

PLAN

INTRODUCTION	01
SUJETS ET METHODES	04
I. Sujets d'études	05
1- Critères d'inclusion.....	05
2- Déroulement de l'étude.....	06
II. Méthode d'étude	07
III. Paramètres étudiés	10
1- Variance ulnaire.....	10
2- Index ulnolunaire.....	13
IV. Méthode statistique	15
V. Présentation de la série	15
1- Age.....	15
2- Sexe.....	16
3- Combinaison âge - sexe.....	17
RESULTATS	18
I. Variance ulnaire	19
1- Corrélacion avec l'âge.....	19
2- Corrélacion avec le sexe.....	21
II. Index ulnolunaire	23
1- Corrélacion avec l'âge.....	23

2- Corrélation avec le sexe.....	25
III. Cas particuliers.....	30
DISCUSSION.....	35
I. Les méthodes de mesure de la variance ulnaire.....	36
II. La position du poignet et la variabilité de la variance ulnaire.....	39
III. L'analyse de la variance ulnaire en fonction de l'âge	40
IV. L'analyse de la variance ulnaire en fonction du sexe	45
V. L'intérêt de l'IUL.....	46
CONCLUSION.....	47
RESUMES	
BIBLIOGRAPHIE	

ABREVIATIONS

- VU** : Variance ulnaire
- IUL** : Index ulnolunaire
- TFCC** : Complexe fibrocartilagineux triangulaire
- IOM** : Membrane interosseuse

INTRODUCTION

La différence relative de longueur entre l'ulna et le radius ou la variance ulnaire est un élément important à déterminer au cours d'une analyse radiologique du poignet.

L'importance de la variance ulnaire réside dans son association à plusieurs pathologies du poignet. D'un côté, une variance ulnaire négative serait un facteur prédisposant de la maladie de Kienbock. De l'autre, une variance ulnaire positive –constitutionnelle ou post traumatique– conduirait au syndrome d'impaction ulnaire, l'affaiblissement et la perforation du complexe fibrocartilagineux triangulaire.

La variance ulnaire est influencée par plusieurs paramètres dont l'âge, le sexe, l'origine ethnique et l'activité quotidienne répétée du poignet.

Chez l'adulte, des travaux anatomiques ont essayé d'établir la relation entre la variance ulnaire et les lésions ligamentaires dégénératives du bord ulnaire du poignet, ainsi que les éléments stabilisateurs de l'articulation radio-ulnaire distale. D'autres études cliniques ont mis en évidence la modification de la variance ulnaire en fonction de l'âge, le sexe ou l'ethnie. Les travaux concernant l'imagerie moderne se sont concentrés sur l'étude de la congruence articulaire de la radioulnaire inférieure et de l'état du complexe triangulaire fibrocartilagineux ainsi que l'apport de l'IRM et du scanner dans la mesure de la variance ulnaire. Toutefois, la radiographie standard du poignet de face a gardé un intérêt capital pour l'évaluation de l'articulation radioulnaire inférieure par la mesure de la variance ulnaire et par la recherche de signes de conflit ulno-carpien.

La maladie de Kienbock est rarement observée chez l'enfant, et les mesures faites dans l'étude de cette maladie se rapportent toutes à des patients adultes qui ont un processus de maturation osseuse terminé. D'un autre côté, il existe un certain nombre de pathologies pédiatriques avec un ulna court et où il serait plus qu'utile d'avoir des mesures standards. Les normes de l'adulte ne peuvent être utilisées à cause de la différence d'ossification des épiphyses. Un ulna court peut être rencontré dans plusieurs pathologies infantiles notamment maladie de Still, l'exostose multiple héréditaire, subluxation carpo-ulnaire et certaines connectivites.

Cependant, chez l'enfant l'appréciation de la variance ulnaire n'a pas été suffisamment explorée.

Notre travail a pour but d'analyser la variance ulnaire sur les radiographies du poignet, d'établir des normes de ce paramètre, d'étudier ses variations et sa fiabilité au sein de notre population d'enfants marocains. D'autre part, nous avons étendu l'analyse de la variance ulnaire à la radiographie du poignet de profil en évaluant un nouvel index qui mesure l'espace ulnolunaire, que nous avons appelé l'index ulnolunaire.

SWJETS
&
METHODES

I- SUJETS D'ETUDE

Cette étude prospective rentre dans le cadre d'un projet mené conjointement entre le service d'orthopédie traumatologie B, CHU Mohammed VI, le laboratoire d'Ecologie Humaine à la Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad Marrakech et l'unité mixte de recherche 6578, CNRS, Marseille, France.

Cette étude transversale avait pour objectif d'évaluer la croissance et la maturation osseuse des enfants scolarisés de la ville de Marrakech. Notre équipe s'est concentrée sur l'analyse des rapports entre radius et ulna distaux.

Ces enquêtes ont été réalisées dans des établissements scolaires (primaires et secondaires) :

- l'établissement secondaire Al Majd
- l'école primaire : Aboubakr -Essidik
- l'école primaire : Akensouss
- L'école primaire : oued el Makhazine
- L'établissement secondaire : Ennakhil
- L'établissement secondaire : Sahnoune

Les établissements scolaires ont été choisis d'abord car les enfants qui les fréquentent sont issus de souches sociales différentes et aussi pour leur proximité du centre Hospitalier Universitaire Mohamed VI où a eu lieu la prise des radiographies.

