



Le Bulletin de la Dialyse à Domicile

CROISSANCE ET NUTRITION DE L'ENFANT EN DIALYSE PERITONEALE GROWTH AND NUTRITION IN CHILDREN ON PERITONEAL DIALYSIS

Ariane Zaloszc¹, Saoussen Krid² et Bruno Ranchin³

¹CHU de Hautepierre, Hôpitaux universitaires de Strasbourg, 67000 Strasbourg

²Néphrologie pédiatrique, Hôpital Necker-Enfants Malades, 75015 Paris

³ Centre de Référence Maladies Rénales Rares « Néphrogones », Service de Néphrologie et Rhumatologie Pédiatrique, Hôpital Femme Mère Enfant, Hospices Civils de Lyon, 69677 Bron cedex



Résumé

Le retard de croissance et la dénutrition sont fréquents chez l'enfant atteint de maladie rénale chronique et s'accroissent avec le degré de l'atteinte pour être maximaux chez l'enfant au stade de dialyse, conduisant à un risque de surmortalité. Malgré de nombreux progrès réalisés dans le domaine de la dialyse pédiatrique, la petite taille à l'âge adulte reste très commune dans cette population. L'origine de la dénutrition et du retard de croissance est complexe et multifactorielle. Chez le nourrisson en dialyse péritonéale, les apports nutritionnels insuffisants sont reconnus comme un frein majeur à la croissance adéquate. L'approche diagnostique de la dénutrition et du retard de croissance de l'enfant en dialyse péritonéale nécessite de s'appuyer sur plusieurs éléments : un interrogatoire, un examen clinique, et des examens complémentaires divers. En raison de l'aspect multifactoriel du statut nutritionnel et statural de l'enfant, plusieurs axes thérapeutiques sont à prendre en compte, à savoir un traitement nutritionnel adapté aux besoins de l'enfant, un traitement par hormone de croissance, et une optimisation de la dialyse pour permettre un contrôle métabolique optimal.

Mots clés : dialyse péritonéale, pédiatrie, retard croissance, nutrition

Abstract

Growth retardation and malnutrition are common in children with chronic kidney disease and increase with the degree of kidney failure to become maximal in children at the dialysis stage, leading to a risk of increasing mortality. Despite many advances in the field of pediatric dialysis, small size in adulthood remains very common in this population. The origin of malnutrition and growth retardation is complex and multifactorial. In infants on peritoneal dialysis, insufficient nutritional intake is recognized as a major barrier to adequate growth. The diagnostic approach to malnutrition and growth retardation in peritoneal dialysis requires the use of several elements: an evaluation of medical history, a clinical examination, and various complementary examinations. Due to the multifactorial aspects of the nutritional and statural status of the pediatric patients, several therapeutic axes have to be taken in account, mainly a nutritional treatment adapted to the needs of the child, a specific treatment by growth hormone, and an optimization of dialysis to allow optimal metabolic control.

Keywords : peritoneal dialysis, pediatric, malnutrition, stunting

INTRODUCTION

Les enfants atteints de maladie rénale chronique (MRC) de stade 5 ont une mortalité cinquante-cinq fois plus élevée comparée à la population pédiatrique générale [1]. Le retard de croissance et la dénutrition sont corrélés au risque de mortalité chez l'enfant avec une MRC [2]. Malgré les nombreux progrès réalisés dans la prise en charge des enfants en MRC et en dialyse, le retard de croissance reste néanmoins une complication fréquente dans cette population. Selon les études, on retrouve ainsi une petite taille à l'âge adulte chez 30 à 60% des patients ayant eu recours à un traitement de suppléance rénale dans l'enfance [3-6].

Les problèmes nutritionnels sont extrêmement fréquents chez l'enfant en dialyse péritonéale (DP) et contribuent à la genèse du retard de croissance, mais de nombreux autres facteurs, tels que la résistance hormonale, l'inflammation, la cachexie, les toxines urémiques, l'ostéodystrophie rénale jouent aussi un rôle. L'obtention d'une croissance et d'un état nutritionnel satisfaisants sont donc un enjeu essentiel pour les néphropédiatres et restent bien souvent un défi difficile à relever. La prise en charge de la croissance de l'enfant en DP est une prise en charge globale et doit prendre en compte trois axes thérapeutiques : l'aspect nutritionnel, le traitement par hormone de croissance et une dialyse optimisée.

PARAMETRES ANTHROPOMETRIQUES ET MRC

Le retard de croissance s'accroît avec le degré d'insuffisance rénale et est maximal pour les patients en dialyse et, pour chaque déviation standard perdue, on assiste à une augmentation de 14% de la mortalité [2, 7]. Dans le registre NAPRTCS (North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studies) 36,6% des patients ont, à l'inclusion, un retard sévère de croissance, défini comme une taille inférieure au 3ème percentile (soit $> -1,88$ DS)[8]. 45% des patients inclus dans le registre ESPN/ERA-EDTA (European Society for Paediatric Nephrology/European Renal Association-European Dialysis and Transplant Association) ont une taille finale en-dessous du 3ème percentile [3].

La croissance adéquate des enfants en MRC peut être considérée comme l'un des marqueurs d'une prise en charge adaptée et, inversement, le retard de croissance peut être le témoin d'un état de santé plus précaire et a ainsi été corrélé chez l'enfant avec MRC à une augmentation du nombre d'hospitalisations, à une augmentation du nombre de jours manqués à l'école, et à une moins

bonne qualité de vie en dialyse [4, 9]. Au-delà de la MRC, une petite taille a été reliée dans la population générale à de moins bons résultats scolaires et à une moins bonne estime de soi [10, 11]. Les enfants atteints d'une MRC présentent des anomalies complexes de l'axe GH-IGF-1 à l'origine d'un défaut d'action de l'hormone de croissance (GH), ce qui contribue au retard de croissance longitudinale et au risque de dénutrition de ces patients [12]. De plus, force est de constater que l'incidence d'enfants naissant petits pour l'âge gestationnel est plus importante chez les enfants atteints de MRC (28% des enfants avec une MRC) et que seuls 1/3 de ces enfants aura une croissance de rattrapage [13, 14].

