

Recommandations des vaccinations dans la maladie rénale chronique

Immunization guidelines in chronic kidney disease

I. HADDIYA

intissarhaddiya@yahoo.fr

Service de Néphrologie, CHU Mohammed VI, Oujda. Maroc
Laboratoire d'Epidémiologie, Recherche Clinique et Santé Publique, Oujda. Maroc
Faculté de Médecine et de Pharmacie, Oujda. Maroc
Université Mohammed Premier, Oujda. Maroc

Résumé

Le risque infectieux est particulièrement élevé chez les patients atteints de maladie rénale chronique (MRC). Ceci est dû en grande partie à la dysfonction immunitaire inhérente à cette maladie, notamment aux stades avancés. La vaccination représente une stratégie préventive importante et plusieurs études ont rapporté des taux d'infection plus faibles ainsi qu'une morbi-mortalité significativement réduite dans les centres de néphrologie adoptant des protocoles de vaccination. Cependant, la réponse vaccinale réduite demeure le principal problème chez les patients présentant une MRC. De plus, en l'absence de politique de vaccination homogène, les protocoles de vaccination varient sensiblement d'un pays à l'autre. Cet article a pour objet de discuter les recommandations relatives à la vaccination dans la MRC.

Mots-clés : Vaccination ; maladie rénale chronique ; dialyse ; transplantation rénale

Abstract

Due to their impaired immune system, chronic kidney disease (CKD) patients, especially in advanced stages are at high risk for infections. Immunization is an essential preventive tool in order to reduce infection-related morbidity and mortality. Nonetheless, the immune responsiveness remains an issue of vaccination in CKD patients. Moreover, the lack of optimal vaccination policies leads to heterogeneous immunization protocols across the world. This article's main objective is to discuss vaccination practices and guidelines in CKD.

Keywords : Immunization; chronic kidney disease; dialysis; kidney transplant



Introduction

Après les complications cardiovasculaires, l'infection représente une cause fréquente d'hospitalisation et de mortalité dans la maladie rénale chronique (MRC), notamment aux stades avancés. Ceci est en partie dû au dysfonctionnement du système immunitaire inhérent à cette maladie [1-3]. La vaccination représente une stratégie préventive indéniable chez les patients ayant une MRC, du fait que nombreuses publications ont rapporté des taux d'infection moindres et une baisse de la morbi-mortalité dans les structures hospitalières adoptant des protocoles de vaccination [1-4]. En effet, plusieurs données suggèrent que la généralisation de la vaccination réduirait les dépenses liées aux infections et améliorerait probablement la survie des patients. Toutefois, les pratiques vaccinales dans la MRC sont souvent entravées par l'efficacité réduite des protocoles utilisés et la nécessité de recourir fréquemment aux doses de rappel [5, 6]. De plus, en l'absence de politiques homogènes, les schémas de vaccination varient à travers le monde, principalement en raison des priorités épidémiologiques propres à chaque région. Cet article a pour objectif de discuter les pratiques vaccinales dans la MRC en se référant aux recommandations récentes.

Particularités du système immunitaire dans la MRC

Dans la MRC, le déclin progressif de la fonction rénale entraîne des anomalies de l'immunité innée et adaptative. Par conséquent, les patients atteints de MRC sont à haut risque d'infections et ont une efficacité vaccinale réduite.

En effet, les taux des lymphocytes B et T CD4 + sont diminués dans cette population ainsi que la réponse des lymphocytes T aux stimuli antigéniques. De plus, une altération du fonctionnement des monocytes entraîne une défaillance de la présentation de l'antigène aux cellules présentatrices d'antigène, générant une production inadaptée des anticorps après la vaccination [7, 8].

