

# Hallux valgus avant l'âge adulte : que doit savoir l'orthopédiste pédiatrique ?

RAPHAËL COURSIER<sup>1</sup>, CONSTANCE ANDRÉ<sup>2</sup>, JULIEN DÉCAUDAIN<sup>3</sup>

1. Service d'orthopédie pédiatrique de l'hôpital St Vincent de Paul à Lille, Faculté de Médecine, de Maïeutique et de Sciences de la Santé de l'Université Catholique de Lille
2. Service d'orthopédie pédiatrique de l'hôpital St Vincent de Paul à Lille
3. Service d'orthopédie pédiatrique de l'hôpital St Vincent de Paul à Lille

## INTRODUCTION

L'hallux valgus avant l'âge adulte est un motif peu fréquent de consultation pour le chirurgien pédiatrique mais ses spécificités cliniques et radiologiques sont de mieux en mieux connues. Par contre, l'étiologie, le traitement optimal et les suites au long cours présentent encore des contours mal définis.

Chez l'enfant comme chez l'adulte, l'hallux valgus se caractérise par une anomalie de la première articulation métatarso-phalangienne avec une déviation latérale de la première phalange et une orientation médiale de la tête du premier métatarsien.

Avant l'âge adulte, l'hallux valgus est dit juvénile mais de nombreux articles parlent d'hallux valgus de l'adolescent. Certaines déformations touchent le nouveau-né ou l'enfant. Dans ces cas on parle d'hallux valgus congénital.

L'objectif de ce travail est de rappeler ce que tout orthopédiste pédiatrique doit connaître au moment de prendre en charge cette pathologie : les étiologies, l'évolution naturelle, les traitements non chirurgicaux ou chirurgicaux, ce que deviennent ces enfants après nos prises en charge et ce qu'il faut éviter de faire avant qu'un « orthopédiste adulte » ne s'occupe peut-être de cet hallux valgus.

## ETIOLOGIES

Les causes de l'hallux valgus chez l'enfant sont multiples. Il faut différencier les causes congénitales de l'hallux valgus de la forme juvénile.

Parmi les causes congénitales, il faut distinguer les causes primitives entrant dans le cadre d'une anomalie de l'embryogénèse, vers le quatrième mois de vie intra-utérins, dans un syndrome polymalformatif des formes secondaires à une malformation congénitale qui déstabilisent l'articulation métatarso-phalangienne de l'hallux.

Parmi les formes primitives, on peut citer les syndromes polymalformatifs suivants :

- La fibrodysplasie ossifiante progressive constitue près de 98% des diagnostics d'hallux valgus bilatéral congénitaux sans fusion osseuse entre P1 et P2 (1). L'existence d'une déformation bilatérale dès la naissance nécessite d'orienter l'enfant vers un

conseil génétique.

- Le syndrome de Nievergelt-Pearlman (2) associe la présence d'hallux valgus avec des coalitions tarsiennes plus ou moins complexes.
- Un pied fendu dans le cadre d'une ectrodactylie peut occasionner dès la naissance une déformation en valgus du gros orteil.

Parfois, la déformation n'est pas présente dès la naissance mais apparaît plus tardivement comme dans les cas suivants :

- Un os intermétatarsien doit attentivement être recherché. Il se manifeste par une voussure dorsale du médio-pied et une mobilité quasi-nulle du premier métatarsien. Son exérèse traite l'hallux valgus selon certains auteurs (3).
- Les métatarsiens courts dans le cadre d'une brachymétatarsie peuvent entraîner une déviation progressive de l'hallux vers le dehors. L'hallux valgus peut apparaître tardivement (4).
- Une anomalie des sésamoïdes ou une absence d'un ou des deux os sont rapportées comme potentielles causes d'hallux valgus chez l'adolescent (5).
- Une ostéogénèse imparfaite serait aussi une cause d'hallux valgus secondaire selon Shah (6)
- Une maladie des tissus conjonctifs favorise la déformation (Marfan, Ehlers-Danlos)
- Les hallux valgus d'origine neuro-musculaire sont aussi d'apparition secondaire.

Un conseil génétique et une exploration par de l'imagerie adaptée (IRM ou TDM) sont nécessaires pour la suite de la prise en charge de ces hallux valgus congénitaux.

L'autre type d'hallux valgus de l'enfant est dit juvénile (photo 1). La suite de l'article concerne exclusivement ce type de déformation.



Photo 1 : Hallux valgus juvénile bilatéral

## **EPIDÉMIOLOGIE**

L'hallux valgus juvénile n'est secondaire à aucune cause unique identifiée à ce jour. Une composante génétique est probable mais contestée. Ce débat est ancien et même antérieur à la génétique. Laforest, chirurgien du roi Louis XVI déclarait dans son traité sur « l'art de soigner les pieds » (7) que des patients lui faisaient part « d'authentiques doigts de famille » correspondant à des formes familiales d'hallux valgus. Laforest réfutait cette hypothèse génétique car « on n'a jamais vu un enfant au maillot atteint d'oignon ».