La taille au moment de la transplantation est un élément pronostique pour la taille à l'âge adulte puisque le rattrapage de croissance est rare après la transplantation, situation aggravée par le traitement par corticoïde. Ce rattrapage reste néanmoins plus probable chez les plus jeunes enfants et ceux avec un retard plus important au départ [9]. Il est donc très important de veiller à ce que les patients en attente d'une transplantation rénale puissent avoir une croissance adéquate.

L'indice de masse corporelle (IMC) est lui aussi un facteur pronostique important dans la MRC, et on a montré une relation avec une courbe en U entre le risque de mortalité et les déviations-standard de l'IMC pour les enfants en insuffisance rénale terminale. Ainsi, si un IMC bas (soit un état de dénutrition) augmente le risque de mortalité chez ces enfants, un IMC haut (soit un surpoids ou une obésité) est aussi un facteur de risque reconnu chez ces enfants, par opposition avec ce qui a pu être retrouvé dans certaines études chez l'adulte. A l'instar de ce qui est observé dans la population générale, une augmentation du taux d'obésité est retrouvée chez les enfants insuffisants rénaux avec 13% des enfants des registres européens, et 21% d'enfants en surpoids. Le risque de surpoids/obésité est plus important chez les adolescents et a été relié à une surmortalité dans cette population [3, 15]. En DP le registre IPPN rapporte un taux de surpoids/obésité de 19,7% touchant l'ensemble des classes d'âge associé à un risque de surmortalité chez les nourrissons [15].

Une vigilance toute particulière doit donc être apportée à tous les enfants ayant des IMC extrêmes, avec mise en route de mesures nutritionnelles adéquates.

ENFANTS EN DIALYSE PERITONEALE

La DP est la technique d'épuration extrarénale la plus utilisée chez l'enfant dans le monde, et notamment chez les plus jeunes puisqu'elle est facile à mettre en œuvre

et est réalisable dès la naissance. Les jeunes enfants représentent une population particulièrement à risque de dénutrition et de trouble de la croissance. Si certaines études ont montré que la mise en dialyse permettait parfois une reprise de la croissance, celle-ci restera néanmoins très dépendante des différents traitements, de la nutrition et de la dialyse. Les deux premières années de vie sont marquées par une croissance rapide (peu hormonodépendante) avec un gain de taille de 50 cm, et toute perte de croissance dans cette période aura donc un retentissement particulièrement important sur la taille à l'âge adulte.

Le registre NAPRTCS retrouve que les enfants en dialyse ont tendance à augmenter leur retard de croissance, la taille moyenne passant de -1,64 DS à -1,84 à deux ans de dialyse [6]. Des études pédiatriques ont cependant apporté des résultats contraires, avec un rattrapage de croissance tant en hémodialyse qu'en DP, lorsqu'une dialyse optimisée et/ou des mesures nutritionnelles adéquates étaient appliquées [16-20].

Les enfants en DP présentent très souvent des difficultés nutritionnelles avec des apports caloriques insuffisants [4, 6, 21] contribuant au retard de croissance. Ces difficultés nutritionnelles sont multifactorielles (Tableau 1), et plus fréquentes chez les nourrissons, avec une diminution des apports nutritionnels ou de leur absorption. L'anorexie et les vomissements sont fréquents chez les patients insuffisants rénaux et les enfants en DP présentent souvent un reflux gastro-oesophagien secondaire à l'augmentation de pression abdominale. De plus, ces patients peuvent ressentir une sensation d'inconfort abdominale en raison du remplissage péritonéal, parfois amplifié par la polydipsie dans certaines maladies rénales. Le goût est souvent altéré chez les patients avec une MRC, et la prise des nombreux médicaments néces-

saires chez les enfants en DP vient accroître leurs difficultés nutritionnelles. La présence de certaines toxines et cytokines en quantité augmentée comme, par exemple, le TNF- α , IL-1 ou IL-6 altère l'appétit des patients [22]. Le régime des enfants atteints de MRC comprend souvent de nombreuses restrictions, représentant encore un frein à la prise alimentaire. L'acidose métabolique qui peut être présente chez ces patients aggrave parfois le tableau, ainsi que la résistance aux hormones anaboliques comme l'insuline et l'hormone de croissance. Ces différents paramètres ont une incidence d'autant plus importante que l'enfant présentera une diminution de diurèse résiduelle et une dialyse non adéquate [4, 6, 21, 23].

A ces difficultés d'apport nutritionnel viennent s'ajouter les pertes protéiques dans le dialysat, augmentées en cas de péritonite, ou dans certains cas dans les urines. De plus, les enfants en DP présentent bien souvent des besoins nutritionnels accrus en raison d'épisodes inflammatoires/infectieux à répétition et du besoin d'une croissance de rattrapage lorsqu'un retard de croissance pré-existait à la mise en DP [21].

L'enjeu de la prise en charge de la nutrition chez l'enfant en DP est celui d'une croissance statur pondérale adéquate, mais aussi celui du maintien d'une oralité, parfois entravés par les différents éléments ci-dessus mentionnés. Un véritable travail en partenariat avec les parents, l'enfant, la diététicienne et le médecin est requis, nécessitant une certaine souplesse pour permettre à l'enfant un apport calorique et protéique suffisants pour sa croissance sans toutefois le mettre en danger.