Ces perturbations sont principalement observées aux stades 4 et 5 de la MRC. En outre, il est bien établi que les patients atteints d'insuffisance rénale chronique (IRC) ont une fonction altérée des neutrophiles, avec une faible capacité de phagocytose et une apoptose accrue [9, 10]. Par ailleurs, les mécanismes sous-tendant les perturbations immunitaires dans l'IRC sont multifactoriels. Les toxines urémiques, le stress oxydatif, la dysfonction endothéliale, l'inflammation de bas grade ainsi que les troubles minéraux et osseux sont impliqués et peuvent contribuer à une altération du système immunitaire chez ces patients [7-10].

Les pratiques vaccinales dans la MRC

Les recommandations du *Center for Disease Control and prevention* (CDC) pour la vaccination dans la MRC, résumées dans les guidelines du comité consultatif sur les pratiques de vaccination (ACIP), recommandent à tous les adultes les vaccins suivants :

- Le vaccin contre la diphtérie/tétanos, le vaccin antigrippal annuel inactivé, la rougeole/oreillons/rubéole (ROR) et le vaccin contre la varicelle, s'il n'est pas contre-indiqué.
- Dans l'IRC et en dialyse, ces recommandations ajoutent le vaccin contre l'hépatite B en dose adaptée ainsi que le vaccin anti-pneumococcique [11].

En outre, voici quelques considérations fondamentales pour les pratiques vaccinales dans la MRC [1-3,11,12] :

- Les patients atteints de MRC à un stade précoce peuvent être vaccinés en toute sécurité car ils présentent un déficit immunitaire modéré et les patients en IRC terminale ne doivent pas être exclus de la vaccination de routine par des vaccins vivants atténués (VVA).
- Le statut immunitaire des candidats à la transplantation rénale doit être évalué et une vaccination complète appropriée doit être effectuée au cours de la période du bilan pré-transplantation, au moins quatre semaines avant la transplantation rénale. Il convient de noter que les VVA sont contre-indiqués chez les transplantés rénaux.

De plus, les KDIGO recommandent ce qui suit dans la MRC [12] :

- La vaccination annuelle contre la grippe chez les adultes atteints de MRC, sauf contre-indication.
- La vaccination tous les 5 ans par le vaccin polyvalent contre le pneumocoque, sauf contre-indication aux stades 4 et 5 de la MRC et chez les patients à haut risque d'infection à *Streptococcus pneumoniae* (syndrome néphrotique, diabète ou immunosuppresseurs).
- L'immunisation contre l'hépatite B chez les adultes atteints d'une MRC progressive et ayant un débit de filtration glomérulaire (DFG) < 30 ml/min/1,73m², la réponse vaccinale doit être évaluée par un test sérologique approprié.

De plus, les recommandations américaines relatives à la vaccination dans la transplantation d'organes solides recommandent chez l'adulte, que le statut vaccinal soit documenté pendant le bilan de pré-transplantation et que les immunisations nécessaires soient administrées dès que possible après la transplantation [1, 11, 12].

Vaccins recommandés chez les patients adultes atteints de MRC

Hépatite B

Les patients hémodialysés présentent un risque élevé de contamination du virus de l'hépatite B (VHB) et sont susceptibles d'en devenir des porteurs chroniques [1, 17]. Néanmoins, au cours des dernières années, l'incidence de l'infection par le VHB dans les unités de dialyse a diminué. Ceci s'explique par l'introduction des agents stimulant l'érythropoïèse (ASE), l'amélioration du contrôle des produits sanguins, la rigueur dans l'application des précautions universelles pour contrôler l'infection, le dépistage régulier de l'hépatite B dans les unités de dialyse, ainsi que les programmes de vaccination contre l'hépatite B [1, 3, 13, 14].

Comme une vaccination précoce est corrélée à de meilleurs taux de séroconversion, la vaccination contre le VHB est recommandée le plus tôt possible

dans la MRC [3]. En fait, au stade 5 de la MRC, les taux de séroconversion sont moindres et les réponses en anticorps anti-VHB moins efficaces et moins durables [15].

La réponse immunitaire à la vaccination contre l'hépatite B est définie par le titre d'anticorps dirigés contre l'antigène de surface de l'hépatite B (anti-HBs) après trois doses de vaccin à 0, un et six mois. Selon une revue Cochrane, le titre cible diffère d'une région à l'autre. A titre d'exemple, celui-ci doit être > 10 U/l en Amérique du Nord et > 100 U/l en Europe [1, 16, 17].