1- Critères d'Inclusion

Le choix était porté sur :

- Des enfants entre 7 et 18 ans.
- D'apparence saine, exempts de malformations congénitales
- Sans antécédents de traumatisme de la main, du poignet ou du coude
- Dont le cartilage de croissance n'est pas encore fermé.

Pour éviter le biais des facteurs génétiques, nous avons pris un enfant par famille (un enfant ayant le même nom de famille qu'un précédent n'est pas pris) ; l'enquête a duré plus de 3 ans. Plusieurs fois, nous retrouvions les mêmes enfants, que nous avons vus à l'école primaire, au collège. Ces enfants n'étaient pas pris systématiquement une deuxième fois.

2- Déroulement de l'étude :

L'enquête a été menée par 3 membres du laboratoire d'Ecologie Humaine, un médecin résident et un enseignant d'orthopédie du CHU Mohamed VI, un médecin radiologue et deux équipes de techniciens en radiologie qui s'alternaient.

Après le choix des enfants qui correspondaient aux critères de sélection et qui ont accepté de participer à notre étude (consentement parental signé), on établissait un planning avec la direction de l'école souvent les après midi libres de chaque classe, on accompagnait les enfants au CHU, au service de radiologie. Il y avait un membre de l'équipe qui assurait l'étude pour s'assurer que les enfants portaient un tablier antiradiations et le résident d'orthopédie vérifiait la bonne position de la main lors de la radiographie.

Nous avons procédé ainsi du mois de Mars 2002 jusqu'au mois de Juin 2002, l'enquête a été poursuivie depuis octobre 2002 jusqu'à Juin 2003. A cause du retard pour le renouvellement des autorisations, nous n'avons pu compléter la dernière tranche de l'étude qu'entre Décembre 2005 et Février 2006, en plus cette tranche concernait les élèves entre 16 et 18 ans et qui préparaient les examens de Baccalauréat et ça nous a été difficile de les occuper pendant certaines périodes de l'année scolaire.

Ainsi, nous avons recrutés 935 enfants pour cette étude.

II/METHODE D'ETUDE :

-Radiographie de face :

Les radiographies postéro-antérieures du poignet gauche ont été faites comme suggérées par PALMER et coll (1) (Fig 1)

- L'épaule en abduction de 90°,
- Le coude en flexion de 90°,
- La paume de la main reposant sur la table,
- L'axe du troisième métacarpien dans le prolongement de l'axe de l'avant-bras,
- Les articulations métacarpo-phalangiennes en flexion pour permettre aux extrémités distales du radius et de l'ulna de bien reposer sur la table.
- Le contraste devait être adéquat, avec visualisation de la totalité des os du carpe et des épiphyses.



Figure 1 : Les conditions requises pour une radiographie de face du poignet sont l'épaule en abduction de 90°, le coude en flexion de 90°, la paume de la main reposant sur la table.

-Radiographies de profil :

Les radiographies du poignet de profil ont été réalisées sur planchette en rotation neutre, en surélevant légèrement le bord ulnaire du poignet pour que l'axe du troisième métacarpien soit dans le prolongement de l'axe de l'avant bras (Fig. 2).