A ce jour, il n'existe aucune étude associant un gène ou une association pangénomique pour expliquer l'hallux valgus juvénile mais la présence de certains variants génétiques est plus souvent retrouvée en présence de la déformation (10).

Pourtant il s'agit d'une atteinte à forte connotation familiale. Piqué-Vidal (8) a montré que 90 % de patients porteurs d'un hallux valgus juvénile avaient des antécédents familiaux d'au moins un membre de la famille affecté et certains avaient même des membres affectés sur trois générations. Chez des jumeaux les facteurs génétiques jouent un rôle plus important que les facteurs environnementaux (11).

La prévalence de l'hallux valgus dans la population générale à tout âge est différente selon le genre. Elle est de 30% chez la femme et de 13% chez l'homme. L'hallux juvénile est estimé selon Nix (9) à 7,8%. Si on s'intéresse aux formes juvéniles, on constate que 40% avaient déjà une déformation présente avant l'âge de 10 ans. Selon Coughlin (11) ces chiffres plaident pour l'existence d'une pathologie juvénile distincte des formes précoces de l'hallux valgus de l'adulte.

Des facteurs ethniques ont été étudiés et il semble exister une différence entre les populations. Golightly (12) retrouve une prévalence supérieure dans la population Afro-américaine que dans la population Caucasienne mais il s'agissait d'hallux valgus acquis de l'adulte.

Gottschalk (13) a étudié les hallux valgus juvéniles dans trois populations différentes âgées de 2 à 20 ans dont un groupe d'enfants noirs ruraux et deux groupes d'enfants citadins blancs et noirs. Jusqu'à 5 ans les petites filles blanches avaient un angle M1P1 moins élevé que les petites filles noires mais à partir de 5 ans les résultats s'inversent. La différence devient significative entre les populations noires et blanches après 10 ans avec des angles M1P1 et M1M2 plus élevées chez les Caucasiens. L'auteur évoque le rôle du chaussage pour expliquer les différences de répartition.

Le chaussage a historiquement joué un rôle dans la progression des déformations opérées. Selon Kato et Watanabe (14), au Japon après la seconde guerre mondiale l'abandon des getas (chaussures

traditionnelles ouvertes) au profit de chaussures fermées a été la cause de l'augmentation des cas d'hallux valgus opérés.

La pratique sportive influence aussi l'apparition d'un hallux valgus. Chez les danseurs (15) la prévalence (54,9%) est supérieure à la population générale et plus significativement chez les adolescentes avec un volume d'entraînement plus élevé. Le football est responsable d'une dégradation progressive du ligament collatéral médial métatarso-phalangien de l'hallux par micro-traumatismes et représente un motif de consultation chez les adolescents atteints d'un hallux valgus même modéré.

Le risque relatif de développer un hallux valgus augmente avec l'âge, l'obésité et la longueur du pied (16). Le pied plat n'est pas responsable du développement d'un hallux valgus mais favorise son aggravation. Le traitement du pied plat tendrait à diminuer la sévérité de la déformation de l'avant-pied (17).

## **ASPECT CLINIQUE**

Le principal symptôme présenté par les patients porteurs d'un hallux valgus juvénile est une douleur sur la proéminence médiale de l'articulation métatarso-phalangienne. La douleur causée par le port de chaussures est la plainte la plus courante mais parfois la douleur persiste même sans chaussure. Un gonflement, une rougeur et des signes de frottement sont fréquents en regard de « l'oignon ». Dans de rares cas, le deuxième orteil est soulevé par l'hallux et la consultation est alors motivée par un frottement à la face dorsale du deuxième orteil en conflit avec la chaussure. Des griffes associées ou une bunionnette sont recherchées car parfois présentes et peu symptomatiques.

L'examen des articulations métatarso-phalangienne et inter-phalangienne montre habituellement des mobilités conservées. La réduction passive du valgus phalangien est recherchée. L'articulation cunéo-métatarsienne du premier rayon est testée à la recherche d'un tiroir dorsal anormal. En cas de metatarsus adductus, une tentative de réduction de M1 vers M2 permet de renseigner sur l'origine de la déformation.

Le testing des tendons du pied et de la cheville permet d'éliminer une contracture et notamment une rétraction des chaînes postérieures et du triceps sural, dans le cadre d'un pied plat valgus par exemple. L'examen de la plante recherche des callosités sous les têtes métatarsiennes qui signent une métatarsalgie de transfert. Souvent, les callosités sont indolores chez l'enfant.

L'appui pulpaire des orteils latéraux, l'empreinte du pied et le canon de l'avant-pied sont recherchés à la podoscopie.

