

# Évaluation de la réponse vaccinale contre la poliomyélite et la rougeole chez les enfants malnutris au Maroc

H. Caidi, <sup>1</sup> F. Bennis, <sup>2</sup> N. Mouan <sup>2</sup> et R. El Aouad <sup>1</sup>

تقييم الاستجابة للتلقيح ضد شلل الأطفال والحصبة في الأطفال المصابين بسوء التغذية في المغرب  
حياة قايدى، فاطمة بنيس، نزهة معان، رجاء العواد

**الخلاصة:** أجرى الباحثون دراسة سيرولوجية مسحية للمقارنة بين أضعاد لقاح شلل الأطفال (النمط الأول والنمط الثاني والنمط الثالث) وأضعاد لقاح الحصبة في الأطفال المصابين بسوء التغذية في المغرب ممن تلقوا تطعيماتهم كاملة. وقد شملت الدراسة 37 طفلاً من هؤلاء إلى جانب 34 طفلاً شاهداً، وتراوحت أعمارهم بين 10 أشهر و5 سنوات. وقد دلت الدراسة على أن معدل التمتع كان منخفضاً جداً لدى الأطفال المصابين بسوء التغذية بالبروتين والطاقة بالنسبة لكلا اللقاحين. ففي حين كانت معدلات الانتشار المصلي في المجموعة الشاهدة للنمط الأول لشلل الأطفال 94.1%، وللنمط الثاني لشلل الأطفال 97.1%، وللنمط الثالث لشلل الأطفال 91.2%، ولللقاح الحصبة 82.4%. فإن معدلات الانتشار هذه في الأطفال المصابين بسوء التغذية كانت أخفض بكثير، إذ بلغت (بمعامل دقة 0.001)، 40.5% بالنسبة لأضعاد النمط الأول لشلل الأطفال، و59.5% بالنسبة لأضعاد النمط الثاني، و40.5% بالنسبة لأضعاد النمط الثالث، و35.1% بالنسبة لأضعاد لقاح الحصبة. وقد استنتج الباحثون أن سوء التغذية يمثل محمداً رئيسياً للاستجابة الخلطية للقاحات شلل الأطفال والحصبة، ويجب أن يولى ما يستحقه من اهتمام لاتقاء فشل التطعيم.

**RÉSUMÉ** Il s'agit d'une étude comparative de la séroprévalence des anticorps anti-poliovirus type 1, anti-poliovirus type 2, anti-poliovirus type 3 et des anticorps anti-rougeole chez les enfants malnutris (37) et complètement vaccinés et les enfants dont l'état nutritionnel est normal (34). L'âge est compris entre 10 mois et 5 ans. Les enfants souffrant d'une malnutrition protéino-calorique présentaient un taux d'immunisation vis-à-vis du vaccin poliomyélique et du vaccin antirougeoleux très faible en comparaison avec les enfants témoins. En effet, 94,1 % des enfants témoins sont immunisés contre le poliovirus type 1, 97,1 % contre le poliovirus type 2 et 91,2 % contre le poliovirus type 3. Chez les enfants malnutris, ces taux étaient dans certains cas significativement plus faibles : 40,5 % ( $p = 0,001$ ), 59,5 % ( $p = 0,001$ ) et 40,5 % respectivement. La même baisse de la réponse vaccinale a été notée concernant le vaccin antirougeoleux: le taux d'immunisation est de 82,4 % chez les enfants témoins contre 35,1 % chez les enfants malnutris. La malnutrition est le facteur majeur de l'échec de la réponse vaccinale qui nous interpelle pour adopter les attitudes adéquates en vue d'éviter les échecs de vaccination.

## Evaluation of the response to vaccination against poliomyelitis and measles in malnourished children in Morocco

**ABSTRACT** We made a comparative survey of the poliovirus antibodies (anti-poliovirus type 1, anti-poliovirus type 2 and anti-poliovirus type 3) and the measles antibodies in malnourished but completely vaccinated children (37) and control children (34). The age range was 10 months to 5 years. Immunization in children with protein-energy malnutrition was low for both vaccines. Seroprevalence rates of the polio 1, polio 2, polio 3 antibodies and the measles antibodies in the control group were 94.1%, 97.1%, 91.2% and 82.4% respectively. In malnourished children the respective rates were in some cases significantly lower being: 40.5% ( $P = 0.001$ ), 59.5% ( $P = 0.001$ ), 40.5% and 35.1%. Malnutrition is a major determinant of the humoral response to oral polio and measles vaccines and must be given due consideration to prevent vaccination failure.