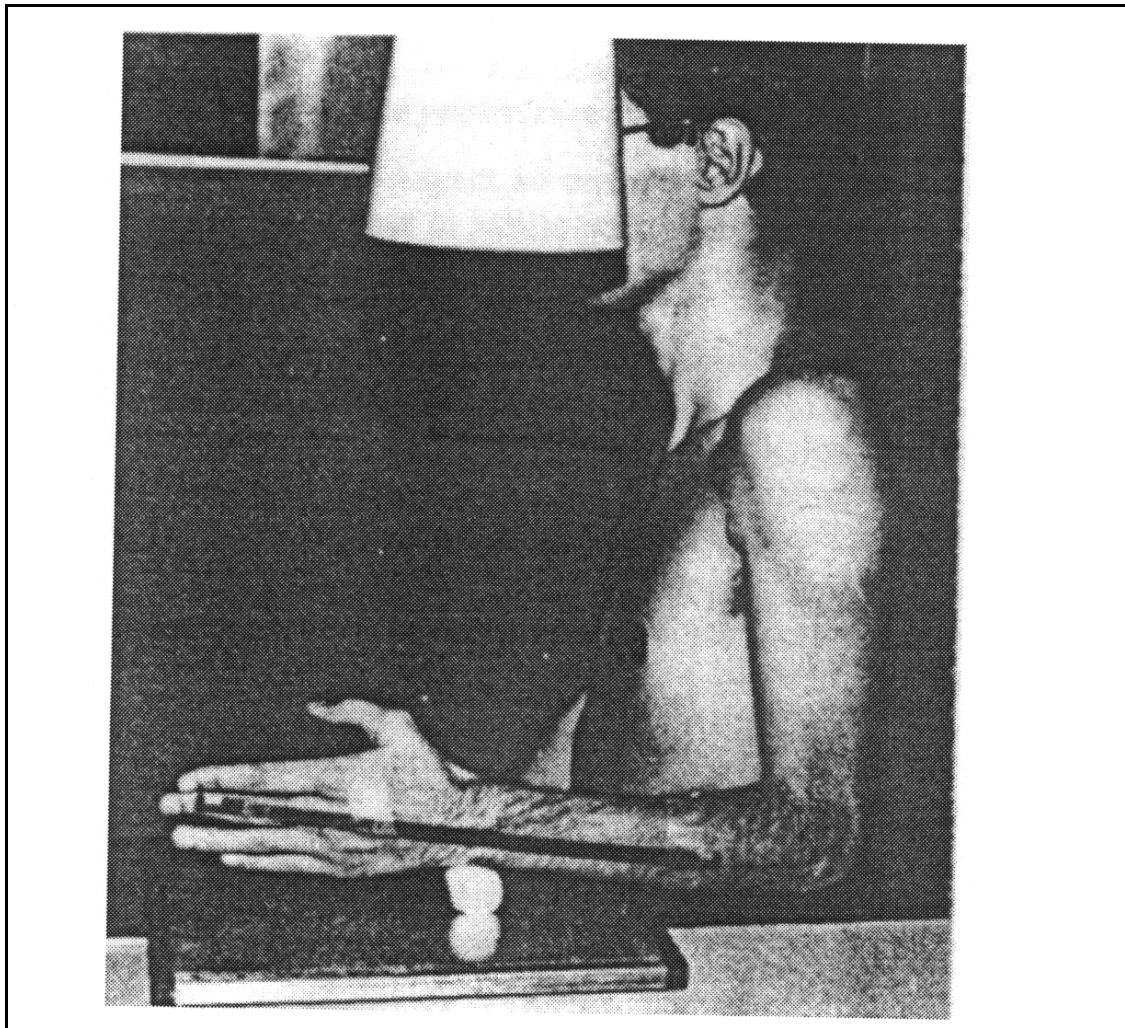


Figure 2 : Les conditions requises pour une radiographie de profil du poignet

Les images radiographiques ont été numérisées en utilisant le scanner d'images Canon MP150.

Les mesures de la variance ulnaire et de l'index ulnolunaire de profil ont été réalisées en utilisant le logiciel Photoshop 8.0[®] (Fig. 4).

Les mesures ont été faites avec une précision de 1/10 de millimètre. La collecte des données a utilisé le programme Excel 2007[®].

III/ PARAMETRES ETUDIES :

1- Variance ulnaire : Mesurée sur la radiographie du poignet de face

La variance ulnaire ou l'index radio-ulnaire inférieur mesure la position relative des surfaces articulaires du radius et de l'ulna. Elle correspond à la distance comprise entre la perpendiculaire à l'axe du radius au niveau de l'angle interne de sa surface articulaire inférieure, et la parallèle passant par la base de la tête ulnaire. Elle est normalement de -1 ou -2 mm, le radius descendant légèrement plus bas que l'ulna.

On parle de variance ulnaire positive lorsque la surface articulaire ulnaire est plus distale que celle du radius et de variance négative lorsque la surface articulaire du radius est plus distale que celle de l'ulna.

Les valeurs de la variance ulnaire ont été déterminées suivant la méthode linéaire. (Fig 3;4)

Deux examinateurs indépendants ont été saisis pour effectuer les mesures ; Chaque radiographie a été mesurée trois fois par chaque examinateur.