Etant donné que les vaccins contre l'hépatite B de première génération étaient généralement inefficaces, des vaccins de deuxième génération dérivés de levure recombinante les ont progressivement remplacés afin d'améliorer les taux de séroconversion [1]. Actuellement, les marques commerciales les plus utilisées sont recombivax et engerix-B [3].

Plusieurs études ont comparé la voie intradermique (ID) à la voie intramusculaire (IM). Une méta-analyse a démontré que la voie ID était plus efficace et a révélé un pourcentage significativement plus élevé des patients atteignant une séroconversion dans le groupe ID par rapport au groupe IM [15, 18-20].

Les patients en IRC et les dialysés nécessitent des doses de vaccin plus importantes pour augmenter la séroréactivité. Actuellement, les recommandations pour les adultes dialysés sont 40 mg de recombivax administré à 0, un et six mois ou engerix-B administré à 0, un, deux et six mois [1, 3, 19]. Un protocole de trois doses (0, un, six mois) induit plus rapidement, une protection renforcée et persistante aussi bien en pré-dialyse, par rapport à quatre doses.

Le titre des anticorps anti-VHB doit être évalué un à deux mois après la dose finale. Si cette dernière est < 10 mUI/ml, la répétition d'une série entière de doses est suggérée avec l'évaluation de la réponse immunitaire, un à quatre mois plus tard. Pour les patients dialysés, le besoin en doses de rappel doit être guidé par des tests annuels du titre des anticorps anti-HBs. Un groupe de consensus européen recommande aux patients immunodéprimés des dosages réguliers des anticorps anti-HBs et une dose de rappel unique lorsque le titre est inférieur à 10 mUI/ml [1, 17-21].



Vaccins contre la grippe et le pneumocoque

Le vaccin antigrippal

Les patients atteints d'IRC sont susceptibles de présenter des formes compliquées de grippe en raison de leur système immunitaire perturbé. Ceci étant, la vaccination a montré des avantages évidents dans ce groupe de patients à haut risque [2, 22]. En effet, la vaccination annuelle contre la grippe saisonnière est fortement recommandée pour tous les patients atteints de pathologies chroniques, y compris les patients en IRC et les dialysés. Idéalement, la vaccination devrait avoir lieu lors de la saison de la grippe, avant le déclenchement de l'activité grippale [13, 22, 23].

Le vaccin antigrippal quadrivalent (vaccin inactivé) peut être co-administré avec les vaccins anti-pneumococciques [24, 25]. Il est fortement recommandé annuellement, à une dose de 0,5 ml pour tous les patients atteints d'insuffisance rénale, ainsi que les personnes en contact étroit avec eux, y compris les médecins, les infirmiers et le personnel hospitalier [1, 3, 22-25].

Une dose de rappel du vaccin n'est pas recommandée car elle est inefficace et donc inutile selon un certain nombre d'études [22-26].

Il convient de noter que le vaccin antigrippal vivant atténué est contre-indiqué dans les conditions à haut risque telles que les transplantés rénaux [3, 26].

Le vaccin contre le pneumocoque

Les patients atteints de MRC, en particulier les enfants présentant un syndrome néphrotique et les personnes âgées dialysées, sont particulièrement vulnérables à une infection pneumococcique sévère [1, 27]. Actuellement, il existe deux vaccins anti-pneumococciques différents [1] :

- Le vaccin conjugué contre le pneumocoque 13-valent (PCV-13 : Prevnar 13), comprend 13 polysaccharides capsulaires purifiés de *Streptococcus pneumoniae* ; chacun est couplé à une variante non toxique de la toxine diphtérique.

- Le vaccin conjugué 23-valent (PPSV-23 : Pneumovax 23) : Il s'agit du vaccin pneumococcique polysaccharidique 23-valent contenant les Ag des 23 sous-types les plus virulents parmi les 83 connus de *Streptococcus pneumoniae*.