L'aspect esthétique est rarement évoqué par les

## HALLUX VALGUS AVANT L'ÂGE ADULTE : QUE DOIT SAVOIR L'ORTHOPÉDISTE PÉDIATRIQUE ?

parents. Un interrogatoire scrupuleux permet parfois de mettre en évidence un antécédent familial mal vécu. Il arrive que cela accentue la notion de gêne ou douleurs supposées de l'enfant et il est important de bien faire préciser par l'enfant ses symptômes pour la suite de la prise en charge sans être « parasité » par les parents.

Dans notre expérience, environ 20% des demandes d'avis concernent des patients de moins de 10 ans.

Lors d'une première consultation il est nécessaire d'identifier les motifs exacts de la demande.

Une EVA, un score AOFAS avant-pied et une réévaluation clinique ultérieure permettent d'affiner l'indication thérapeutique.

### IMAGERIE

Des clichés des deux pieds en charge de face et de profil sont indispensables. Une IRM permet d'éliminer une cause congénitale ou une coalition tarsienne de l'arrière-pied en cas de pied plat valgus non réductible associé.

Le diagnostic de l'hallux valgus juvénile est confirmé radiographiquement lorsque l'angle M1P1 est de 15° ou plus (photo 2). Un hallux valgus est léger quand M1P1 oscille entre 15 et 20°, modéré entre 20 et 40° tandis qu'un hallux valgus sévère est caractérisé par un angle M1P1 supérieur à 40° selon Coughlin (18).

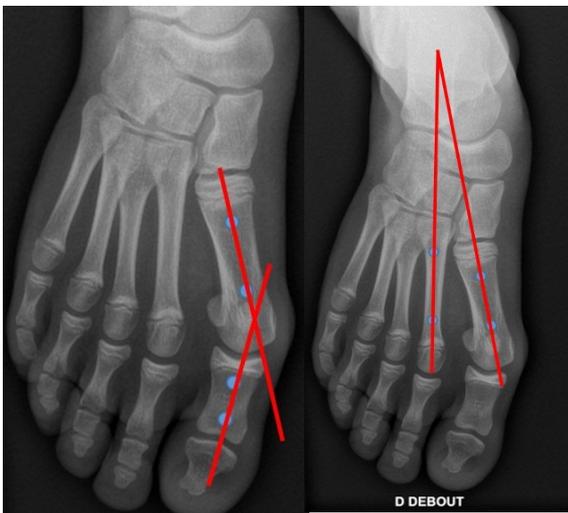


Photo 2 : Angles M1P1 et M1M2

L'angle inter-métatarsien (M1-M2 ou IMA) est l'angle entre l'axe du premier métatarsien et celui du deuxième métatarsien. Dans les pieds normaux, cet angle est inférieur à 10° mais il est souvent plus élevé dans le cas d'hallux valgus juvénile.

L'angle articulaire distal métatarsien (DMAA) se mesure entre l'axe du premier métatarsien et la perpendiculaire à la tangente de la surface articulaire distale de M1. Sa mesure est difficile quand les contours de l'articulation sont mal définis notamment chez l'enfant jeune. Selon Bolzinger (19) l'hallux

valgus juvénile est principalement dû à un DMAA anormalement élevé (>10°) et parfois associé à une élévation de l'angle M1-M2. Le développement récent du cone-beam qui permet de réaliser des scanners de pied en charge permettra peut-être de mieux mesurer ces anomalies articulaires (20).

La congruence de l'articulation métatarso-phalangienne est généralement retrouvée dans les formes juvéniles. Quand elle ne l'est plus, la déformation est devenue sévère avec une luxation des sésamoïdes plus fréquente (21).

La mesure de l'angle formé par l'axe de M1 et la surface articulaire distale du premier cunéiforme (MCA : Angle Métatarso Cunéiforme) explique en partie l'adduction du premier métatarsien aussi appelé metatarsus varus (22).

Selon Mahan (21) le « modèle typique » de déformation radiographique de l'hallux valgus congénital comprend un DMAA élevé, un M1M2 élevé et un MCA anormalement élevé. À mesure que la déformation augmente, l'articulation métatarso-phalangienne devient incongruente et les sésamoïdes se sublaxent latéralement, ce qui alimente le cercle vicieux par la traction des tissus mous qui accentue la déformation. La progression de l'angle M1P1 chez l'enfant à physse ouverte est de moins de 1° par an tandis que chez l'enfant de moins de 10 ans (23), le DMAA augmente de 1,5° par an mais se stabilise chez les enfants plus âgés. Cela tendrait à montrer que le développement d'un hallux valgus juvénile commence très tôt par l'augmentation du DMAA suivi de la progression de l'angle M1P1. Le DMAA pourrait être le principal moteur de la déformation, même si certains considèrent le metatarsus varus comme étant le point de départ de l'hallux valgus juvénile.