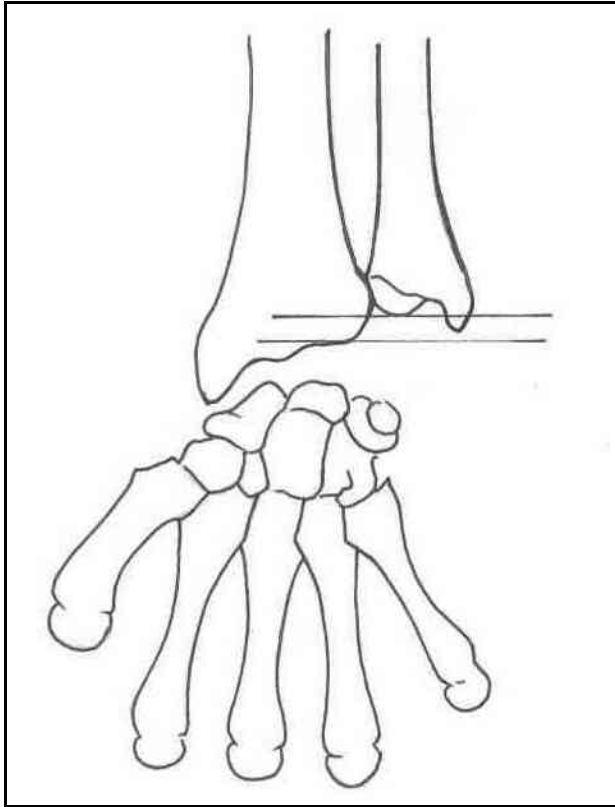


Figure 3a : Variance ulnaire négative

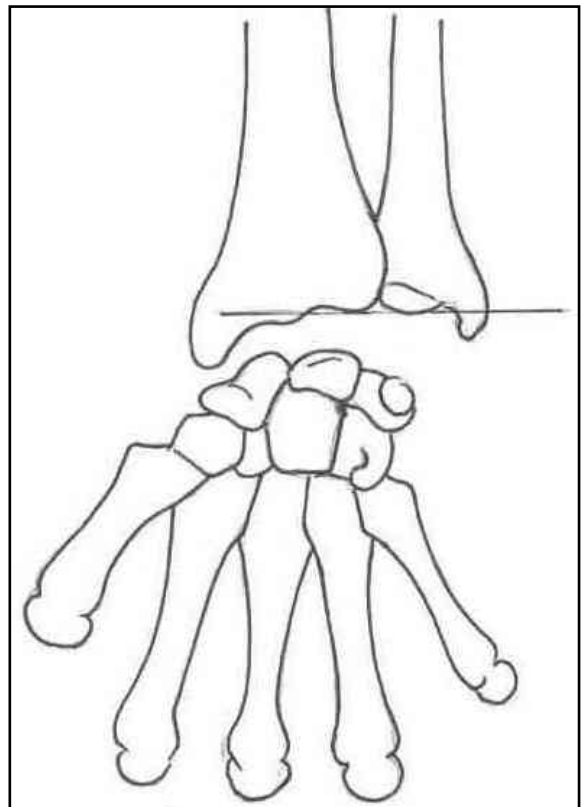


Figure 3b : Variance ulnaire

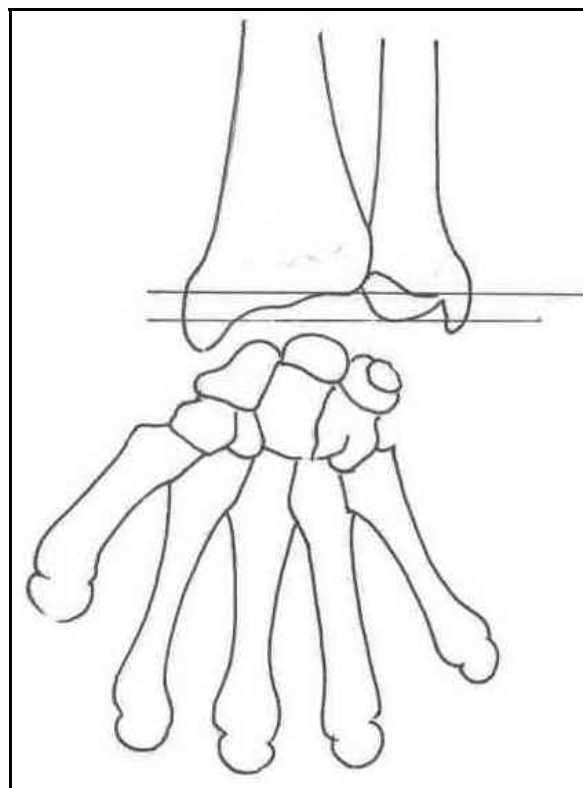


Figure 3c : Variance ulnaire positive



Figure 4a : Variance ulnaire négative



Figure 4 b : Variance ulnaire neutre

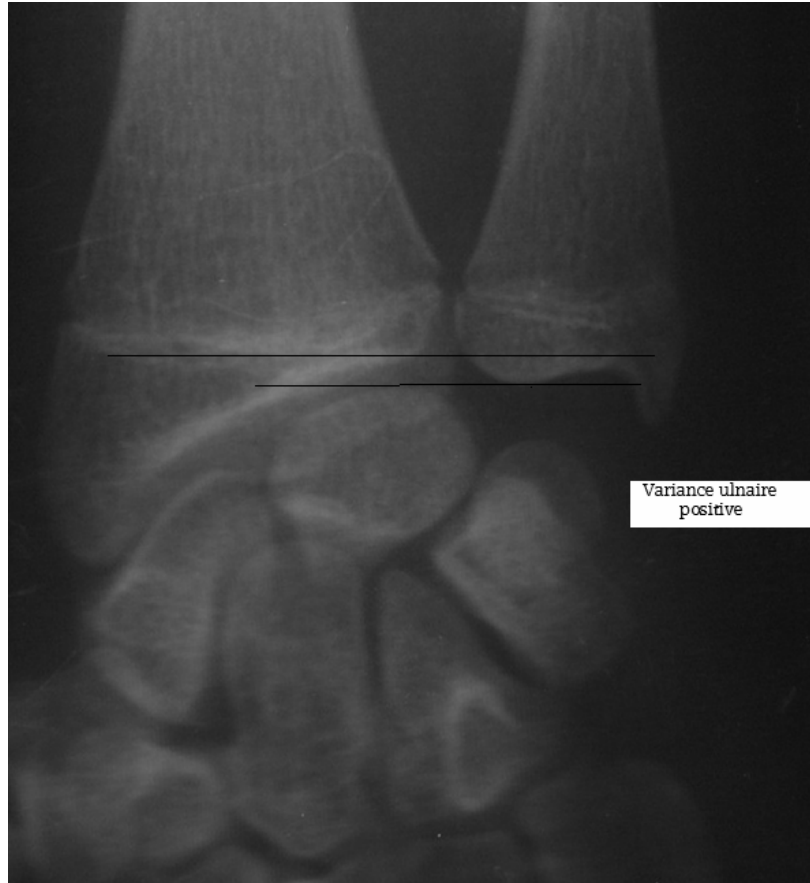


Figure 4c : Variance ulnaire positive

Mesure de la variance ulnaire sur les radiographies du poignet de face

2- L'index ulnolunaire : Mesuré sur la radiographie du poignet de profil

Ce nouvel index est défini comme la distance entre la tangente du pôle proximal du lunatum et la tangente passant par la tête ulnaire. Il est considéré comme négatif lorsque la tangente à l'ulna passe au dessus du lunatum. (Fig 5)

Deux examinateurs indépendants ont été saisis pour effectuer les mesures ; Chaque radiographie a été mesurée trois fois par chaque examinateur.