L'utilisation des deux vaccins anti-pneumococciques pourrait offrir une protection plus large. Ainsi, le PCV-13 en combinaison avec le vaccin PPSV-23 étaient inclus dans les recommandations de vaccination des personnes immunodéprimées, y compris celles atteintes de MRC.

Différentes recommandations récentes indiquent le PCV-13 suivi d'un PPV-23, 6-12 mois plus tard chez tous les patients ≥ 65 ans, ainsi que chez les adultes ≥ 19 ans présentant des déficits immunitaires, avec une dose de rappel de PPV-23 au moins cinq ans plus tard. Chez les personnes vaccinées contre le PPV-23, le PCV-13 doit être administré au moins 1 an après la dose de PPV-23. De plus, la co-administration avec le vaccin antigrippal inactivé peut avoir des effets synergiques positifs [27-30].

En pratique, sur la base des connaissances actuelles, la vaccination IM est recommandée chez tous les patients en insuffisance rénale terminale (IRCT) avec le vaccin PCV-13 et le PPSV-23 au moins huit semaines plus tard, puis une dose de rappel du PPSV-23 est administrée tous les cinq ans (Tableau I) [1].

Les vaccins contre le tétanos-diphtérie et le tétanos-diphtérie-coqueluche acellulaire

Des données d'enquête signalent une sous-vaccination alarmante contre le tétanos et la diphtérie chez les adultes, alors que le maintien de la séroprotection contre ces maladies selon le calendrier vaccinal est fortement recommandé par l'ACIP (*Advisory Committee on Immunization Practices*) pour les adultes de tout âge [1, 3, 31, 32]. Concernant la coqueluche, bien que la protection induite par les vaccins diminue avec le temps, la vaccination reste la meilleure protection disponible contre cette maladie [3].

Tableau I : Vaccins recommandés chez les patients adultes ayant une maladie rénale chronique

Vaccins	Dose et calendrier vaccinal
Vaccin contre l'hépatite B	MRC stades 3-4 Recombivax 10 ug : trois doses (0, un et six mois) Engerix-B 20 ug : quatre doses (0, un, deux et six mois) Heplisav-B : deux doses (0 et 1 mois) MRC stades 5 Recombivax 40 ug : trois doses (0, un et six mois) Engerix-B 40 mg : quatre doses (0, un, deux et six mois) Heplisav-B : deux doses (0 et 1 mois) Dose de rappel lorsque le titre des anti-HBs <10 mU/ml
Vaccin contre le pneumocoque	Patient ayant une MRC naïf de vaccination antipneumococcique - Administrer le PCV-13, - Attendre au moins 8 semaines après la dose de PCV-13 puis administrer le PPSV-23 (dose1), - Attendre au moins cinq ans après la première dose de PPSV-23 puis administrer le PPSV-23 (dose 2) Patient ayant une MRC antérieurement vacciné par le PPSV-23 - Administrer le PCV13 au moins un an après le PPSV-23 (dose1) - Attendre au moins huit semaines après la dose de PCV13 et au moins 5 ans après PPSV-23 (dose 1), puis administrer PPSV-23 (dose 2) Patient antérieurement vacciné par PCV-13 - Administrer le PPSV-23 (dose 1) au moins huit semaines après la dose de PCV-13 - Attendre au moins cinq ans après la première dose de PPSV-23, puis administrer le PPSV-23 (dose 2)
Vaccin antigrippal (inactivé)	Une dose annuelle lors de la saison de la grippe
Vaccin contre l'hépatite A inactivé	Deux doses du vaccin de l'hépatite A (Havrix à 0 et 6-12 mois ou Vaqta à 0 et 6-18 mois ; intervalle minimum, six mois). A administrer selon le risque
Tétanos-Diphthérie (Td) et Diphthérie-Coqueluche acellulaire-Tétanos (DcaT)	Trois doses (0,1 et 6-12 mois) incluant une dose de (DcaT) Une dose de rappel avec le (Td) tous les 10 ans
ROR	Administrer si aucune preuve d'immunité : 2 doses de ROR à 28 jours d'intervalle (au moins)
VAR	Deux doses du vaccin VAR à 4-8 semaines d'intervalle
RZV	Deux doses de RZV à 2-6 mois d'intervalle chez les patients adultes > 50 ans indépendamment d'un épisode passé de zona ou une vaccination antérieure par le ZVL