En réalité l'hallux valgus juvénile comporte probablement différentes étiologies biomécaniques et explications radiologiques.

### TRAITEMENTS

Les semelles orthopédiques, les orthèses sur moulage ou écarteurs d'orteils et des séances de kinésithérapie sont parfois proposées en premier rempart mais leur efficacité est malheureusement rare. Elles retardent parfois simplement l'âge de la chirurgie (photo 3) ou soulagent temporairement des douleurs. Aucune semelle ou orthèse n'a apporté une quelconque preuve d'efficacité sur la correction de la déformation (24).



Photo 3 : Orthèses sur moulage pour hallux valgus juvénile

## HALLUX VALGUS AVANT L'ÂGE ADULTE : QUE DOIT SAVOIR L'ORTHOPÉDISTE PÉDIATRIQUE ?

Quand un geste chirurgical est indiqué, plusieurs options sont disponibles parmi près de 150 techniques décrites. La plupart sont tirées des traitements de l'adulte. Le choix est influencé par la nature exacte des déformations et l'âge de l'enfant.

En cas de metatarsus varus important une hémiepiphysiodèse de la base de M1 est une alternative séduisante. L'hémiepiphysiodèse latérale de la base du premier métatarsien a été proposée comme une option thérapeutique mini-invasive pour corriger progressivement l'angle M1M2 (IMA) en exploitant la croissance osseuse restante. Elle peut être assurée par curetage, plaque ou vis temporaire. L'âge moyen de réalisation décrit dans la littérature est la tranche 10-12 ans. La déformation moyenne pour poser l'indication est un angle IMA supérieur à 12°. La fermeture du cartilage de croissance est en moyenne de 14,2 ans chez les filles et 15,6 ans chez les garçons (25). Selon Davids (26) il y a plutôt une sous-corrrection avec l'hémiepiphysiodèse mais jamais de surcorrection. Chiang (27) y associe une hémiepiphysiodèse de la base de la première phalange en complément. La plupart des auteurs rapportent un faible taux de complication.



Photo 4 : Hémiepiphysiodèse latérale de la base de M1

Cette technique si elle est pratiquée tôt en cas d'IMA élevé semble adaptée à une prise en charge ultérieure par un chirurgien « adulte ». Une correction de 0,5 à 1,5° par an de l'angle IMA est attendue. Elle présente l'avantage de pouvoir être associée à un geste distal concomitant.

Les autres options chirurgicales habituelles de la prise en charge de l'hallux valgus peuvent être classées en fonction de la localisation du geste et de sa nature. Il peut y avoir un geste osseux, une action sur les parties molles ou une combinaison des deux. En cas de geste osseux, l'ostéotomie peut être proximale, diaphysaire ou distale.

Les ostéotomies proximales incluent les gestes sur la base du premier métatarsien (photo 5) et sur le cunéiforme médial. L'ostéotomie basale est réalisée par ouverture et

voie médiale (29) ou plus rarement par fermeture latérale. Elle augmente la longueur du métatarsien en cas d'ouverture. Cela peut entraîner des transferts de charges sur les métatarsiens adjacents. Une ostéotomie en dôme (30) permet d'éviter de modifier la longueur du premier métatarsien tout en corrigeant le metatarsus varus mais est plus complexe à réaliser.



Photo 5 : Exemple d'ostéotomie basale

Les ostéotomies du cunéiforme médial (31) peuvent aussi être réalisées et particulièrement chez les patients présentant une obliquité articulaire distale importante du cunéiforme médial. Cette chirurgie est rarement utilisée car elle comporte des risques liés à un effet biplanaire lors de sa réalisation (32) modifiant les appuis avec un risque d'hyper-appui sous la tête de M1.

Lors du symposium 2022 de la SOFOP sur l'hallux valgus à Lille, il a été montré que les résultats étaient meilleurs cliniquement et radiologiquement à la suite d'une ostéotomie basale plutôt qu'avec toutes les autres ostéotomies. Cela permettait la meilleure correction des angles M1M2 (gain de 6°) et M1P1 (gain de 20°). Attention toutefois car la correction du métatarsus varus peut majorer un DMAA souvent déjà très élevé chez l'enfant

Si les modifications de longueur du premier métatarsien sont anticipées et contrôlées, l'ostéotomie basale ne présente pas de risques majeurs pour la prise en charge chirurgicale de reprise éventuelle à long terme et apparaît comme une alternative fiable.