Les enfants avec une MRC et plus particulièrement en dialyse sont à risque de dénutrition protéino-énergétique (DPE) ou de cachexie. La DPE/cachexie est un état complexe qui entraîne une réponse non adaptée avec de

Tableau 1 : Facteurs à l'origine de la dénutrition chez l'enfant en DP

Diminution des apports et de l'absorption	Augmentation des pertes protéines	Augmentation des besoins nutritionnels
Toxines urémiques Anomalies hormonales Cytokines inflammatoires Acidose métabolique Restrictions alimentaires et polydipsie Prise de nombreux médicaments Modification du goût Remplissage péritonéal Vomissements et reflux gastro-oesophagien Dialyse insuffisance/perte de diurèse	Pertes dans le dialysat Pertes urinaires Péritonites	Croissance de rattrapage Etat inflammatoire Episodes infectieux intercurrents

l'anorexie, une dépense métabolique augmentée, des réserves protéiques diminuées et une diminution de masse pondérale et de masse musculaire par l'intermédiaire de l'activation du système protéasome-ubiquitine, via une production de glucocorticoïdes, d'angiotensine II et d'IGF-1 [24-26]. Contrairement à la malnutrition qui peut être corrigée par des apports nutritionnels adaptés, l'état de DPE nécessite la correction de nombreux facteurs, tels que l'acidose, l'anémie, la surcharge hydrosodée, l'état inflammatoire, les dysfonctions hormonales. Une optimisation de la dialyse ainsi que l'augmentation des apports nutritionnels est souvent requise.

La DPE a été reliée à une mortalité accrue chez les adultes atteints de MRC. Chez les enfants la prévalence de cette affection reste peu renseignée, les critères de définition adulte ne permettant pas de rendre compte de l'état de dénutrition des enfants. Des critères pédiatriques ont été proposés incluant la cassure staturale dans les critères diagnostiques pédiatriques : un taux de 7 à 15% d'enfants avec une MRC présentait alors une DPE, et celle-ci était corrélée au risque d'hospitalisation des enfants [27-29]. Pour les enfants en dialyse, selon les études et les critères utilisés, on retrouve un taux de 15 à 68% d'enfants dénutris [30-34]. Le registre ESPN/ERA-EDTA retrouve que 3,5% des enfants et 16% des nourrissons en insuffisance rénale terminale ont un poids inférieur à la normale, tandis que le registre IPPN (International Pediatric PD Network) retrouvait un IMC abaissé chez 8,9% des enfants à l'initiation de la dialyse [15, 34].

Si l'état nutritionnel joue un rôle clé dans la croissance de l'enfant en DP, il convient de rappeler que l'ostéodystrophie rénale, la résistance hormonale, l'inflammation, la cachexie, l'acidose, l'anémie, le retard pubertaire, les toxines urémiques présents chez les enfants en MRC contribuent au défaut de croissance longitudinale.

PRISE EN CHARGE NUTRITIONNELLE ET DE LA CROISSANCE DES ENFANTS EN DP

Evaluation clinique et paraclinique

La première étape de cette prise en charge consiste en une évaluation de l'état staturo-pondéral et nutritionnel de l'enfant. En raison des changements corporels rapides des enfants, cette évaluation doit être réalisée très régulièrement, de même que l'estimation du poids sec. Les recommandations du KDOQI sont de réaliser une estimation au moins mensuelle chez l'enfant de moins de deux ans et tous les 3-4 mois chez les enfants plus âgés, et jusqu'à une fois par semaine chez le nouveau-né en dialyse. La complexité de la pathogénèse et du tableau clinique de la DEP chez l'enfant en DP nécessite une approche à la fois clinique et par différents examens,

qui sont largement détaillés dans la littérature [21, 35].

En résumé, cette évaluation s'appuie sur l'interrogatoire (présence de nausées, de vomissements, de diarrhées, de constipation, difficultés de déglutition, etc.) et l'examen clinique (aspect des cheveux, des ongles, pli cutané, etc.). Les paramètres anthropométriques : poids, taille, périmètre crânien, IMC doivent être mesurés à chaque consultation et placés sur une courbe afin d'estimer les déviations standard pour l'âge de l'enfant. Un autre paramètre important est la vitesse de croissance [21, 36-38].

De manière plus épisodique, des indices anthropométriques tels que la circonférence brachiale et le pli tricipital peuvent être utilisés, à l'instar de ce qui se fait chez l'adulte, pour estimer la masse musculaire et la masse grasse de l'enfant, des normes pédiatriques ayant été validées dans les deux sexes et dans les différents groupes d'âge [39, 40]. Ces derniers paramètres, cependant, présentent certaines limites avec des variabilités inter-observateurs importantes, et une sensibilité modérée pour détecter les stades précoces et peu sévères de dénutrition [41]

Un élément clé dans l'évaluation nutritionnelle est l'enquête diététique avec le calcul des ingestats, fréquemment basée, en pédiatrie, sur une estimation des ingestats sur une durée de 3 jours. Le biais principal reste que les apports sont rapportés par les parents qui peuvent oublier ou omettre de rapporter certains apports [21, 35].

Certains paramètres biologiques, tels que l'albumine, peuvent être utilisés comme marqueurs de l'état nutritionnel chez l'enfant et ont été reliés au risque de mortalité en pédiatrie. La spécificité de l'albuminémie en tant que marqueur nutritionnel est très limitée car son taux est influencé par les pertes urinaires et dialytiques, par la surcharge hydrosodée et par l'état inflammatoire de l'enfant [29, 42].