<sup>1</sup>Département d'Immuno-Virologie, Institut national d'Hygiène, Rabat (Maroc).

Courriel : hcaidi@mailcity.com.

<sup>2</sup>Service de Pédiatrie III, C.H.U. Avicenne, Rabat (Maroc).

Reçu : 07/02/02 ; accepté : 26/10/03

## Introduction

La malnutrition protéino-calorique (MPC) représente dans les pays en développement l'un des principaux problèmes de santé publique, responsable d'une forte mortalité infantile [1,2]. D'après des analyses récentes des causes de décès chez l'enfant, la malnutrition, mesurée par les paramètres anthropométriques, serait associée au décès dans près de la moitié des cas dans les pays en développement [1]. Elle est par ailleurs fréquemment associée sous une forme grave ou modérée à de très nombreuses affections où elle intervient comme facteur aggravant [1,2,3].

Plusieurs mécanismes immunitaires sont défaillants chez les enfants malnutris qui, de ce fait, sont victimes de sévères infections et du cycle vicieux infection-malnutrition [4]. La malnutrition constitue un problème majeur de l'échec des programmes de vaccination dans les pays où la malnutrition est répandue.

Des études ont montré la faible réponse au vaccin vivant atténué contre la rougeole et la poliomyélite en comparaison avec les enfants témoins [5,2,6,7].

L'objectif de notre étude consiste à évaluer la séroprévalence des anticorps anti-poliovirus type 1, anti-poliovirus type 2 et anti-poliovirus type 3 ainsi que des anticorps anti-rougeole chez les enfants malnutris, complètement vaccinés. La prévalence de ces mêmes anticorps est déterminée en parallèle chez les enfants complètement vaccinés et dont l'état nutritionnel est normal.

## Méthodes

### Enfants malades et enfants témoins

L'étude est réalisée sur 37 enfants (20 garçons et 17 filles) âgés de 10 mois à

5 ans auprès du service de Pédiatrie III, Hôpital d'enfants du Centre hospitalier universitaire (C.H.U.) de Rabat. Tous ces enfants sont vaccinés contre la poliomyélite (vaccin antipoliomyélitique oral trivalent ; fabricants : *Bucham & Clyron*) et la rougeole (vaccin antirougeoleux ; fabricants : *Serum Institut of India et Aventis*) et remplissent les critères de malnutrition qui sont vérifiés au préalable grâce à un questionnaire validé par le clinicien. Ils sont alors classés selon l'âge (Tableau 1), le type de malnutrition (Tableau 2) et le degré de maigreur (Tableau 3).

Le calendrier vaccinal au Maroc prévoit une première dose de vaccin poliomyélitique oral à la naissance et 3 doses de rappel à un intervalle d'un mois, et une dose de vaccin antirougeoleux à 9 mois.

Le groupe témoin a été recueilli également auprès du même service. Il s'agit de 20 garçons et 14 filles (34 enfants) âgés de 10 mois à 5 ans. Ces enfants sont tous vaccinés contre la poliomyélite et la rougeole et ne présentent aucun signe de malnutrition. Le prélèvement sanguin est fait dans le cadre d'un bilan destiné à l'exploration de la pathologie qui a motivé leur hospitalisation.

Tableau 1 Répartition des enfants malnutris et des enfants témoins en fonction de l'âge et du sexe

Variable	Enfants malnutris		Enfants témoins	
	Nombre	%	Nombre	%
Âge (mois)				
10-12	16	34,2	14	41,1
13-15	10	27,0	9	26,4
16-24	7	18,9	6	17,6
>24	4	10,8	5	14,7
Sexe				
Masculin	20	54,0	20	58,8
Féminin	17	45,9	14	41,1