Parmi les ostéotomies diaphysaires, celle de Scarf est la plus utilisée et publiée chez l'enfant (33-37). Il n'a pas été rapporté de complications spécifiques chez l'enfant par rapport à une population adulte. Cette ostéotomie corrige correctement le DMAA (35,36). La déformation est améliorée à distance de la chirurgie (37) et la technique peut être considérée comme efficace (35,36). Certains auteurs décrivent des taux de récurrences élevés (33,34). Le symposium lillois avait montré qu'il s'agissait de la technique qui corrigeait le moins l'angle M1P1 et que la déformation résiduelle était en moyenne de 20 degrés à 2 ans de recul moyen. (photo 6)

## HALLUX VALGUS AVANT L'ÂGE ADULTE : QUE DOIT SAVOIR L'ORTHOPÉDISTE PÉDIATRIQUE ?



Photo 6 : Ostéotomie de Scarf à 2 ans de recul de face

Avec une ostéotomie de Scarf la cicatrice est étendue et risque en cas de reprise de rendre l'abord moins aisé quelle que soit la technique choisie. Le matériel est rarement ôté ce qui peut entraîner des difficultés de nombreuses années plus tard.

L'ostéotomie diaphysaire, notamment de Scarf, peut représenter pour l'orthopédiste adulte une difficulté supplémentaire en cas de reprise chirurgicale.

Les ostéotomies distales sont pratiquées chez l'adulte en très grand nombre. Les publications les plus récentes pour la chirurgie de l'hallux de l'enfant traitent d'ostéotomies métatarsiennes distales.

Toutefois il est préférable d'isoler les ostéotomies distales à ciel ouvert des ostéotomies percutanées. A ciel ouvert les ostéotomies en chevron et les ostéotomies de Mitchell sont les plus fréquentes. Les chevrons donnent de meilleurs résultats que les ostéotomies de Mitchell (38) chez l'adulte. L'ostéotomie de Mitchell (photo 7) est progressivement abandonnée chez le jeune patient. Chez l'enfant, les résultats sont bons à long terme avec un chevron en V (37). Il semble que l'utilisation d'un chevron par voie open corrige aussi bien qu'un chevron par voie mini-invasive (39).

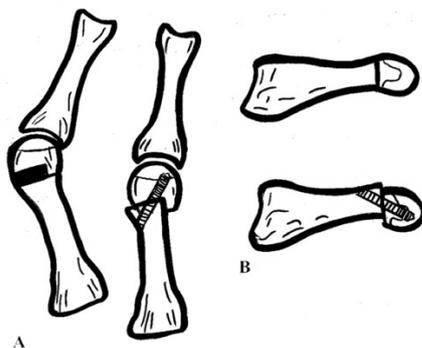


Photo 7 : Ostéotomie de Mitchell

L'utilisation du chevron par voie médiale (photo 8) avec

arthrotomie nécessite une ostéosynthèse et l'abord vulnérant est risqué pour la vascularisation de la tête du métatarsien (40,41). Des risques d'adhérences sous-cutanées sont à craindre en cas de reprise.



Photo 8 : Ostéotomie en chevron « open »

Cette technique a la faveur de la plupart des opérateurs mais malgré de bons résultats à moyen terme, elle expose le patient à une récurrence et un site opératoire fibrosé. Aucune étude n'apporte toutefois la preuve de la nocivité d'un chevron pour une prise en charge à l'âge adulte en cas de récurrence.

Depuis une vingtaine d'années, des ostéotomies distales sont pratiquées par voie percutanée. Cette méthode évite les décollements tissulaires, favorise la conservation de l'hématome secondaire à l'ostéotomie et a la réputation de générer moins de douleurs post-opératoires et moins de retards de consolidation.

Plusieurs gestes pratiqués de façon percutanée ont été publiés essentiellement chez l'adulte. Il faut bien distinguer les techniques mini-invasives (MIS : Mini-Invasive-Surgery) des techniques totalement percutanées. Parmi les interventions mini-invasives la technique SERI (Simple, Effective, Rapide, Inexpensive) apparaît comme une méthode simple et fiable chez l'enfant (42). Cependant l'abord osseux même minime expose la tête de M1 au risque de nécrose comme pour un chevron classique.



Photo 9 : Technique SERI (42)

Le MICA (Minimally Invasive Chevron Akin) est une technique d'ostéotomie distale (Photo 10) exclusivement percutanée avec ostéosynthèse (43). Elle ne fait à ce jour l'objet d'aucune publication spécifique chez l'enfant. De très grandes translations latérales de la tête de M1 sont permises grâce à cette technique mais nécessitent une ostéosynthèse fiable.

## HALLUX VALGUS AVANT L'ÂGE ADULTE : QUE DOIT SAVOIR L'ORTHOPÉDISTE PÉDIATRIQUE ?

Dans notre expérience, l'ablation de matériel peut chez l'enfant jeune s'avérer compliquée.