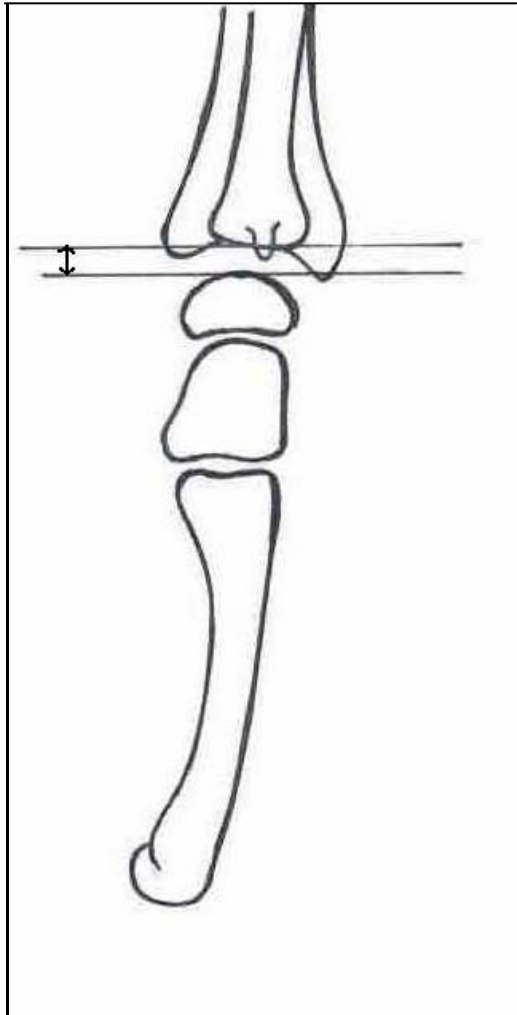


Figure 5a : Mesure de l'index ulnolunaire



Figure 5 b : Index ulnolunaire sur la radiographie de poignet de profil

IV/METHODE STATISTIQUE :

L'analyse statistique a été faite en utilisant le logiciel informatique Statistical Package for the Social Sciences 15 (SPSS).

Pour la comparaison des quantitatives, nous avons utilisé comme tests d'analyse statistique :

- Le test t de Student pour la comparaison des moyennes entre les deux observateurs.
- Le test d'analyse des variances ANOVA pour comparer les effets observateur et mesure.
- Le test F pour la comparaison d'égalité des variances.
- L'analyse des régressions et des corrélations.

Une valeur $p < 0,05$ était considérée significative.

V/PRESENTATION DE LA SERIE :

1. Age :

L'âge des sujets variait entre 6 ans et 18 ans avec une moyenne de 12,6 ans (Fig 6).

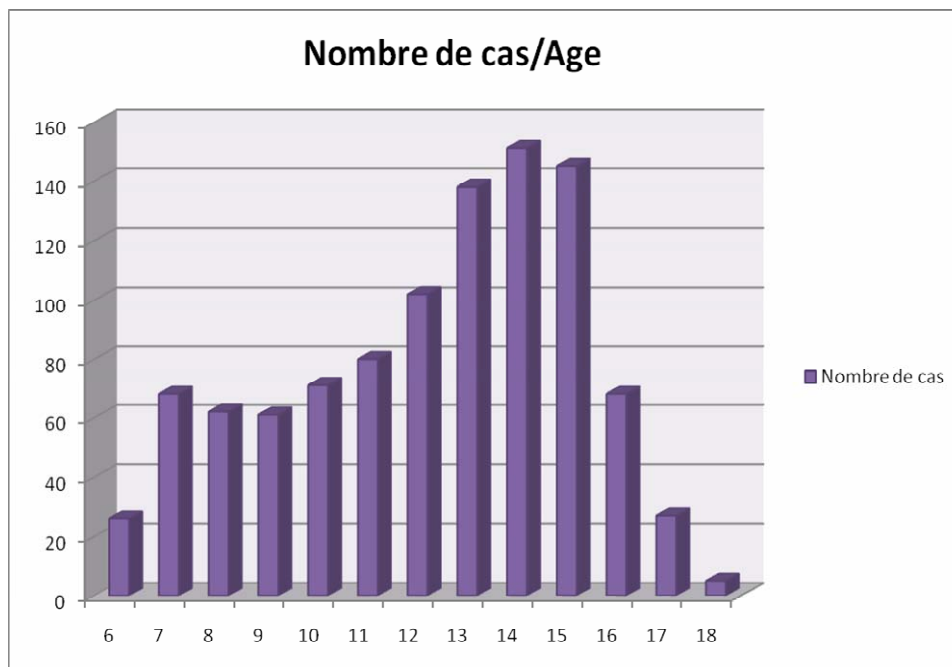


Figure 6 : Répartition selon l'âge

2. Sexe :

Les sujets étudiés se répartissaient en 488 filles et en 447 garçons avec un sexe ratio égal à 0,92. (Fig 7)