Tableau 2 Répartition des enfants malnutris en fonction du type de malnutrition

Type de malnutrition	Garçons	Filles	Total (%)
Kwashiorkor	2	2	4 (10,8)
Marasme	6	0	6 (16,2)
Autres hypotrophies	12	15	27 (27,9)
Syndromes anémiques	3	0	3
Vomissements associés à une béance du cardia	1	1	2
Infections parasitaires	2	0	2
Infections mycobactériennes	0	1	1
Avitaminose	2	0	2
Maladie cœliaque	4	3	7
Cardiopathie congénitale	1	0	1
Diarrhées avec déshydratation	6	4	10
Total (%)	20 (54)	17 (45,9)	37 (100)

### Prélèvement sanguin

Un prélèvement sanguin (5 ml) veineux est recueilli dans un tube sec pour chaque enfant. Le sang est centrifugé (500 g pendant 10 minutes) et le sérum est stocké congelé à - 80 °C jusqu'à son utilisation.

Tableau 3 Répartition des enfants malnutris en fonction du degré de maigreur

Degré de maigreur (%)	Nombre de cas	%
< 60	14	37,8
70	10	27,0
80	8	21,6
90	5	13,5

### Titrage des anticorps anti-polio 1, 2 et 3 et des anticorps anti-rougeole

Le titrage des anticorps anti-poliovirus 1, 2 et 3 ainsi que des anticorps anti-rougeole est réalisé par réaction de séroneutralisation sur cultures cellulaires. Deux lignées sont utilisées : la lignée HEp-2 pour le titrage des anticorps anti-poliovirus 1, 2 et 3, et la lignée Vero pour le titrage des anticorps anti-rougeole. Le choix de ces techniques était justifié par leur grande maîtrise dans notre laboratoire.

Pour le poliovirus, le titre du sérum est donné par la plus forte dilution sérique qui neutralise 50 % des cultures cellulaires contre 100 DI<sub>50</sub> de virus d'épreuve. Les résultats des titres d'anticorps sont normalement exprimés par leur réciproque (*Manual for the virological investigation of the poliomyelitis*).

La DCP 50 % est calculée par la méthode de Reed et Munch.

$\text{Log DCP } 50\% = \log (\text{dilution } 50\% \text{ d'effet cytopathogène}) + \text{DP corrigé}$

Pour le titrage du taux d'anticorps contre le vaccin antirougeoleux, le titre du sérum est calculé par la méthode de Kärber (*Manual for the laboratory diagnosis of measles virus infection*).

$\text{Log}_{10} (\text{inverse})$  de la plus grande dilution - (somme des moyennes des plages de lyse (UFP) ÷ titre inverse du virus contrôle - 0,5) ×  $\log_{10}$  du facteur de dilution.

### Résultats

La tranche d'âge la plus touchée par la carence nutritionnelle se situe entre 9 mois et 2 ans et touche aussi bien le sexe masculin que le sexe féminin.

Les résultats de séroneutralisation pour le vaccin antipoliomyélitique chez les enfants témoins montrent qu'après trois doses de vaccin antipoliomyélitique oral trivalent (VPOT), la proportion d'enfants témoins présentant des titres  $\geq 8$  est de 94,1 % (32/34) pour le type 1, de 97,1 % (33/34) pour le type 2 et de 91,2 % (31/34) pour le type 3.

Chez les 37 enfants de notre étude souffrant d'une malnutrition protéino-calorique et en comparaison avec le groupe témoin, le taux d'immunisation est beaucoup plus faible aussi bien pour le poliovirus type 1 que pour le poliovirus type 2 et le poliovirus type 3. En effet, la séroconversion est de 40,5 % (15/37) pour le poliovirus type 1, 59,5 % (22/37) pour le poliovirus type 2 et 40,5 % (15/37) pour le poliovirus type 3. Le pourcentage d'enfants triple positifs est de 37,8 % (14/37) seulement (Tableau 4).

Pour le vaccin antirougeoleux, les résultats de la séroneutralisation ont révélé que malgré une couverture vaccinale de 100 % chez les enfants témoins, le taux de séroconversion contre le vaccin est de 82,4 % (28/34) ; 70 % présentent un taux d'anticorps compris entre 120 et 899 UFP et seulement 12,4 % des enfants présentent un titre supérieur à 900 UFP. Le taux de

séroconversion négatif chez ce groupe d'enfants est de 17,6 % (6/34).