Le métabolisme protéique peut être estimé à un temps t par le nPCR (normalized protein catabolic rate) qui, en cas de stabilité clinique, est l'équivalent de l'apport protidique alimentaire entre deux séances de dialyse, et dont le calcul tient compte de l'urée dans le dialysat et dans les urines. En pédiatrie, deux formules sont proposées pour ce calcul : l'équation modifiée de Borah et les équations de Mendley et al [43, 44]. Le groupe KDOQI recommande l'utilisation de ces formules seulement pour l'adolescent en hémodialyse, mais d'autres indices dérivés du métabolisme protéique ont montré une fiabilité pour évaluer l'état nutritionnel chez l'enfant en DP [45-47].

La bioimpédancemétrie simple fréquence et multifré-

quence est un outil de plus en plus utilisé par les équipes de dialyse pédiatriques pour estimer la composition corporelle des enfants [31, 48, 49].

Plusieurs scores nutritionnels pédiatriques ont été proposés, ainsi que des scores pédiatriques pour le DPE. Il n'existe cependant pas de gold-standard parmi ces scores à l'heure actuelle [21, 28, 33].

Prévention et traitement de la dénutrition et du retard de croissance chez l'enfant en DP

L'origine de la DPE et du retard de croissance chez l'enfant en DP est souvent multifactorielle. La correction de ces états fait donc appel à différentes mesures

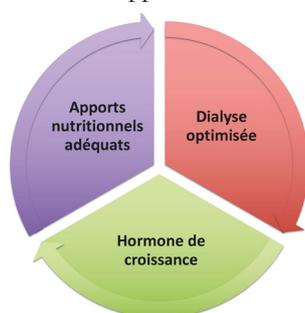


Fig 1 : La prise en charge nutritionnelle et de la croissance de l'enfant en dialyse péritonéale et ses trois axes thérapeutiques complémentaires

que nous allons décrire selon 3 axes thérapeutiques : la prise en charge nutritionnelle, le traitement pharmaceutique par hormone de croissance, et la prise en charge dialytique optimisée avec le soutien médicamenteux adéquat (Figure 1).

Nutrition

Chez l'enfant en DP, l'aspect nutritionnel est reconnu

comme l'un des freins essentiels à une croissance adaptée. Le travail de la diététicienne en collaboration avec la famille et les médecins est essentiel pour la prise en charge de la maladie rénale de l'enfant à tous les stades. L'apport énergétique recommandé correspond à 100% des apports recommandés (AR) pour la population générale et varie en fonction de l'âge de l'enfant (Tableau 2). Un apport inférieur à 80% des AR est associé avec un retard de croissance. Ces apports énergétiques seront apportés par 45-50% de glucides, 40-45% de lipides et 10% protéines. Pour l'enfant en DP, l'absorption du glucose du dialysat augmente l'apport calorique de 7 à 10 kcal/kg. Ces apports caloriques doivent être basés sur une quantité adéquate de calories d'origine non-protéique [4, 21, 45, 50].

Le régime sera d'autant moins restrictif que l'enfant aura une dialyse optimisée et/ou une diurèse résiduelle. Selon la pathologie de base, les apports sodés recommandés varient et peuvent ne pas être suffisamment couverts par l'alimentation. La supplémentation est alors essentielle pour permettre une croissance adaptée (par exemple dans certaines tubulopathies), une restriction hydrosodée peut s'avérer nécessaire en l'absence de diurèse résiduelle chez le plus grand enfant. La restriction en phosphates consiste en l'éviction d'aliments riches en protéines. Les aliments sources de phosphates sont généralement ceux qui contiennent du calcium, ce qui nécessite la mise en place d'une supplémentation calcique [50, 51].

Concernant l'apport protéique, le régime bas en protéines n'est pas recommandé chez l'enfant, les besoins de croissance primant. L'AR protéique correspond à 100% des AR pour les enfants sains du même âge et est adapté secondairement à la croissance et à la prise de poids (Ta-

Tableau 2 : Apports énergétiques et protéiques recommandés pour l'enfant en DP [45] [50]

	Âges	Apports énergétiques recommandés	Apports protéiques recommandés (g/kg/jours)
Filles et garçons	0-3 mois	115-150 kcal/kg	≥2,4
	4-6 mois	95-150 kcal/kg	≥1,9
	7-12 mois	95-150 kcal/kg	≥1,8
	1-3 ans	95-125 kcal/kg	≥1,4
	4-6ans	90-110 kcal/kg	≥1,3
Filles	7-10 ans	1740 kcal/j	≥1,2
	11-14 ans	1845 kcal/j	≥1,4
	15-18 ans	2110 kcal/j	≥1,3
Garçons	7-10 ans	1970 kcal/j	≥1,2
	11-14 ans	2220 kcal/j	≥1,4
	15-18ans	2755 kcal/j	≥1,3

bleau 2). En DP, cet apport doit tenir compte des pertes protéiques dans le dialysat des patients. Cette perte est estimée à environ 100 à 300 mg/kg et une augmentation de la prise de protéines est donc recommandée (Tableau 2) [21, 45, 50].

La prise orale spontanée est à privilégier chez l'enfant lorsqu'elle est possible. L'apport calorique reste cependant souvent insuffisant, et des compléments alimentaires ou un enrichissement/concentration du lait peuvent être proposés dans un premier temps pour augmenter l'apport calorique.