MRC : maladie rénale chronique ; PCV-13 : 13-valent pneumococcal conjugate vaccine ; PPSV23 : 23-valent pneumococcal polysaccharide vaccine ; anti-HB : anticorps anti-hépatite B ; ROR : rougeole, oreillons et rubéole ; RZV: *recombinant zoster vaccine* ; VAR: varicelle

Par conséquent, trois doses du vaccin tétanos-diphthérie (Td) sont recommandées à (0, 1 et 6-12 mois), y compris une dose du vaccin contre le tétanos-diphthérie-coqueluche acellulaire (DcaT) ; elles doivent

être administrées aux adultes qui n'avaient pas reçu de vaccination antérieure, suivies d'une dose de rappel (Td) tous les 10 ans [3, 31, 32]. Chez les patients dialysés avec des plaies ouvertes, un rappel d'anatoxine tétanique doit être administré en cas de doute concernant la séroréactivité.

Hépatite A

La vaccination contre le virus de l'hépatite A (VHA) n'est pas universellement recommandée, et l'infection par le VHA fournit généralement une immunité à vie chez la plupart des adultes en bonne santé tandis que la vaccination offre une séroconversion dans la majorité des cas [33-35].

Les patients présentant une MRC, notamment au stade d'IRCT, sont à risque élevé de morbidité et de mortalité associées au VHA et devraient être vaccinés ; en particulier ceux qui voyagent ou vivent dans des zones d'endémie, les patients atteints d'hépatopathie chronique, d'hépatite C ou de VIH, les hommes homosexuels et les utilisateurs de drogues intraveineuses. La vaccination avec deux doses IM à 0 et six à 12 mois est recommandée chez ces patients et la voie sous-cutanée (SC) semble aussi efficace que la voie IM [33-36].

Vaccin contre l'herpès zoster

L'herpès zoster (HZ) est dû à la réactivation du virus varicelle-zoster. L'algie post-zostérienne (APZ) en est la complication la plus fréquente et la plus sévère. Le *Herpes Zoster Live-Attenuated Vaccine* (ZLV), un VVA contre le HZ réduit l'incidence du zona ainsi que les APZ. Il a longtemps été le seul vaccin disponible dans de nombreux pays. Mais récemment, un nouveau vaccin recombinant le RZV, un vaccin adjuvant contre l'HZ, a été approuvé pour la prévention du HZ [1, 2].

Ainsi, deux doses de vaccin recombinant contre le zona à deux et six mois d'intervalle sont recommandées chez les adultes âgés de 50 ans ou plus, quel que soit l'antécédant de zona ou la vaccination antérieure contre l'HZ. En effet, compte tenu de sa meilleure efficacité, le RZV remplacera certainement le ZLV et réduira donc le risque de HZ chez les patients immunodéprimés [37, 38].



Le vaccin contre la rougeole, les oreillons, la rubéole (ROR) et la varicelle

Les sérologies ROR et varicelle devraient être évaluées avant la transplantation rénale et les candidats à la transplantation devraient être immunisés. Une ou deux doses de ROR et de varicelle devraient être administrées. Si la séroconversion ne se produit pas, la dose peut être répétée une fois si le délai le permet avant la transplantation. En pratique, le ROR et la varicelle, des vaccins vivants, peuvent tous deux être administrés le même jour ; autrement, le deuxième vaccin vivant devrait être administré >28 jours plus tard [39, 40].