Chez les enfants malades, le taux d'immunisation contre la rougeole est beaucoup plus abaissé par rapport au groupe témoin. Ainsi, la présence d'anticorps neutralisant le virus de la rougeole révélé par la réaction de séroneutralisation est notée chez seulement 35,1 % (13/37) des enfants, le titre des anticorps étant entre 120 et 899 UFP. La majorité des enfants de ce groupe sont séronégatifs (24/34), soit un pourcentage de 64,8 % ; le titre des anticorps neutralisants est inférieur à 8 UFP. Par ailleurs, aucun enfant ne présente un taux d'anticorps supérieur à 900 UFP.

On a également pu comparer le taux d'immunisation contre la poliomyélite et la rougeole chez les enfants malnutris en fonction de deux paramètres : le type de malnutrition et le degré de maigreux.

Chez les cas de kwashiorkor (4 cas) et de marasme (6 cas), le taux d'immunisation est nul aussi bien pour les trois types de poliovirus que pour le virus de la rougeole. Pour les autres hypotrophies (27 cas), 12 présentent un statut immunitaire normal pour le vaccin antipoliomyélitique et le vaccin antirougeoleux avec un pourcentage de 44,4 % et 13 enfants ont des tests négatifs pour la poliomyélite et la rougeole, soit un pourcentage de 48,1 %. Les deux hypotrophes restants ont des tests positifs pour la poliomyélite et négatifs pour la rougeole (7,4 %).

L'immunisation la plus défailante est celle trouvée chez les enfants avec un degré de maigreux  $< 60$  % et un degré de maigreux de 90 % : 3 enfants seulement sur 14 (21,4 %) avec un degré de maigreux  $< 60$  % présentent une séroconversion vis-à-vis du vaccin antipoliomyélitique contre 2 cas (14,2 %) pour le vaccin antirougeoleux ; un seul cas sur 5 (20,0 %) avec un degré de maigreux de 90 % (les enfants avec un degré de maigreux de 90 % sont

Tableau 4 Taux d'immunisation contre le poliovirus et le virus de la rougeole chez les enfants témoins et les enfants malnutris

Immunisation contre	Enfants témoins %	Enfants malnutris %	p
Poliovirus			
Type 1	94,0	40,5	< 0,001
Type 2	97,0	59,0	< 0,001
Type 3	91,0	40,5	< 0,001
Virus de la rougeole	82,3	35,1	< 0,001

tous des formes œdémateuses où le degré de maigreur n'est pas un bon indicateur de l'état nutritionnel du malade) est séropositif aussi bien pour le virus poliomyélitique que pour le virus de la rougeole.

Trois cas sur 10 (30,0 %) avec un degré de maigreur de 70 % montrent une séroconversion positive vis-à-vis du poliovirus et 4 enfants sur 10 (40,0 %) une séroconversion positive vis-à-vis du virus de la rougeole ; 7 enfants sur 8 ayant un degré de maigreur de 80 % sont séropositifs pour le poliovirus (87,5 %) contre 6 cas (75,0 %) pour le virus de la rougeole.

## Discussion

Comme déjà mentionné, la tranche d'âge la plus touchée par la carence nutritionnelle se situe entre 10 mois et deux ans ; cette préférence trouve son explication dans le sevrage de l'allaitement au sein et la grande fréquence des maladies associées à cet âge [2,3]. Par ailleurs, la malnutrition touche aussi bien les garçons (54 %) que les filles (45,9 %), la différence n'étant pas statistiquement significative ( $p = 0,48$ ). Pour les résultats de séroneutralisation, notre étude montre que le taux d'immunisation aussi bien pour le vaccin antipoliomyélitique que pour le vaccin antirougeoleux chez les enfants malnutris est plus faible en comparaison avec les enfants dont l'état nutritionnel est normal. Pour le vaccin antipoliomyélitique, le taux de séroconversion pour le type 1 est de 94 % chez les enfants témoins, alors que chez les enfants malades il est de 40,5 %, la différence étant statistiquement très significative ( $p = 0,001$ ). Pour le poliovirus type 2, la proportion d'enfants présentant des titres d'anticorps  $\geq 8$  est de 97 % chez les enfants témoins contre 59 % chez les enfants malades ( $p = 0,001$ ). Il n'en reste pas moins que l'immunité contre le poliovirus type 1

constitue un atout majeur dans la lutte contre la poliomyélite antérieure aiguë puisqu'il s'agit à la fois du type le plus fréquent et le plus pathogène. La même différence est notée pour le poliovirus type 3 : 91 % pour les témoins contre 40,5 % pour les enfants souffrant d'une malnutrition protéino-calorique ( $p = 0,001$ ). Ces résultats sont tout à fait comparables à ceux rapportés par d'autres auteurs, le poliovirus type 3 étant connu pour sa faible immunogénicité [8].