Si la prise orale de suppléments caloriques n'est pas suffisante, une nutrition entérale doit être rapidement envisagée. Celle-ci est très fréquemment requise chez les nourrissons en DP. L'utilisation d'une sonde naso-gastrique (SNG) ou d'une gastrostomie et, dans de rares indications, d'une gastro-jéjunostomie varie d'une équipe à l'autre, la croissance et la qualité de vie sont probablement meilleures si l'alimentation entérale est réalisée grâce à une gastrostomie [50]. La SNG est facile à mettre en place, mais est visible sur le plan esthétique et nécessite des repos d'autant plus fréquentes que l'enfant est sujet aux vomissements. La gastrostomie est peu visible, mais peut entraîner des complications à type d'infections, de péritonites et de fuites [52]. La pose percutanée d'une gastrostomie ne peut être réalisée qu'avant la mise en route de la DP, car selon certains auteurs elle entraîne un risque de péritonite fongique et d'échec de DP si elle était réalisée de manière secondaire, la technique chirurgicale sera alors préférée, avec une antibiothérapie et un traitement antifongique préventif [53]. Cette alimentation entérale peut être administrée sous forme de bolus ou en continu sur la nuit, selon la tolérance « ventre plein » [6, 21, 50]. L'alimentation entérale chez le nourrisson se base sur des formules de lait du commerce que l'on peut enrichir et concentrer. Le lait maternel, tout comme pour les autres enfants, est le lait le plus adapté pour l'enfant en dialyse et doit être privilégié et encouragé si possible. Pour les enfants plus grands, différents types de produits peuvent être utilisés et ont fait l'objet d'une revue détaillée [51]. Certains sont spécifiquement développés pour l'enfant en insuffisance rénale ou en DP (Renastart®, Renacal®, Kindergen®, etc.), mais leur disponibilité varie d'un pays à l'autre ainsi que leur remboursement. De nombreuses équipes utilisent des nutriments entéraux classiques pour l'âge de l'enfant, étant donné l'absence de restriction protéique chez l'enfant en DP, en choisissant la formule la plus adaptée aux besoins spécifiques de l'enfant [50, 51].

Plusieurs études ont montré un gain de taille et de poids pendant la nutrition entérale des enfants en DP [19, 54]. Le registre de l'International Pediatric Dialysis Network identifie l'alimentation par gastrostomie chez

l'enfant de moins de deux ans comme un facteur prédictif positif de la croissance longitudinale [55], et il était noté une amélioration de l'IMC chez les patients obèses et dénutris au cours de la DP [15]. Après deux ans, les résultats des études sur la possibilité d'une croissance de rattrapage lors de la mise en place d'une nutrition entérale sont plus mitigés, et certains mettent en garde contre le risque d'obésité [15, 55-57].

L'apport d'acides aminés par l'intermédiaire du dialysat a été décrit. Les résultats quant aux bénéfices sur le statut nutritionnel sont sujets à controverses et ne font l'objet que d'études avec un nombre restreint de patients. Si ce type de dialysat est proposé il ne paraît en aucun cas devoir se substituer aux autres mesures de soutien diététique [21, 58-61].

Hormone de croissance

L'hormone de croissance recombinante est indiquée chez l'enfant en insuffisance rénale et donc a fortiori chez l'enfant en DP. Les politiques de prescription varient néanmoins d'un pays à l'autre, expliquant probablement en partie les variations de taille finale des enfants avec une MRC observées entre les pays [62]. En France, elle est prescrite après réalisation d'un âge osseux chez l'enfant pré-pubère traité depuis au moins un an pour une MRC avec une clairance < 60 ml/min/m² [73] et un ralentissement de la vitesse de croissance ou une taille < -2DS. Les enfants atteints d'une MRC ayant un état de résistance à l'hormone de croissance, les doses prescrites sont supra-physiologiques avec des doses initiales de 0,045 à 0,050 mg/kg. A ces doses, le traitement par hormone de croissance a montré son efficacité sur la croissance longitudinale [62-65]. Plusieurs études chez l'adulte suggèrent que l'administration d'hormone de croissance aurait un effet bénéfique anabolique et améliorerait l'état nutritionnel [45].

Dialyse et traitement pharmacologique

La croissance et la DPE étant multifactorielles, il convient donc de corriger au mieux, par une dialyse adéquate et des mesures pharmaceutiques, l'anémie, l'acidose, l'hyperparathyroïdie, et d'obtenir un état d'euvolémie, ainsi que de corriger les désordres hydro-électrolytiques pour permettre une croissance et un état nutritionnel corrects.

Une relation claire a été établie entre dose de dialyse et état nutritionnel [20, 21, 66, 67]. Les patients en DP doivent être suivis et monitorés mensuellement pour adapter au mieux la dialyse et les traitements. Une attention toute particulière doit être portée au maintien de la diurèse résiduelle, élément pronostique fort de l'état nutritionnel de ces enfants.

Si l'augmentation de la dose de dialyse au-delà des recommandations du KDOQI permet ou non d'améliorer l'état nutritionnel en DP, cela reste clairement sujet à débat [20, 66-68]. L'adéquation en dialyse ne se résume pas, néanmoins, à la dose de dialyse, et la DP optimisée permet d'améliorer l'ensemble des paramètres impliqués dans la genèse de la DPE et des troubles de la croissance [69]. A l'instar des résultats probants montrés en HD sur la croissance grâce aux régimes intensifs, il paraît logique de proposer des régimes de DP optimisée chez l'enfant pour favoriser un état nutritionnel et une croissance adéquats [16, 17].

CONCLUSION

Malgré de nombreux progrès thérapeutiques apparus dans la prise en charge de l'enfant atteint d'une MRC, ces enfants sont souvent de petite taille à l'âge adulte. La prise en charge nutritionnelle reste essentielle pour leur permettre une croissance, bien qu'elle ne soit qu'un maillon de la prise en charge. Les enfants en DP présentent souvent des apports nutritionnels inadéquats et une attention toute particulière doit être donnée à leur prise en charge diététique. La nutrition adéquate, le traitement par hormone de croissance et une dialyse adéquate sont des éléments clés de la prise en charge de ces enfants.