Photo 10 : MICA pré et post-opératoire

La modification du DMAA est réalisée grâce à l'ostéotomie de Reverdin-Isham sans ostéosynthèse. L'équipe rennaise (44) avait publié de bons résultats cliniques en 2013 en notant toutefois une sous-correction. Pour corriger l'angle M1-M2 il a été conseillé de faire une ostéotomie de fermeture proximale percutanée de M1 associée à l'ostéotomie de Reverdin-Isham et de stabiliser la correction par une broche. Cette technique semble donner de bons résultats radio-cliniques selon Knörr (45).

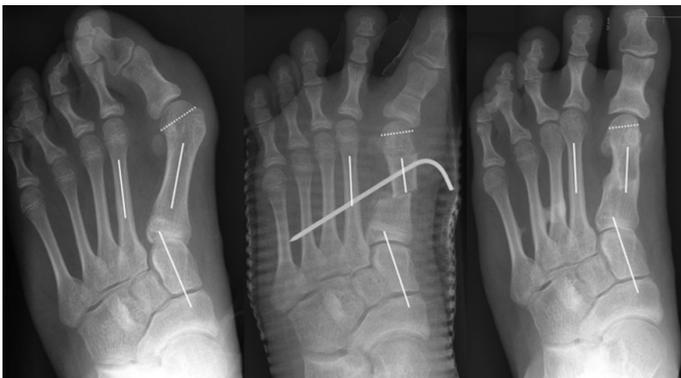


Photo 11 : Double ostéotomie, basale et de Reverdin-Isham (45)

L'utilisation de la chirurgie percutanée paraît plus adaptée à la prise en charge de l'hallux valgus chez l'enfant. En dehors des avantages inhérents à de petits abords, elle permet d'envisager une reprise chirurgicale à l'âge adulte sans fibrose cicatricielle, sans matériel et avec un abord chirurgical qu'on pourrait qualifier de vierge pour l'orthopédiste qui opérerait le pied en

cas de récurrence.

### CONCLUSION

La chirurgie de l'hallux valgus chez l'enfant requiert comme chez l'adulte un bilan radiologique et clinique exhaustif. Pour bien comprendre les déformations et agir efficacement et durablement, une radiographie en charge de face et de profil est indispensable.

L'examen clinique, surtout dans le cas d'une déformation d'un enfant jeune doit éliminer une cause congénitale.

Le score AOFAS n'est pas très adapté à l'enfant mais il est une aide précieuse pour la décision chirurgicale en consultation car la récurrence est assez fréquente quelle que soit la technique employée.

Les techniques chirurgicales à privilégier sont les hémiepiphysiodèses latérales de la base de M1 et de la base médiale de P1.

Les épiphysiodèses peuvent être entreprises avant 10 ans chez les filles et 12 ans chez les garçons sans craindre d'hypercorrection.

Les autres techniques chirurgicales à favoriser sont les méthodes percutanées. L'absence d'ostéosynthèse doit être privilégiée afin d'éviter les dégâts au moment de son ablation. Si le matériel est laissé en place, la question de la disponibilité des ancillaires 20 ou 30 ans plus tard se pose.

Les modifications de longueur des métatarsiens selon les gestes pratiqués auront des répercussions plusieurs années après le geste et il est primordial d'y réfléchir au moment du geste chirurgical.

### BIBLIOGRAPHIE

1 Shirodkar D, Smithson SF, Keen R, Lester T, Banos-Pinero B, Burren CP. Congenital hallux valgus occurs in Fibrodysplasia Ossificans Progressiva and BMPRI1B-associated dysplasia: an important distinction. BMC Med Genomics. 2024 Jun 15;17(1):160.

2. Pino L, Mascarell A, Minués MF, Sentamans S. Doble coalición astragalocalcánea y calcaneoescapuloidea bilateral en un paciente de 15 años: tratamiento y resultados. Acta Ortop Mex. 2013 Nov-Dec;27(6):385-9.

3 Noguchi M, Ikoma K, Inoue A, Kusaka Bilateral hallux valgus associated with os intermetatarsium: a case report. Y. Foot Ankle Int. 2005 Oct;26(10):886-9.

4 B Piclet, W Graff. Hallux Valgus: mises au point de l'AFCP. 2017, ISBN: 978-2-294-75066-3

5 Alshryda S, Lou T, Faulconer ER, Adedapo AO. Adolescent hallux valgus deformity with bilateral absence of the hallux sesamoids: a case report. J Foot Ankle Surg. 2012 Jan-Feb;51(1):80-2.