Le vaccin contre la Covid-19

La vaccination de tout patient dialysé, transplanté rénal ou ayant une IRC sévère aux stades 4 et 5, est recommandée car ces patients sont particulièrement vulnérables et exposés aux formes graves de Covid-19, avec un risque de mortalité élevé par rapport à la population générale [41-42].

Il est à noter que les patients en IR sévère et notamment les dialysés n'étaient pas inclus dans les premiers essais cliniques de vaccination Covid-19, cependant, il a été démontré que la réponse humorale post infection Covid-19 existe bien chez ces patients [43].

Plusieurs vaccins Covid-19, actuellement en cours de validation par les autorités de santé, ont montré leur capacité d'assurer la protection et de réduire la mortalité des patients fragiles et vulnérables. Ces données ne concernent pas encore les patients immuno-supprimés ou insuffisants rénaux. Aussi, en terme de tolérance, rien ne suggère qu'il y aurait des considérations particulières de sécurité vaccinale sur ces populations de patients. Hormis le fait que les patients immunodéprimés ne devraient pas recevoir de vaccin vivant atténué [41-42].

A titre d'exemple, la Société Francophone de Néphrologie, Dialyse et Transplantation (SFNDT) a proposé le protocole vaccinal de Pfizer/BioNTech

comportant deux injections vaccinales à trois semaines d'intervalle. Il s'agit d'un vaccin basé sur la technologie innovante des ARN messagers (ARNm), qui a reçu l'AMM conditionnelle en Europe, en Décembre 2020 et qui a montré une efficacité élevée avec un taux d'immunisation > 90 % après deux doses injectées à trois semaines d'intervalle sur des populations de patients volontaires sains [41].

Le vaccin contre la Covid19 recommandations pratiques

- En cas d'antécédent d'infection aiguë par le SARS-CoV-2, il est recommandé que les patients soient vaccinés après un délai de 90 jours, étant donné que la réinfection est peu fréquente dans les trois premiers mois suivant l'infection initiale. La vaccination peut être réalisée sans tenir compte des antécédents d'infection asymptomatique par le SARS-CoV-2, et un test viral ou une sérologie à la recherche d'une infection en cours ou antérieure ne sont pas recommandés.
- Si un autre vaccin a été réalisé, attendre un délai de 21 jours.

Ces données pourraient être mises à jour si de nouvelles connaissances émergent, notamment en termes de taux de réponse et de sécurité vaccinale chez les dialysés [41].

Vaccination des voyageurs

Les indications vaccinales pour les voyageurs en zones endémiques sont les mêmes pour les patients atteints d'une MRC que pour la population saine. Cependant, il est conseillé de vérifier la réponse sérologique post-vaccinale avant le voyage. Par conséquent, ce dernier devrait être planifié à l'avance. Les vaccinations contre l'hépatite A (qui devrait être prévu suffisamment tôt car les deux injections se font à six mois d'intervalle), la polio, et la chimioprophylaxie antimalarique sont alors nécessaires. Cette dernière ne diffère pas de celle préconisée chez les sujets immunocompétents [44]. Par ailleurs, le vaccin contre la fièvre jaune, vaccin vivant atténué, est contre-indiqué chez les patients immunodéprimés. Aussi, la vaccination de l'entourage contre la fièvre jaune ne nécessite pas de mesures

particulières d'isolement car il n'y a pas de risque de transmission de la souche vaccinale à un contact immunodéprimé [44].

Conclusion

En l'absence de grands essais randomisés, la pratique vaccinale demeure hétérogène et variable à travers le monde. Actuellement, diverses stratégies sont adoptées pour améliorer les taux de séroconversion induits par les vaccins chez les patients atteints de MRC, en particulier aux stades avancés, afin de réduire la morbidité et la mortalité dues aux infections chez ces patients.

Déclarations de conflit d'intérêt :

L'auteur déclare n'avoir aucun lien d'intérêt.