CONFLITS D'INTERET

les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt pour cet article.

BIBLIOGRAPHIE

1. Chesnaye N, Bonthuis M, Schaefer F, Groothoff JW, Verrina E, Heaf JG, Jankauskiene A, Lukosiene V, Molchanova EA, Mota C, Peco-Antic A, Ratsch IM, Bjerre A, Roussinov DL, Sukalo A, Topaloglu R, Van Hoeck K, Zagodzoon I, Jager KJ, Van Stralen KJ, registry EE -E (2014) Demographics of paediatric renal replacement therapy in Europe: a report of the ESPN/ERA-EDTA registry. *Pediatr Nephrol* 29:2403-2410.
2. Wong CS, Gipson DS, Gillen DL, Emerson S, Koepsell T, Sherrard DJ, Watkins SL, Stehman-Breen C (2000) Anthropometric measures and risk of death in children with end-stage renal disease. *Am J Kidney Dis* 36:811-819.
3. Harambat J, Bonthuis M, Groothoff JW, Schaefer F, Tizard EJ, Verrina E, van Stralen KJ, Jager KJ (2016) Lessons learned from the ESPN/ERA-EDTA Registry. *Pediatr Nephrol* 31:2055-2064.
4. Ingulli EG, Mak RH (2014) Growth in children with chronic kidney disease: role of nutrition, growth hormone, dialysis, and steroids. *Curr Opin Pediatr* 26:187-192.
5. Nissel R, Brazda I, Feneberg R, Wigger M, Greiner C, Querfeld U, Haffner D (2004) Effect of renal transplantation in childhood on longitudinal growth and adult height. *Kidney Int* 66:792-800.
6. Rees L, Mak RH (2011) Nutrition and growth in children with chronic kidney disease. *Nat Rev Nephrol* 7:615-623.

7. Norman LJ, Coleman JE, Macdonald IA, Tomsett AM, Watson AR (2000) Nutrition and growth in relation to severity of renal disease in children. *Pediatr Nephrol* 15:259-265.
8. Seikaly MG, Salhab N, Warady BA, Stablein D (2007) Use of rhGH in children with chronic kidney disease: lessons from NAPRTCS. *Pediatr Nephrol* 22:1195-1204.
9. Fine RN, Martz K, Stablein D (2010) What have 20 years of data from the North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study taught us about growth following renal transplantation in infants, children, and adolescents with end-stage renal disease? *Pediatr Nephrol* 25:739-746.
10. Al-Uzri A, Matheson M, Gipson DS, Mendley SR, Hooper SR, Yadin O, Rozansky DJ, Moxey-Mims M, Furth SL, Warady BA, Gerson AC, Chronic Kidney Disease in Children Study G (2013) The impact of short stature on health-related quality of life in children with chronic kidney disease. *J Pediatr* 163:736-741 e731.
11. Judge TA, Cable DM (2004) The effect of physical height on workplace success and income: preliminary test of a theoretical model. *J Appl Psychol* 89:428-441.
12. Mak RH, Cheung WW, Roberts CT, Jr. (2008) The growth hormone-insulin-like growth factor-I axis in chronic kidney disease. *Growth Horm IGF Res* 18:17-25.
13. Franke D, Alakan H, Pavicic L, Gellermann J, Muller D, Querfeld U, Haffner D, Zivicnjak M (2013) Birth parameters and parental height predict growth outcome in children with chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol* 28:2335-2341.
14. Greenbaum LA, Munoz A, Schneider MF, Kaskel FJ, Askenazi DJ, Jenkins R, Hotchkiss H, Moxey-Mims M, Furth SL, Warady BA (2011) The association between abnormal birth history and growth in children with CKD. *Clin J Am Soc Nephrol* 6:14-21.
15. Schaefer F, Benner L, Borzych-Duzalka D, Zaritsky J, Xu H, Rees L, Antonio ZL, Serdaroglu E, Hooman N, Patel H, Sever L, Vondrak K, Flynn J, Rebori A, Wong W, Holtta T, Yildirim ZY, Ranchin B, Grenda R, Testa S, Drozd D, Szabo AJ, Eid L, Basu B, Vitkevic R, Wong C, Pottoore SJ, Muller D, Dusunsel R, Celedon CG, Fila M, Sartz L, Sander A, Warady BA, International Pediatric Peritoneal Dialysis Network R (2019) Global Variation of Nutritional Status in Children Undergoing Chronic Peritoneal Dialysis: A Longitudinal Study of the International Pediatric Peritoneal Dialysis Network. *Sci Rep* 9:4886.
16. de Camargo MF, Henriques CL, Vieira S, Komi S, Leao ER, Nogueira PC (2014) Growth of children with end-stage renal disease undergoing daily hemodialysis. *Pediatr Nephrol* 29:439-444.
17. Fischbach M, Terzic J, Menouer S, Dheu C, Seuge L, Zaloszczyk A (2010) Daily on line haemodiafiltration promotes catch-up growth in children on chronic dialysis. *Nephrol Dial Transplant* 25:867-873.
18. Mekahli D, Shaw V, Ledermann SE, Rees L (2010) Long-term outcome of infants with severe chronic kidney disease. *Clin J Am Soc Nephrol* 5:10-17.
19. Ledermann SE, Shaw V, Trompeter RS (1999) Long-term enteral nutrition in infants and young children with chronic renal failure. *Pediatr Nephrol* 13:870-875.
20. Holtta T, Ronnholm K, Jalanko H, Holmberg C (2000) Clinical outcome of pediatric patients on peritoneal dialysis under adequacy control. *Pediatr Nephrol* 14:889-897.
21. Paglialonga F, Edefonti A (2009) Nutrition assessment and management in children on peritoneal dialysis. *Pediatr*

Nephrol 24:721-730.