6 Seidenstein AH, Torrez TW, Andrews NA, Patch DA, Conklin MJ, Shah A. Pediatric hallux valgus: An

## HALLUX VALGUS AVANT L'ÂGE ADULTE : QUE DOIT SAVOIR L'ORTHOPÉDISTE PÉDIATRIQUE ?

---

- overview of history, examination, conservative, and surgical management. *Paediatr Child Health*. 2021 Nov 1;27(2):75-81. doi: 10.1093/pch/pxab074. eCollection 2022 May.
- 7 Laforest. *L'art de soigner les pieds*. 1782. Librairie Méquignon l'aîné et Blaizot Librairie du Roi
- 8 Piqué-Vidal C, Solé MT, Antich J. Hallux valgus inheritance: pedigree research in 350 patients with bunion deformity. *J Foot Ankle Surg*. 2007 May-Jun;46(3):149-54.
- 9 Nix S, Smith M, Vicenzino B. Prevalence of hallux valgus in the general population: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2010 Sep 27;3:21.
- 10 Arbeeve L, Yau M, Mitchell BD, Jackson RD, Ryan K, Golightly YM, Hannan MT, Nelson A, Jordan JM, Hochberg MC. Genome-wide meta-analysis identified novel variant associated with hallux valgus in Caucasians. *J Foot Ankle Res*. 2020 Mar 4;13(1):11.
- 11 Coughlin MJ, Roger A, Mann Award. Juvenile hallux valgus: etiology and treatment. *Foot Ankle Int*. 1995 Nov;16(11):682-97.
- 12 Golightly YM, Hannan MT, Dufour AB, Jordan JM. Racial differences in foot disorders and foot type. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2012 Nov;64(11):1756-9
- 13 Gottschalk FA, Beighton PH, Solomon L Comparative Study S Afr Med J 1981 Oct 24;60(17):655-6. The prevalence of hallux valgus in three South African populations
- 14 T Kato, S Watanabe Clin Orthop Relat Res. 1981 Jun;(157):78-81. The etiology of hallux valgus in Japan PMID: 7249466
- 15 Liu Z, Okunuki T, Yabiku H, Chen S, Hoshiba T, Maemichi T, Li Y, Kumai T. J Hallux valgus in preprofessional adolescent dancesport athletes: Prevalence and associated training factors. *Foot Ankle Res*. 2024 Sep;17(3):e12043.
- 16 Laura Martín-Casado, Alberto Aldana-Caballero, Christian Barquín, Juan José Criado-Álvarez, Begoña Polonio-López, Félix Marcos-Tejedor Foot morphology as a predictor of hallux valgus development in children *Sci Rep*. 2023 Jun 8;13(1):9351.
- 17 Mazzotti A, Langone L, Zielli SO, Artioli E, Arceri A, Brognara L, Traina F, Faldini C. Do First Ray-Related Angles Change following Subtalar Arthroereisis in Pediatric Patients? A Radiographic Study. *Children (Basel)*. 2024 Jun 22;11(7):760.
- 18 Coughlin MJ, Saltzman CL, Nunley JA 2nd. Angular measurements in the evaluation of hallux valgus deformities: a report of the ad hoc committee of the American Orthopaedic Foot & Ankle Society on angular measurements. *Foot Ankle Int*. 2002 Jan;23(1):68-74.
- 19 Bolzinger M, Thevenin-Lemoine C, Gallini A, Sales de Gauzy J. Abnormalities in distal first metatarsal joint surface orientation: Distal Metatarsal Articular Angle and Distal Metatarsal-2 Articular Angle. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2021 Oct;107(6):102938.
- 20 Mansur, N.S.B., Lalevee, M., Schmidt, E. et al. Correlation between indirect radiographic parameters of first metatarsal rotation in hallux valgus and values on weight-bearing computed tomography. *International Orthopaedics (SICOT)* 45, 3111–3118 (2021).
- 21 Mahan ST, Cidambi EO. Juvenile Hallux Valgus. *Foot Ankle Clin*. 2021 Dec;26(4):807-828. doi: 10.1016/j.fcl.2021.07.008. Epub 2021 Sep 2. Review.
- 22 Kaiser P, Livingston K, Miller PE, et al. Radiographic evaluation of first metatarsal and medial cuneiform morphology in juvenile hallux valgus. *Foot Ankle Int* 2018; 46(3). 1071100718789696.
- 23 Sung KH, Kwon S-S, Park MS, et al. Natural progression of radiographic indices in juvenile hallux valgus deformity. *Foot Ankle Surg* 2018;25(3):378–82
- 24 Fuhrmann RA, Rippel W, Traub A. Conservative treatment of hallux valgus : What can be achieved with splints and insoles? *Orthopade*. 2017 May;46(5):395-401 Review. German.
- 25 Greene JD, Nicholson AD, Sanders JO, Cooperman DR, Liu RW. Analysis of Serial Radiographs of the Foot to Determine Normative Values for the Growth of the First Metatarsal to Guide Hemiepiphyseodesis for Immature Hallux Valgus. *J Pediatr Orthop*. juill 2017;37(5):338-43.
- 26 Davids JR, McBrayer D, Blackhurst DW. Juvenile Hallux Valgus Deformity: Surgical Management by Lateral Hemiepiphyseodesis of the Great Toe Metatarsal. *J Pediatr Orthop*. oct 2007;27(7):826-30.
- 27 Chiang MH, Wang TM, Kuo KN, Huang SC, Wu KW. Management of Juvenile Hallux Valgus Deformity: the role of combined Hemiepiphyseodesis. *BMC Musculoskelet Disord*. 25 oct 2019;20:472.
- 28 Artioli E, Mazzotti A, Langone L, Zielli SO, Arceri A, Bonelli S, Faldini C. First Metatarsal Hemiepiphyseodesis for the Treatment of Juvenile Hallux Valgus: A Systematic Review. *J Pediatr Orthop*. 2023 Oct 1;43(9):584-589.
- 29 Glazebrook M, Copithorne P, Boyd G, et al. Proximal opening wedge osteotomy with wedge plate fixation compared with proximal chevron osteotomy for the treatment of hallux valgus: a prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96(19):1585–92.