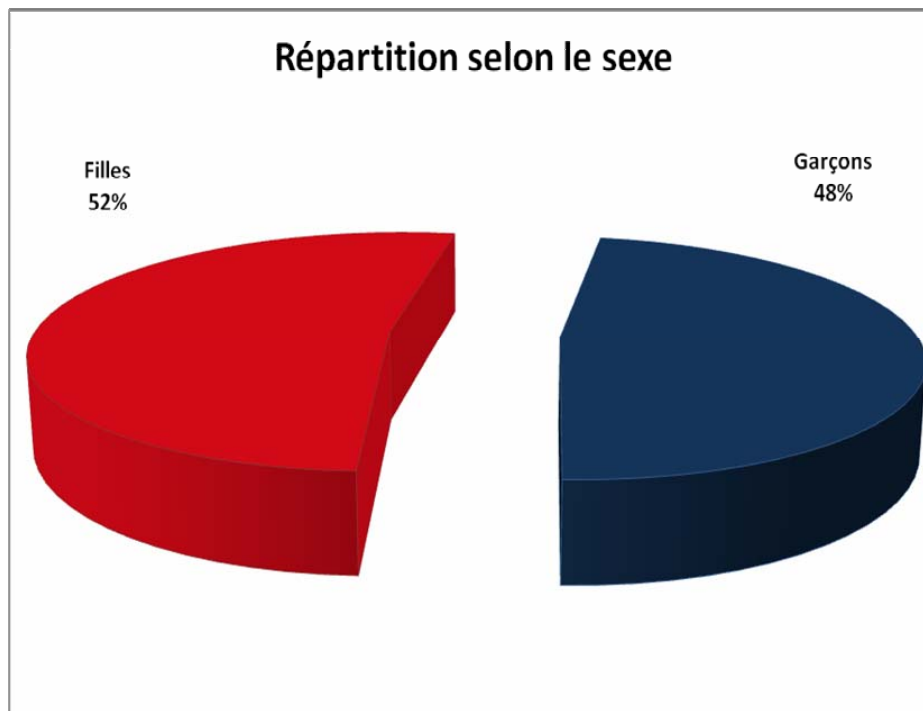


Figure 7 : Répartition selon le sexe

3- Combinaison âge-sexe :

Chez les filles, l'âge variait entre 6 et 18 ans avec une moyenne de 12,7 ans. (Fig8)

Chez les garçons, l'âge variait entre 6,5 et 18 ans avec une moyenne de 12,8 ans. (Fig8)

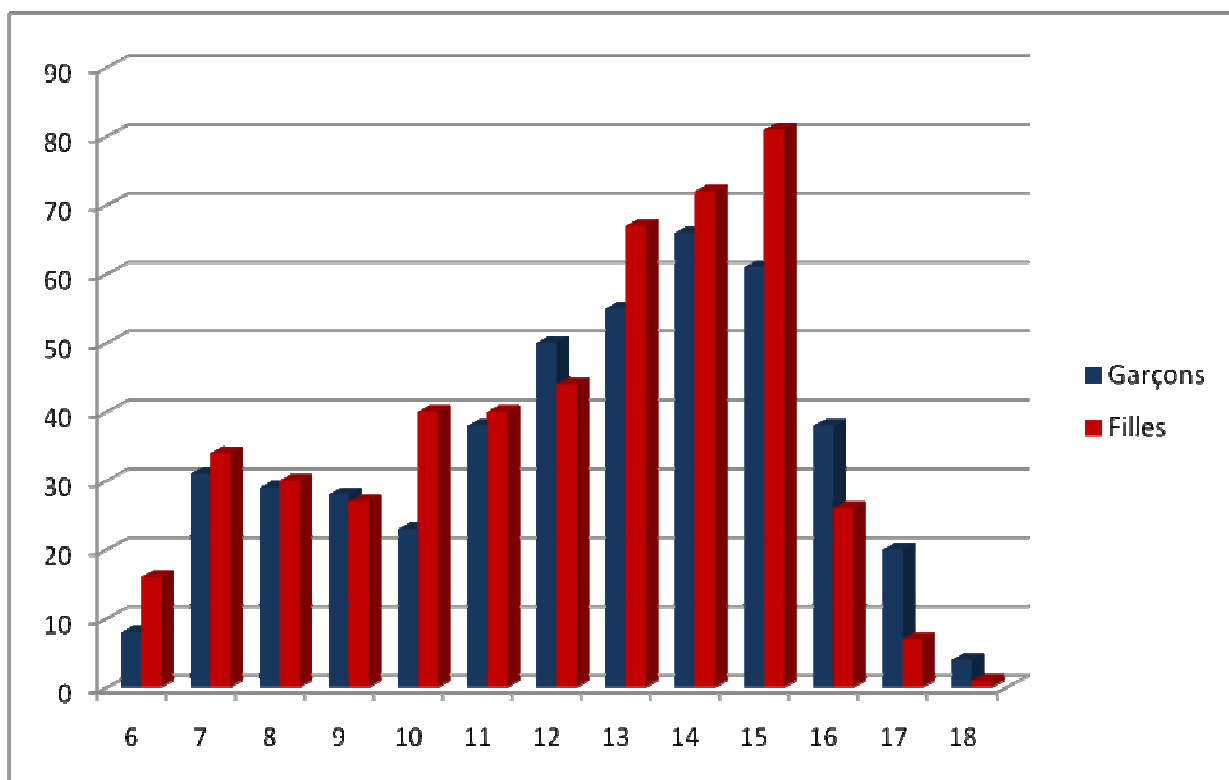


Figure 8 : Répartition selon l'âge et le sexe

RESULTATS

I – LA VARIANCE ULNAIRE :

La variance ulnaire variait de $-7,40$ à $+6$ mm. Sa moyenne était de $-1,13$ mm avec un écart type de $1,54$.