En effet, les carences en protéines et en apport énergétique ont une influence directe sur l'immunité et plus particulièrement sur la production d'anticorps qui sont des glycoprotéines [4]. Ainsi l'absence de réponse immunitaire vaccinale, plus particulièrement dans les formes œdémateuses (kwashiorkor) où le taux d'immunisation est nul aussi bien pour le vaccin antipoliomyélitique que pour le vaccin antirougeoleux, trouve son explication dans le défaut de protéosynthèse. Dans ces formes œdémateuses, la protidémie est très basse, elle atteint 38 g/L ; l'électrophorèse des fractions protéiques a révélé une hypoalbuminémie ( $< 18$  g/L) et une hypogammaglobulémie ( $< 3$  g/L).

Dans la malnutrition protéino-énergétique, le système du complément, surtout la fraction C3, est déficiente et par conséquent la production d'anticorps est déficiente elle aussi. Cette déficience en production des anticorps aussi bien pour le vaccin trivalent oral (VPOT) que pour le vaccin antirougeoleux est beaucoup plus marquée chez les cas de kwashiorkor et de marasme [9] ; ceci explique la susceptibilité sinon la confirmation d'une réinfection par la poliomyélite et par la rougeole chez les enfants souffrant de MPC.

D'autres facteurs peuvent expliquer la faible réponse vaccinale antipoliomyélitique, comme les diarrhées chroniques et

l'interférence des entérovirus non poliomyélitiques qui sévissent pendant la période sèche. Deux études ont permis d'illustrer le rôle de ces deux facteurs. Ainsi, une étude menée en Tunisie en 1997 sur 121 enfants ayant reçu 3 doses du vaccin VPOT a montré que les taux de séroconversion pour le poliovirus type 1, le poliovirus type 2 et le poliovirus type 3 sont de 94,7 %, 100 % et 89,5 % respectivement. Le faible taux de séroconversion a été noté surtout pour le poliovirus 3 comparé à celui du poliovirus 2 et du poliovirus 1. L'interférence virale avec les entérovirus a été notée dans 50 % de la non-réponse à un type de poliovirus ou à un autre. L'étude a montré que la faible réponse vaccinale peut aussi être associée à d'autres facteurs comme la présence d'anticorps maternels et la malnutrition [10].

Une étude menée en Chine (province de Guangdong) a permis d'illustrer le rôle de la saison de vaccination dans la séroconversion vaccinale antipoliomyélitique chez 82 enfants vaccinés en été et 106 enfants vaccinés en hiver. Le dosage des anticorps a été testé avant et après vaccination. Le taux de séroconversion est de deux à sept fois plus important en hiver qu'en été. L'interférence virale avec les entérovirus non poliomyélitiques a été notée dans 75,6 % et 38 % des cas en été et en hiver respectivement ; ceci laisse apparaître que la fréquence des infections à entérovirus pendant la période sèche, période où l'incidence de la malnutrition est à son pic, peut être la cause principale de l'échec de la réponse vaccinale antipoliomyélitique. Une suggestion proposée par l'auteur de l'étude est de donner une dose de vaccin supplémentaire en dehors de la période sèche, surtout chez les enfants à risque de malnutrition [11]. Ceci donc laisse comprendre que l'infection par des virus autres que le poliovirus pourra diminuer la réponse vac-

cinale vis-à-vis du vaccin contre la poliomyélite, surtout chez les enfants à risque pour la malnutrition où l'infection par d'autres virus est plus fréquente [12].