*HALLUX VALGUS AVANT L'ÂGE ADULTE :  
QUE DOIT SAVOIR L'ORTHOPÉDISTE PÉDIATRIQUE ?*

---

- 30 Petratos DV, Anastasopoulos JN, Plakogiannis CV, et al. Correction of adolescent hallux valgus by proximal crescentic osteotomy of the first metatarsal. *Acta Orthop Belg* 2008;74(4):496–502.
- 31 Lynch FR. Applications of the opening wedge cuneiform osteotomy in the surgical repair of juvenile hallux abducto valgus. *J Foot Ankle Surg* 1995;34(2):103–23.
- 32 Mortimer JA, Bouchard M, Acosta A, et al. The biplanar effect of the medial cuneiform osteotomy. *Foot Ankle Spec* 2020;13(3):250–7
- 33 George HL, Casaletto J, Unnikrishnan PN, et al. Outcome of the scarf osteotomy in adolescent hallux valgus. *J Child Orthop* 2009;3(3):185–90.
- 34 Agrawal Y, Bajaj SK, Flowers MJ. Scarf-Akin osteotomy for hallux valgus in juvenile and adolescent patients. *J Pediatr Orthop B* 2015;24(6):535–40.
- 35 John S, Weil L, Weil LS, et al. Scarf osteotomy for the correction of adolescent hallux valgus. *Foot Ankle Spec* 2010;3(1):10–4.
- 36 Farrar NG, Duncan N, Ahmed N, et al. Scarf osteotomy in the management of symptomatic adolescent hallux valgus. *J Child Orthop* 2012;6(2):153–7.
- 37 Bard T, Pesenti S, Roy A, Afonso D, Couvreur A, Glard Y, Guillaume JM, Choufani É, Launay F, Jouve JL. Juvenile hallux valgus: Comparison of three types of osteotomy and medium-term postoperative results. *Arch Pediatr*. 2024 Aug;31(6):393-399.
- 38 Lalevee M, de Cesar Netto C, ReSurg, Boublil D, Coillard JY. Recurrence Rates With Longer-Term Follow-up After Hallux Valgus Surgical Treatment with Distal Metatarsal Osteotomies: A Systematic Review and Meta-analysis. *Foot Ankle Int*. 2023 Mar;44(3):210-222.
- 39 Kaufmann G, Dammerer D, Heyenbrock F, et al. Minimally invasive versus open chevron osteotomy for hallux valgus correction: a randomized controlled trial. *Int Orthop* 2019;43(2):343–50.
- 40 Jones KJ, Feiwell LA, Freedman EL, et al. The effect of chevron osteotomy with lateral capsular release on the blood supply to the first metatarsal head. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77(2):197–204
- 41 D.A. Peterson, J.L. Zilbergarb, M.A. Greene, R.C. Colgrove Avascular necrosis of the first metatarsal head: incidence in distal osteotomy combined with lateral soft tissue release *Foot Ankle Int*, 15 (1994), pp. 59-63
- 42 Caravelli S, Vocale E, Di Ponte M, Fuiano M, Massimi S, Zannoni F, Zaffagnini S, Mosca SERI Technique for Isolated Juvenile Hallux Valgus Patients: A Retrospective Evaluation With Mid-term to Long-term Follow-up. *M. Foot Ankle Spec*. 2025 Feb;18(1):58-63.
- 43 Mikhail CM et al. Clinical and radiographic outcomes of percutaneous chevron-Akin osteotomies for the correction of hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int*. 2022 Jan;43(1):32-41.
- 44 T. Gicquel, B. Fraise, S. Marleix, M. Chapuis, P. Violas Percutaneous hallux valgus surgery in children: short-term outcomes of 33 cases *Orthop Traumatol Surg Res*, 99 (2013), pp. 433-439
- 45 Knörr J, Soldado F, Violas P, Sánchez M, Doménech P, de Gauzy JS. Treatment of hallux valgus in children and adolescents. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2022 Feb;108(1S):103-168..