22. Mak RH, Cheung W, Cone RD, Marks DL (2006) Leptin and inflammation-associated cachexia in chronic kidney disease. *Kidney Int* 69:794-797.

23. Armstrong JE, Laing DG, Wilkes FJ, Kainer G (2010) Smell and taste function in children with chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol* 25:1497-1504.

24. Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, Cano N, Chauveau P, Cuppari L, Franch H, Guarnieri G, Ikizler TA, Kaysen G, Lindholm B, Massy Z, Mitch W, Pineda E, Stenvinkel P, Trevino-Becerra A, Wanner C (2008) A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. *Kidney Int* 73:391-398.

25. Rajan VR, Mitch WE (2008) Muscle wasting in chronic kidney disease: the role of the ubiquitin proteasome system and its clinical impact. *Pediatr Nephrol* 23:527-535.

26. Workneh BT, Mitch WE (2010) Review of muscle wasting associated with chronic kidney disease. *Am J Clin Nutr* 91:1128S-1132S.

27. Nourbakhsh N, Rhee CM, Kalantar-Zadeh K (2014) Protein-energy wasting and uremic failure to thrive in children with chronic kidney disease: they are not small adults. *Pediatr Nephrol* 29:2249-2252.

28. Mak RH, Cheung WW, Zhan JY, Shen Q, Foster BJ (2012) Cachexia and protein-energy wasting in children with chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol* 27:173-181.

29. Abraham AG, Mak RH, Mitsnefes M, White C, Moxey-Mims M, Warady B, Furth SL (2014) Protein energy wasting in children with chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol* 29:1231-1238.

30. Brem AS, Lambert C, Hill C, Kitsen J, Shemin DG (2002) Prevalence of protein malnutrition in children maintained on peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol* 17:527-530.

31. Edefonti A, Picca M, Damiani B, Garavaglia R, Loi S, Ardissino G, Marra G, Ghio L (2001) Prevalence of malnutrition assessed by bioimpedance analysis and anthropometry in children on peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 21:172-179.

32. Canepa A, Perfumo F, Carrea A, Menoni S, Trivelli A, Delucchi P, Gusmano R (1996) Nutritional status in children receiving chronic peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 16 Suppl 1:S526-531.

33. Edefonti A, Paglialonga F, Picca M, Perfumo F, Verrina E, Lavoratti G, Rinaldi S, Rizzoni G, Zacchello G, Ciofani A, Sorino P, Loi S, Grassi MR (2006) A prospective multicentre study of the nutritional status in children on chronic peritoneal dialysis. *Nephrol Dial Transplant* 21:1946-1951.

34. Bonthuis M, van Stralen KJ, Verrina E, Groothoff JW, Alonso Melgar A, Edefonti A, Fischbach M, Mendes P, Molchanova EA, Paripovic D, Peco-Antic A, Printza N, Rees L, Rubik J, Stefanidis CJ, Sinha MD, Zagodzoon I, Jager KJ, Schaefer F (2013) Underweight, overweight and obesity in paediatric dialysis and renal transplant patients. *Nephrol Dial Transplant* 28 Suppl 4:iv195-iv204.

35. Group KW (2009) KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in Children with CKD: 2008 update. Executive summary. *Am J Kidney Dis* 53:S11-104.

36. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei Z, Curtin LR, Roche AF, Johnson CL (2000) CDC growth charts: United States. *Adv Data*:1-27.

37. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M (1966) Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. I. *Arch Dis Child*

41:454-471.

38. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M (1966) Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. II. *Arch Dis Child* 41:613-635.

39. Rolland-Cachera MF, Sempe M, Guilloud-Bataille M, Patois E, Pequignot-Guggenbuhl F, Fautrad V (1982) Adiposity indices in children. *Am J Clin Nutr* 36:178-184.

40. Frisancho AR (1981) New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 34:2540-2545.

41. Ulijaszek SJ, Kerr DA (1999) Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status. *Br J Nutr* 82:165-177.

42. Wong CS, Hingorani S, Gillen DL, Sherrard DJ, Watkins SL, Brandt JR, Ball A, Stehman-Breen CO (2002) Hypoalbuminemia and risk of death in pediatric patients with end-stage renal disease. *Kidney Int* 61:630-637.

43. Borah MF, Schoenfeld PY, Gotch FA, Sargent JA, Wolfsen M, Humphreys MH (1978) Nitrogen balance during intermittent dialysis therapy of uremia. *Kidney Int* 14:491-500.

44. Mendley SR, Majkowski NL (2000) Urea and nitrogen excretion in pediatric peritoneal dialysis patients. *Kidney Int* 58:2564-2570.

45. (2000) Clinical practice guidelines for nutrition in chronic renal failure. K/DOQI, National Kidney Foundation. *Am J Kidney Dis* 35:S1-140.

46. Polite AL, Jr., Cottrell JC, Lowry B, Reisman L (1975) Letter: Drug-induced morphological changes in white blood cells. *Am J Med Technol* 41:130-131.

47. Edefonti A, Picca M, Damiani B, Loi S, Consalvo G, Gianni M, Ghio L, Origi G, Ferrario M (2000) Models to assess nitrogen losses in pediatric patients on chronic peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol* 15:25-30.