1. Corrélation de la variance ulnaire avec l'âge :

La distribution de la variance ulnaire en fonction de l'âge a montré une tendance à l'inversion. Le coefficient de corrélation était de $0,15$, fortement significatif (t-test, $p < 0,001$), confirmant une corrélation positive entre la variance ulnaire et l'âge (Fig 9).

L'équation de régression linéaire présentée dans la figure était $y = -2,973 + 0,146 x$.

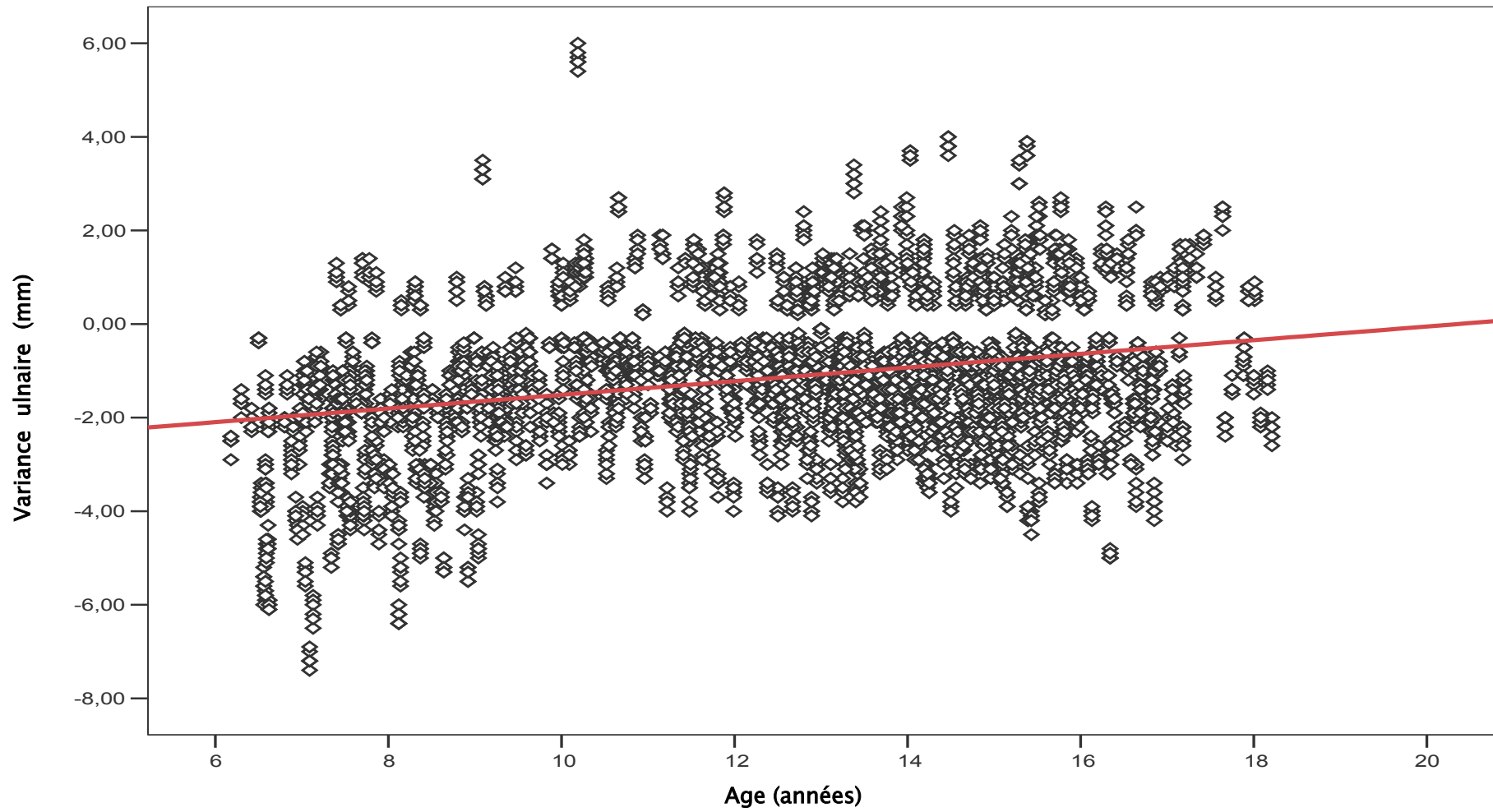


Figure 9 : Corrélation entre la variance ulnaire et l'âge sur les poignets de 935 enfants sains.

2. Corrélation avec le sexe :

Chez les sujets de sexe féminin, la variance ulnaire variait de - 6,10 à 6 mm. Sa moyenne globale était -0,85 mm avec 1,50 d'écart type.