La malnutrition et les maladies diarrhéiques très fréquentes dans les pays en développement sont les causes majeures de l'échec vaccinal. Une étude similaire a été réalisée en 1996 aux Philippines sur l'évaluation de la réponse vaccinale vis-à-vis du vaccin poliomyélitique oral chez les enfants dénutris suite à des diarrhées chroniques. Les résultats montrent que le taux d'immunisation chez les enfants est diminué de 26 à 34 % en comparaison avec le groupe témoin ( $p < 0,002$ ) [13]. En effet, les diarrhées fréquentes chez les enfants souffrant de MPC peuvent expliquer la non-fixation du virus dans la paroi intestinale, soit par un phénomène d'inférence virale avec les anticorps en réponse au VPOT (l'adénovirus, l'entérovirus et le rotavirus), bactérienne ou parasitaire, soit en favorisant une élimination trop rapide du virus [10,14].

Pour le vaccin antirougeoleux comme pour le vaccin antipoliomyélitique, la séroconversion vis-à-vis du virus de la rougeole est bien plus diminuée dans le cas d'une dénutrition sévère. Ainsi, le taux d'immunisation chez les témoins est de 82,3 % (28/34) ; ce taux est abaissé à 35,1 % (13/37) chez les enfants malnutris ( $p = 0,001$ ).

Une étude sur la réponse vaccinale vis-à-vis du vaccin vivant atténué de la rougeole a été réalisée au Soudan chez 35 enfants malnutris en comparaison avec 35 enfants témoins dont l'état nutritionnel est normal. Un prélèvement sanguin a été effectué avant et après vaccination, et le dosage des anticorps a été réalisé par réaction d'inhibition d'hémagglutination. Le taux de séroconversion chez les enfants malnutris et les enfants témoins est de 92 % et 96 % respectivement ( $p < 0,02$ ) ;

le faible taux de séroconversion a été noté chez les cas de kwashiorkor [15].

La baisse de la réponse vaccinale est la conséquence d'un état nutritionnel défai-  
lant. Des études ont rapporté que le taux  
d'immunisation ou de séroconversion vis-  
à-vis du virus de la rougeole est beaucoup  
plus abaissé chez les enfants malnutris [16]  
en comparaison avec les enfants dont l'état  
nutritionnel est normal. Ainsi, une bonne  
couverture vaccinale ne garantit pas une  
bonne immunité sérologique chez les en-  
fants souffrant de MPC.

La supplémentation en vitamine A chez  
les mères après l'accouchement et les  
nouveau-nés pourra remédier à ce  
problème et pourra augmenter la produc-  
tion des anticorps en réponse à la vaccina-  
tion. Une étude menée en Inde consistait à  
donner de la vitamine A (60 mg de rétinol)  
aux mères ainsi qu'à leur bébé (7,5 mg) à  
chaque administration d'une dose de VPO.  
Cette supplémentation a amélioré le taux  
d'immunisation vis-à-vis du vaccin de la  
poliomyélite, surtout pour le poliovirus de  
type 3 [17].

## Conclusion

Au vu de ces résultats qui démontrent les  
faibles taux de séroconversion vis-à-vis du  
vaccin poliomyélitique oral et du vaccin an-  
tirougeoleux chez les enfants malnutris  
comparés à des enfants témoins, il nous  
paraît urgent de discuter d'une conduite  
pour améliorer l'état vaccinal de ces en-  
fants et de s'assurer que les taux satisfai-  
sants de couverture vaccinale (> 95 %  
pour la poliomyélite et 92 % pour la rou-  
geole à l'échelle nationale) permettront  
d'atteindre les objectifs assignés, à savoir

l'éradication de la poliomyélite d'ici l'an  
2005 et l'élimination de la rougeole d'ici  
2010. Si la malnutrition protéino-calorique  
a légèrement reculé ces dernières années au  
Maroc (de 28 % à 24 %), il n'en reste pas  
moins que les cas de malnutrition que l'on  
continue à enregistrer constituent un obsta-  
cle qui ralentit, voire compromet, le succès  
des programmes d'éradication de la po-  
liomyélite et d'élimination de la rougeole.

