int/fr/health-topics/vaccines-and-immunization#tab=tab_1
3. Mantel, C. and T. Cherian, *New immunization strategies: adapting to global challenges*. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2020. **63**(1): p. 25-31.
4. Bustreo, F., J.-M. Okwo-Bele, and L. Kamara, *World Health Organization perspectives on the contribution of the Global Alliance for Vaccines and Immunization on reducing child mortality*. Archives of Disease in Childhood, 2015. **100**(Suppl 1): p. S34-S37.
5. Peck, M., et coll., *Global Routine Vaccination Coverage, 2018*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 2019. **68**(42): p. 937-942.
6. Blanchet, k., *How the principle of universal access to vaccines should be considered a human right*. 2021: The Geneva Centre of Humanitarian Studies.
7. Cherian, T. and C. Mantel, *National immunization programmes*. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 2020. **63**(1): p. 16-24.
8. Decouttere, C., K. De Boeck, and N. Vandaele, *Advancing sustainable development goals through immunization: a literature review*. Global Health, 2021. **17**(1): p. 95.
9. UNICEF, *L'UNICEF et les objectifs de développement durable*. 2022. <https://www.unicef.org/fr/objectifs-de-developpement-durable>
10. Coll-Seck, A., et al., *Framing an agenda for children thriving in the SDG era: a WHO-UNICEF-Lancet Commission on Child Health and Wellbeing*. Lancet, 2019. **393**(10167): p. 109-112.
11. Burton, A., Monasch, R., Lautenbach, B., Gacic-Dobo, M., Neill, M., Karimov, R., Wolfson, L., Jones, G., & Birmingham, M. , *WHO and UNICEF estimates of national infant immunization coverage: methods and processes*. Bulletin of the World Health Organization, 2009. **87**(7535–541).
12. UNICEF, *Éradiquer la polio*. 2022, United Nation Childre's Fund. <https://www.unicef.org/fr/vaccination/polio>
13. Murray, C. and H. Newby, *Data Resource Profile: United Nations Children's Fund (UNICEF)*. International Journal of Epidemiology, 2012. **41**(6): p. 1595-1601.
14. Moxon, E.R., et al., *A call to action for the new decade of vaccines*. Lancet, 2011. **378**(9788): p. 298-302.
15. MacDonald, N., et al., *Global vaccine action plan lessons learned I: Recommendations for the next decade*. Vaccine, 2020. **38**(33): p. 5364-5371.
16. Dowdle, W.R. and M.E. Birmingham, *The biologic principles of poliovirus eradication*. J Infect Dis, 1997. **175 Suppl 1**: p. S286-92.

17. Minor, P.D., *Poliovirus biology*. Structure, 1996. **4**(7): p. 775-8.
18. De Quadros, C.A., et al., *Polio Eradication From the Western Hemisphere*. Annual Review of Public Health, 1992. **13**(1): p. 239-252.
19. Kidd, D., A.J. Williams, and R.S. Howard, *Poliomyelitis*. Postgrad Med J, 1996. **72**(853): p. 641-7.
20. Baicus, A., *History of polio vaccination*. World Journal of Virology, 2012. **1**(4): p. 108.
21. De Quadros, C., *History and prospects for viral disease eradication*. Medical Microbiology and Immunology, 2002. **191**(2): p. 75-81.
22. Minor, P., *The polio endgame*. Human Vaccines & Immunotherapeutics, 2014. **10**(7): p. i-iii.
23. Wendebourg, M.J., et al., *Spinal cord gray matter atrophy is associated with functional decline in post-polio syndrome*. Eur J Neurol, 2022. **29**(5): p. 1435-1445.
24. Duncan, A. and Z. Batliwalla, *Growing older with post-polio syndrome: Social and quality-of-life implications*. SAGE Open Med, 2018. **6**: p. 2050312118793563.
25. National Department of Health, S.A., *EPI Diseases Surveillance Guideline*. 2015.
26. Molinero, M.R., et al., *Epidemiology of childhood Guillain-Barre syndrome as a cause of acute flaccid paralysis in Honduras: 1989-1999*. Journal of Child Neurology, 2003. **18**(11): p. 741-747.
27. Hull, B.P. and W.R. Dowdle, *Poliovirus surveillance: building the global Polio Laboratory Network*. J Infect Dis, 1997. **175** Suppl 1: p. S113-6.
28. Alexander, J.P., H.E. Gary, and M.A. Pallansch, *Duration of poliovirus excretion and its implications for acute flaccid paralysis surveillance: A review of the literature*. Journal of Infectious Diseases, 1997. **175**: p. S176-S182.
29. Saraswathy, T.S., et coll., *Laboratory acute flaccid paralysis surveillance in Malaysia: a decade of commitment to the WHO global polio eradication initiative*. Southeast Asian J Trop Med Public Health, 2004. **35**(2): p. 421-4.
30. Baicus, A., et al., *The maintaining of the active laboratory-based surveillance of the acute flaccid paralysis (AFP) cases in Romania in the framework of the strategic plan of the global polio eradication initiative*. Roum Arch Microbiol Immunol, 2007. **66**(1-2): p. 44-50.
31. Jasem, J.A., et al., *An epidemiological analysis of acute flaccid paralysis and its surveillance system in Iraq, 1997-2011*. BMC Infect Dis, 2014. **14**: p. 448.
32. Bandyopadhyay, A.S., et al., *Polio vaccination: past, present and future*. Future Microbiology, 2015. **10**(5): p. 791-808.
33. Sabin, A.B., *Paralytic Consequences of Poliomyelitis Infection in Different Parts of the World and in Different Population Groups*. American Journal of Public Health and the Nations Health, 1951. **41**(10): p. 1215-1230.
34. Monto, A.S., *Francis Field Trial of Inactivated Poliomyelitis Vaccine: Background and Lessons for Today*. Epidemiologic Reviews, 1999. **21**(1): p. 7-23.