Références

- 1- Kosmadakis G et al. Vaccination practices in dialysis patients: a narrative review. *Seminars in Dialysis*. 2018;31(5):1-12.
- 2- Snigdha R et al. In Chronic Kidney Disease. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2019;26(1):72-8.
- 3- Naqvi SB et al. Infectious Complications in Chronic Kidney Disease. *Advances in Chronic Kidney Disease*. 2006;13(3):199-204.
- 4- Lee Ventola C. Immunization in the United States: Recommendations, Barriers, and Measures to Improve Compliance. *Adult Vaccinations*. 2016;41(8):502-6.
- 5- Bitsori M et al. Vaccine-preventable infection morbidity of patients with chronic kidney disease and cocoon cination strategies. *Expert review of vaccines*. 2015;14(10):1385-95.
- 6- Annunziata K et al. Vaccination rates among the general adult population and high-risk groups in the United States. *PLoS One*. 2012;7(11):e50553.
- 7- Kato S et al. Aspects of immune dysfunction in end-stage renal disease. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2008;3(5):1526-33.
- 8- Ishigami J et al. Clinical epidemiology of infectious disease among patients with chronic kidney disease. *Clin Exp Nephrol*. 2019;23(4):437-47
- 9- Litjens NH et al. Progressive loss of renal function is associated with activation and depletion of naive T lymphocytes. *Clin Immunol*. 2006;118(1):83-91.
- 10- Gollapudi P et al. Leukocyte toll-like receptor expression in end-stage kidney disease. *Am J Nephrol*. 2010;31(3):247-54.
- 11- Centers for disease control and prevention. Guidelines for vaccinating kidney dialysis patients and patients with chronic kidney disease summarized from Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). 2012. Disponible sur : https://www.cdc.gov/dialysis/PDFs/Vaccinating_Dialysis_Patients_and_Patients_dec2012.pdf.
- 12- International society of nephrology. KDIGO 2012 practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney Int suppl*. 2012;2013;3(1):1-150.

- 13- Mast EE et al. A comprehensive immunization strategy to eliminate transmission of hepatitis B virus infection in the United States: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP) part 1: immunization of infants, children, and adolescents. *MMWR Recommend Rep*. 2005;54(RR- 16):1-31.
- 14- Edey M et al. Review article: hepatitis B and dialysis. *Nephrology (Carlton)*. 2010;15(2):137-45.
- 15- DaRoza G et al. Stage of chronic kidney disease predicts seroconversion after hepatitis B immunization: earlier is better. *Am J Kidney Dis*. 2003;42(6):1184-92.
- 16- Burdick RA et al. Patterns of hepatitis B prevalence and seroconversion in hemodialysis units from three continents: The DOPPS. *Kidney Int*. 2003;63(6):2222-9.
- 17- Rubin LG et al. 2013 IDSA clinical practice guideline for vaccination of the immunocompromised host. *Clin Infect Dis*. 2014; 58:e44-100.
- 18- Barraclough KA et al. Intradermal versus intramuscular hepatitis B vaccination in hemodialysis patients: a prospective open-label randomized controlled trial in nonresponders to primary vaccination. *Am J Kidney Dis*. 2009;54(1):95-103.
- 19- The Medical Letter on Drugs and Therapeutic. A two-dose hepatitis B vaccine for adults (Heplisav-B). *JAMA*. 2018;319(8):822-3.
- 20- Fabrizi F et al. Novel perspectives on the hepatitis B virus vaccine in the chronic kidney disease population. *Int J Artif Organs*. 2015;38(12):625-31.
- 21- Yong Ong K et al. What is the hepatitis B vaccination regimen in chronic kidney disease? *Cleveland Clinic journal of medicine*. 2018;85(1):32- 4.
- 22- Kim DK et al. On behalf of the Advisory Committee on Immunization Practices. Recommended Immunization Schedule for Adults Aged 19 Years or Older, United States, 2018. *Ann Intern Med*. 2018;168(3):210-20.
- 23- Bosaeed M et al. Seasonal influenza vaccine in immunocompromised persons. *Hum Vaccin Immunother*. 2018;14(6):1311-22.
- 24- Grohskopf LA et al. Prevention and control of seasonal influenza with vaccines: recommendations of the advisory committee on immunization practices- United States, 2017-18 Influenza Season. *MMWR Recomm Rep*. 2017;66(2):1-20.
- 25- Song JY et al. Active influenza immunization in hemodialysis patients: comparison between single-dose and booster vaccination. *Am J Nephrol*. 2006;26(2):206-11.
- 26- Kumar D et al. Influenza vaccination in the organ transplant recipient: review and summary recommendations. *Am J Transplant*. 2011;11(10):2020-30.
- 27- Vandecasteele SJ et al. The ABC of pneumococcal infections and vaccination in patients with chronic kidney disease. *Clin Kidney J*. 2015;8(3):318-24.
- 28- Tomczyk S et al. Use of 13-valent pneumococcal conjugate vaccine and 23-valent pneumococcal polysaccharide vaccine among adults aged \geq 65 years: recommendations of the advisory committee on immunization practices (ACIP). *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2014;63:822-5.
- 29- Haut Conseil de la santé publique. Infections à pneumocoque: recommandations Vaccinales contre les infections a pneumocoque pour les adultes. Une expertise pluridisciplinaire au service de la santé publique. 2017. Disponible sur : <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clef=614>
- 30- Portoles-Perez J et al. Recommendations for vaccination against pneumococcus in kidney patients in Spain. *Nefrologia*. 2014;34(5):545-51.
- 31- Sagheb MM et al. A study on the protection of hemodialysis patients against diphtheria and tetanus. *Ren Fail*. 2009;31(10):904-9.
- 32- Lee Ventola C. Immunization in the United States: recommendations, barriers, and measures to improve compliance. Part 2: adult vaccinations. *Pharmacy and Therapeutics*. 2016;41(8):492-506.
- 33- Lin KY et al. Hepatitis A virus infection and hepatitis A vaccination in human immunodeficiency virus-positive patients: A review. *World J Gastroenterol*. 2017;23(20):3589-606.