48. Mastrangelo A, Paglialonga F, Edefonti A (2014) Assessment of nutritional status in children with chronic kidney disease and on dialysis. *Pediatr Nephrol* 29:1349-1358.

49. Schaefer F, Georgi M, Zieger A, Scharer K (1994) Usefulness of bioelectric impedance and skinfold measurements in predicting fat-free mass derived from total body potassium in children. *Pediatr Res* 35:617-624.

50. Rees L (2015) 3.21 Nutritional management in children with chronic kidney disease. *World Rev Nutr Diet* 113:254-258.

51. Nelms CL (2018) Optimizing Enteral Nutrition for Growth in Pediatric Chronic Kidney Disease (CKD). *Front Pediatr* 6:214.

52. Watson AR, Coleman JE, Warady BA (1998) How and How to Use Nasogastric and Gastrostomy Feeding for Nutritional Support in Infants and Children on CAPD/CCPD. In: Springer Boston M (ed) Fine RN, Alexander SR, Warady BA (eds) CAPD/CCPD in Children.

53. Prestidge C, Ronaldson J, Wong W, Stack M, Kara T (2015) Infectious outcomes following gastrostomy in children receiving peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol* 30:849-854.

54. Ramage IJ, Geary DF, Harvey E, Secker DJ, Balfe JA, Balfe JW (1999) Efficacy of gastrostomy feeding in infants and older children receiving chronic peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 19:231-236.

55. Rees L, Azocar M, Borzych D, Watson AR, Buscher A, Edefonti A, Bilge I, Askenazi D, Leozappa G, Gonzales C, van Hoeck K, Secker D, Zurowska A, Ronnholm K, Bouts

AH, Stewart H, Ariceta G, Ranchin B, Warady BA, Schaefer F, International Pediatric Peritoneal Dialysis Network r (2011) Growth in very young children undergoing chronic peritoneal dialysis. *J Am Soc Nephrol* 22:2303-2312.

56. Rees L, Jones H (2013) Nutritional management and growth in children with chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol* 28:527-536.

57. Ellis EN, Yiu V, Harley F, Donaldson LA, Hand M, Warady BA, Wood EG, North American Pediatric Renal Transplant Cooperative S (2001) The impact of supplemental feeding in young children on dialysis: a report of the North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study. *Pediatr Nephrol* 16:404-408.

58. Canepa A, Verrina E, Perfumo F, Carrea A, Menoni S, Delucchi P, Gusmano R (1999) Value of intraperitoneal amino acids in children treated with chronic peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 19 Suppl 2:S435-440.

59. Canepa A, Perfumo F, Carrea A, Giallongo F, Verrina E, Cantaluppi A, Gusmano R (1991) Long-term effect of amino-acid dialysis solution in children on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol* 5:215-219.

60. Hanning RM, Balfe JW, Zlotkin SH (1987) Effectiveness and nutritional consequences of amino acid-based vs glucose-based dialysis solutions in infants and children receiving CAPD. *Am J Clin Nutr* 46:22-30.

61. Li FK, Chan LY, Woo JC, Ho SK, Lo WK, Lai KN, Chan TM (2003) A 3-year, prospective, randomized, controlled study on amino acid dialysate in patients on CAPD. *Am J Kidney Dis* 42:173-183.

62. van Huis M, Bonthuis M, Sahpazova E, Mencarelli F, Spasojevic B, Reusz G, Caldas-Afonso A, Bjerre A, Baiko S, Vondrak K, Molchanova EA, Kolvek G, Zaikova N, Bohm M, Ariceta G, Jager KJ, Schaefer F, van Stralen KJ, Groothoff JW (2016) Considerable variations in growth hormone policy and prescription in paediatric end-stage renal disease across Euro-

pean countries-a report from the ESPN/ERA-EDTA registry. *Nephrol Dial Transplant* 31:609-619.

63. Fine RN (1991) Growth hormone and the kidney: the use of recombinant human growth hormone (rhGH) in growth-retarded children with chronic renal insufficiency. *J Am Soc Nephrol* 1:1136-1145.

64. Gupta V, Lee M (2012) Growth hormone in chronic renal disease. *Indian J Endocrinol Metab* 16:195-203.

65. Mehls O, Wuhl E, Haffner D, Schaefer F, Tonshoff B (1996) Growth hormone treatment of short children with chronic renal failure before and after renal transplantation: rationale and recent results. *Nephrol Dial Transplant* 11:1747-1750.

66. Laakkonen H, Happonen JM, Martinen E, Paganus A, Holtta T, Holmberg C, Ronnholm K (2010) Normal growth and intravascular volume status with good metabolic control during peritoneal dialysis in infancy. *Pediatr Nephrol* 25:1529-1538.

67. Schaefer F, Klaus G, Mehls O (1999) Peritoneal transport properties and dialysis dose affect growth and nutritional status in children on chronic peritoneal dialysis. Mid-European Pediatric Peritoneal Dialysis Study Group. *J Am Soc Nephrol* 10:1786-1792.

68. Stanczyk M, Miklaszewska M, Zachwieja K, Wiercinski R, Stankiewicz R, Firszt-Adamczyk A, Zachwieja J, Borzecka H, Zagodzón I, Ziolkowska H, Leszczynska B, Medynska A, Adamczyk P, Szczepanska M, Tkaczyk M (2016) Growth and nutritional status in children with chronic kidney disease on maintenance dialysis in Poland. *Adv Med Sci* 61:46-51.

69. Schmitt CP, Zaloszyc A, Schaefer B, Fischbach M (2011) Peritoneal dialysis tailored to pediatric needs. *Int J Nephrol* 2011:940267.

Reçu le 29/05/19 accepté après révision le 13/06/19, publié le 17/06/19