35. Hampton, L., *Albert Sabin and the Coalition to Eliminate Polio From the Americas*. American Journal of Public Health, 2009. **99**(1): p. 34-44.
36. Magrath, D. and P. Reeve, *On the Role of the World Health Organization in the Development of Sabin Vaccines*. Biologicals : journal of the International Association of Biological Standardization., 1993. **21**(4): p. 345-348.
37. John, T.J., *The golden jubilee of vaccination against poliomyelitis*. The Indian journal of medical research., 2004. **119**(1): p. 1-17.
38. Booth, T., et al., *The polio eradication endgame: Why immunization and continued surveillance is critical*. Canada Communicable Disease Report, 2015. **41**(10): p. 233-240.
39. Hovi, T., et al., *Role of environmental poliovirus surveillance in global polio eradication and beyond*. Epidemiology and Infection, 2012. **140**(1): p. 1-13.
40. Centers for Disease, C. and Prevention, *Certification of poliomyelitis eradication--the Americas, 1994*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 1994. **43**(39): p. 720-2.
41. Andrus, J.K., et al., *Polio Eradication in the World Health Organization South-East Asia Region by the Year 2000: Midway Assessment of Progress and Future Challenges*. Journal of Infectious Diseases, 1997. **175**(Supplement 1): p. S89-S96.
42. Bahl, S., et coll., *Global Polio Eradication – Way Ahead*. The Indian Journal of Pediatrics, 2018. **85**(2): p. 124-131.
43. Orenstein, W.A., *Eradicating Polio: How the World's Pediatricians Can Help Stop This Crippling Illness Forever*. Pediatrics, 2015. **135**(1): p. e20143163.
44. Birmingham, M.E., et al., *National Immunization Days: State of the Art*. Journal of Infectious Diseases, 1997. **175**(Supplement 1): p. S183-S188.
45. Bilous, J., et al., *The Experience of Countries in the Western Pacific Region in Conducting National Immunization Days for Poliomyelitis Eradication*. Journal of Infectious Diseases, 1997. **175**(Supplement 1): p. S194-S197.
46. Carlisle, D., *National immunisation day*. Afr Health, 1997. **20**(1): p. 10-1.
47. O'Connor, P.M., et al., *Update on Polio Eradication in the World Health Organization South-East Asia Region, 2013*. Journal of Infectious Diseases, 2014. **210**: p. S216-S224.
48. Stern, A., et al., *The Evolutionary Pathway to Virulence of an RNA Virus*. Cell, 2017. **169**(1): p. 35-46.e19.
49. Hampton, L.M., et al., *Cessation of Trivalent Oral Poliovirus Vaccine and Introduction of Inactivated Poliovirus Vaccine — Worldwide, 2016*. MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report, 2016. **65**(35): p. 934-938.
50. Kitamura, K. and H. Shimizu, *Outbreaks of Circulating Vaccine-Derived Poliovirus in the World Health Organization Western Pacific Region, 2000-2021*. Jpn J Infect Dis, 2022. **75**(5): p. 431-444.
51. Aylward, B. and R. Tangermann, *The global polio eradication initiative: Lessons learned and prospects for success*. Vaccine., 2011. **29**: p. D80-D85.