- 
- 34- Craig AS et al. Hepatitis A outbreak activity in the United States: responding to a vaccine-preventable disease. *Am J Med Sci.* 2007;334(3):180-3.
- 35- Fleischmann EH et al. Active immunization against hepatitis A in dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant.* 2002;17(10):1825-8.
- 36- Gunawansa N et al. Vaccination practices in End Stage Renal Failure and Renal Transplantation: review of current guidelines and recommendations. *World J Transplant.* 2018;8(3):68-74.
- 37- Dooling KL et al. Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices for Use of Herpes Zoster Vaccines. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2018;67:103-8.
- 38- Gabutti G et al. Varicella zoster virus vaccines: an update. *Immunotargets Ther.* 2019;8:15-28.
- 39- Kim YJ et al. Vaccination strategies in patients with solid organ transplant: evidences and future perspectives. *Clin Exp Vaccine Res.* 2016;5(2):125-31.
- 40- McLean HQ et al. Prevention of measles, rubella, congenital rubella syndrome, and mumps, 2013: summary recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). *MMWR Recomm Rep.* 2013; 62(RR-04):1-34.
- 41- Vaccination contre la COVID-19 chez les patients dialysés ou ayant une insuffisance rénale sévère. Disponible sur :<https://www.sfndt.org/actualites/vaccination-contre-la-covid-19-chez-les-patients-dialyses-ou-ayant-une-insuffisance>.
- 42- NKF: Patients with kidney disease should be prioritized for COVID-19 vaccines. Disponible sur: <https://www.healio.com/news/nephrology/20201222/nkf-patients-with-kidney-disease-should-be-prioritized-for-covid19-vaccines>.
- 43- Clarke C, Predecki M, Dhutia A et al. High Prevalence of Asymptomatic COVID-19 Infection in Hemodialysis Patients Detected Using Serologic Screening. *JASN.*2020;31:1969-75,
- 44- Aubert C et al., Recommandations de vaccination pour les patients atteints de maladie chronique. *Rev Med Suisse.* 2010;6:798-803.
- 