L'évaluation de l'importance de la mal-  
nutrition protéino-calorique au Maroc per-  
mettrait de proposer une attitude adaptée  
pour prévenir ces échecs de la vaccination.  
L'impact de la supplémentation en vitamine  
A, qui est actuellement intégrée dans les  
activités du programme de vaccination, sur  
la séroconversion vis-à-vis du VPO et du  
vaccin antirougeoleux chez les enfants mal-  
nutris doit être apprécié lorsque l'admini-  
stration d'une dose supplémentaire de  
vaccin antipoliomyélitique et antirougeo-  
leux, une fois la malnutrition protéino-  
calorique jugulée, pourrait être une alterna-  
tive pour prévenir ces échecs de vaccina-  
tion. Ceci suppose néanmoins qu'un  
dépistage ciblé de la malnutrition protéino-  
calorique dans les régions à risque doit être  
entrepris, ce qui pourrait être d'une grande  
importance à la phase finale d'éradication  
de la poliomyélite et d'élimination de la rou-  
geole.

## Remerciements

Nous tenons à remercier tout le personnel  
du service de Pédiatrie III pour leur aide  
précieuse. Nous tenons à remercier égale-  
ment nos collègues du laboratoire de virologie  
de l'Institut national d'Hygiène à Rabat.

### Références

1. Rice AL et al. Malnutrition as an underlying cause of childhood deaths associated with infectious diseases in developing countries. *Bulletin of the World Health Organization*, 2000, 78(10): 1207–21.
2. El Khaier A. Etude épidémiologique étiologique clinique évolutive et thérapeutique des malnutritions protéino-caloriques de l'enfant. Thèse n° 376 ; 1987
3. Bhaskaram P. Nutritional modulation of immunity to infection. *Indian journal of pathology and microbiology*, 1992, 35(4):392–40.
4. Pastoret PP. Nutrition et réponse immunitaire. In : Pastoret PP, Govaerts A, Bazin H. *Immunologie animale*. Paris, Flammarion Médecine Sciences, 1990.
5. Bhaskaram P. Measles and malnutrition. *Indian journal of medical research*, 1995, 102:195–9
6. Powell GM. Response to live attenuated measles vaccine in children with severe kwashiorkor. *Annals of tropical paediatrics*, 1982, 2(3):143–5.
7. Chandra RK. Reduced secretory antibody response to live attenuated measles and poliovirus vaccines in malnourished children. *British medical journal*, 1975, 2(5971):583–5.
8. Jody R et al. Sabin inactivated trivalent poliovirus vaccine : first clinical trial and seroimmunity survey. *Pediatric infectious diseases journal*, 1988, 7:760–5.
9. Hafez M et al. Antibody production and complement system in protein energy malnutrition. *Journal of tropical medicine and hygiene*, 1977, 80(2):36–9
10. Triki H, Abdallah MV, Ben Aissa R. Influence of host related factors on the antibody response to trivalent oral polio vaccine in Tunisian infants. *Vaccine*, 1997, 15(10):1123–9.
11. Wu CM, Zheng HY, Ren YL. [Immune interference of enteroviruses to immune response of TOPV in subtropical areas.] *Zhonghua liu xing bing Xue za zhi*, 1996, 17(4): 233–5 [In Chinese].
12. Faden H, Duffy L. Effect of concurrent viral infection on systemic and local antibody response to live attenuated and enhanced-potency inactivated poliovirus vaccines. *American journal of diseases of children*, 1992, 146(11): 1320–3
13. Yoon PW, Black RE, Moulton LH. The effect of malnutrition on the risk of diarrheal and respiratory mortality in children < 2 years of age in Cebu, Philippines. *American journal of clinical nutrition*, 1997, 65(4):1070–7.
14. Myaux JA et al. Effect of diarrhea on the humoral response to oral polio vaccination. *Pediatric infectious diseases journal*, 1996, 15(3):204–9.
15. Idriss S, El Seed AM. Measles vaccination in severely malnourished Sudanese children. *Annals of tropical paediatrics*, 1983, 3(2):6–7.
16. Halsey NA et al. Response to measles vaccine in Haitian infants 6 to 12 months old. Influence of maternal antibodies, malnutrition and concurrent illnesses. *New England journal of medicine*, 1985, 313(9):544–9.
17. Bahl R et al. Effect of vitamin A administered at Expanded Programme on Immunization contacts on antibody response to oral polio vaccine. *European journal of clinical nutrition*, 2002, 56(4):321–5.