52. Dowdle, W.R., et al., *Polio eradication: the OPV paradox*. *Reviews in Medical Virology*, 2003. **13**(5): p. 277-291.
53. Sutter, R.W., et al., *The New Polio Eradication End Game: Rationale and Supporting Evidence*. *Journal of Infectious Diseases*, 2014. **210**(suppl 1): p. S434-S438.
54. Daniell, H., V. Rai, and Y. Xiao, *Cold chain and virus-free oral polio booster vaccine made in lettuce chloroplasts confers protection against all three poliovirus serotypes*. *Plant Biotechnol J*, 2019. **17**(7): p. 1357-1368.
55. Patel, M., L. Menning, and P. Bhatnagar, *Polio Eradication and Endgame Plan - Victory within Grasp*. *Indian pediatrics : journal of the Indian Academy of Pediatrics.*, 2016. **53 Suppl 1**: p. S28-S32.
56. Menning, L., et al., *Communications, Immunization, and Polio Vaccines: Lessons From a Global Perspective on Generating Political Will, Informing Decision-Making and Planning, and Engaging Local Support*. *The Journal of Infectious Diseases*, 2017. **216**(suppl_1): p. S24-S32.
57. Ramirez Gonzalez, A., et al., *Implementing the Synchronized Global Switch from Trivalent to Bivalent Oral Polio Vaccines—Lessons Learned From the Global Perspective*. *The Journal of Infectious Diseases*, 2017. **216**(suppl_1): p. S183-S192.
58. Garon, J., et al., *Polio endgame: the global switch from tOPV to bOPV*. *Expert review of vaccines.*, 2016. **15**(6): p. 693-708.
59. Bao, J., et coll., *Polio – The old foe and new challenges: An update for clinicians*. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 2020. **56**(10): p. 1527-1532.
60. Wassilak, S.G.F., et al., *Progress Toward Global Interruption of Wild Poliovirus Transmission, 2010-2013, and Tackling the Challenges to Complete Eradication*. *Journal of Infectious Diseases*, 2014. **210**(suppl 1): p. S5-S15.
61. Bigouette, J.P., et al., *Progress Toward Polio Eradication — Worldwide, January 2019–June 2021*. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 2021. **70**(34): p. 1129-1135.
62. Kitamura, K. and H. Shimizu, *Outbreaks of Circulating Vaccine-derived Poliovirus in the World Health Organization Western Pacific Region, 2000-2021*. *Jpn J Infect Dis*, 2022.
63. Jafari, H., et al., *Polio eradication. Efficacy of inactivated poliovirus vaccine in India*. *Science*, 2014. **345**(6199): p. 922-5.
64. De Quadros, C.A., et al., *Eradiation of Wild Poliovirus from the Americas: Acute Flaccid Paralysis Surveillance, 1988-1995*. *Journal of Infectious Diseases*, 1997. **175**(Supplement 1): p. S37-S42.
65. Zaidi, S.S.Z., et coll., *Poliovirus Laboratory Based Surveillance: An Overview*. *Poliovirus: Methods and Protocols*, 2016. **1387**: p. 11-18.
66. Tangermann, R.H., et al., *The critical role of acute flaccid paralysis surveillance in the Global Polio Eradication Initiative*. *International Health*, 2017. **9**(3): p. 156-163.

67. Dietz, V., et coll., *Predictors of Poliomyelitis Case Confirmation at Initial Clinical Evaluation: Implications for Poliomyelitis Eradication in the Americas*. International Journal of Epidemiology, 1992. **21**(4): p. 800-806.
68. Suresh, S., S. Forgie, and J. Robinson, *Non-polio Enterovirus idetection with acute flaccid paralysis: A systematic review*. Journal of Medical Virology, 2018. **90**(1): p. 3-7.
69. Roberts, J.A., et coll., *Australian National Enterovirus Reference Laboratory annual report, 2015*. Communicable Diseases Intelligence, 2020. **44**.
70. Coulliette-Salmond, A.D., et coll., *Haiti Poliovirus Environmental Surveillance*. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 2019. **101**(6): p. 1240-1248.
71. Ivanova, O.E., et al., *Environmental Surveillance for Poliovirus and Other Enteroviruses: Long-Term Experience in Moscow, Russian Federation, 2004–2017*. Viruses, 2019. **11**(5): p. 424.
72. Ozawa, H., H. Yoshida, and S. Usuku, *Environmental Surveillance Can Dynamically Track Ecological Changes in Enteroviruses*. Applied and Environmental Microbiology, 2019. **85**(24).
73. *Wild poliovirus case in Malawi reinforces need to continue eradication efforts*. Bull World Health Organ, 2022. **100**(6): p. 362-363.
74. Tanne, J.H., *Polio emergency declared in New York State over virus found in wastewater*. BMJ, 2022. **378**: p. o2211.
75. Larkin, H., *What All Physicians Need to Know About the Polio Resurgence in New York State*. JAMA, 2022.
76. Graham, F., *Daily briefing: Polio outbreaks in New York, London and Jerusalem*. Nature, 2022.
77. Bagcchi, S., *Polio vaccination in Afghanistan*. Lancet Microbe, 2022. **3**(1): p. e10.
78. Mahase, E., *Polio: What do we know about the polioviruses detected in the UK?* BMJ, 2022. **377**: p. o1578.
79. Brown, C., *Canada not immune to spread of polio*. Canadian Medical Association Journal, 2014. **186**(10): p. 738-738.
80. ASPC, *Surveillance de la paralysie flasque aiguë 2018*: Agence de la santé publique du Canada. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/surveillance/paralysie-flasqu-aigue.html>
81. Enquête nationale sur la couverture vaccinale des enfants (ENCVE). 2019. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/vaccins-immunisation/2019-faits-saillants-enquete-nationale-couverture-vaccinale-enfants.html>
82. Hajizadeh, M., *Socioeconomic inequalities in child vaccination in low/middle-income countries: what accounts for the differences?* J Epidemiol Community Health, 2018. **72**(8): p. 719-725.
83. Carpiano, R.M., et al., *Socioeconomic status differences in parental immunization attitudes and child immunization in Canada: Findings from the 2013 Childhood*

National Immunization Coverage Survey (CNICS). Preventive Medicine, 2019. **123**: p. 278-287.