Chez les sujets de sexe masculin, la variance ulnaire variait de -7,40 à 3,70 mm. Sa moyenne globale était -1,42 mm avec 1,54 d'écart type.

Le coefficient de corrélation entre la variance ulnaire et l'âge sur les poignets de sexe masculin était de 0,18. Sur les poignets de sexe féminin, il était de 0,12. Ces deux coefficients étaient significatifs (t-test, $p < 0,001$), confirmant une corrélation positive entre la variance ulnaire et l'âge concernant les deux sexes (Fig 10).

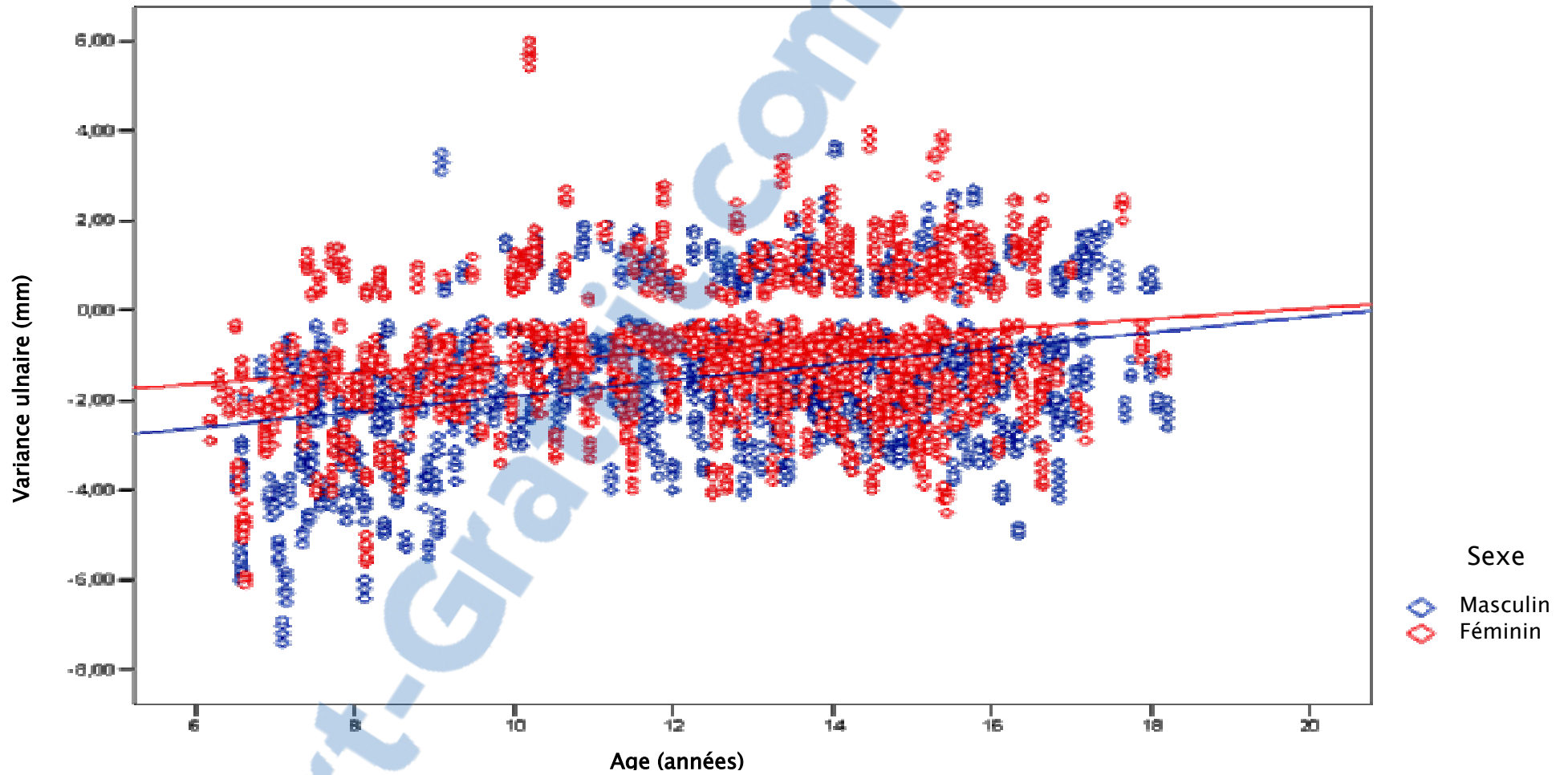


Figure 10 : Corrélation entre la variance ulnaire et l'âge en fonction du sexe sur les poignets de 935 enfants

II – L'INDEX ULNO-LUNAIRE :

L'index ulnolunaire variait de -10,90 à -0,6 mm. Sa moyenne était de -4,45 mm avec un écart type de 1,55.

1. Corrélation de l'index ulnolunaire avec l'âge :

La distribution de l'index ulnolunaire en fonction de l'âge a montré une tendance à l'augmentation. Le coefficient de corrélation était de 0,19, fortement significatif (t-test, $p < 0,001$), confirmant une corrélation positive entre l'index ulnolunaire et l'âge (Fig 11). L'équation de régression linéaire présentée dans la figure était $y = -6,89 + 0,19 x$.

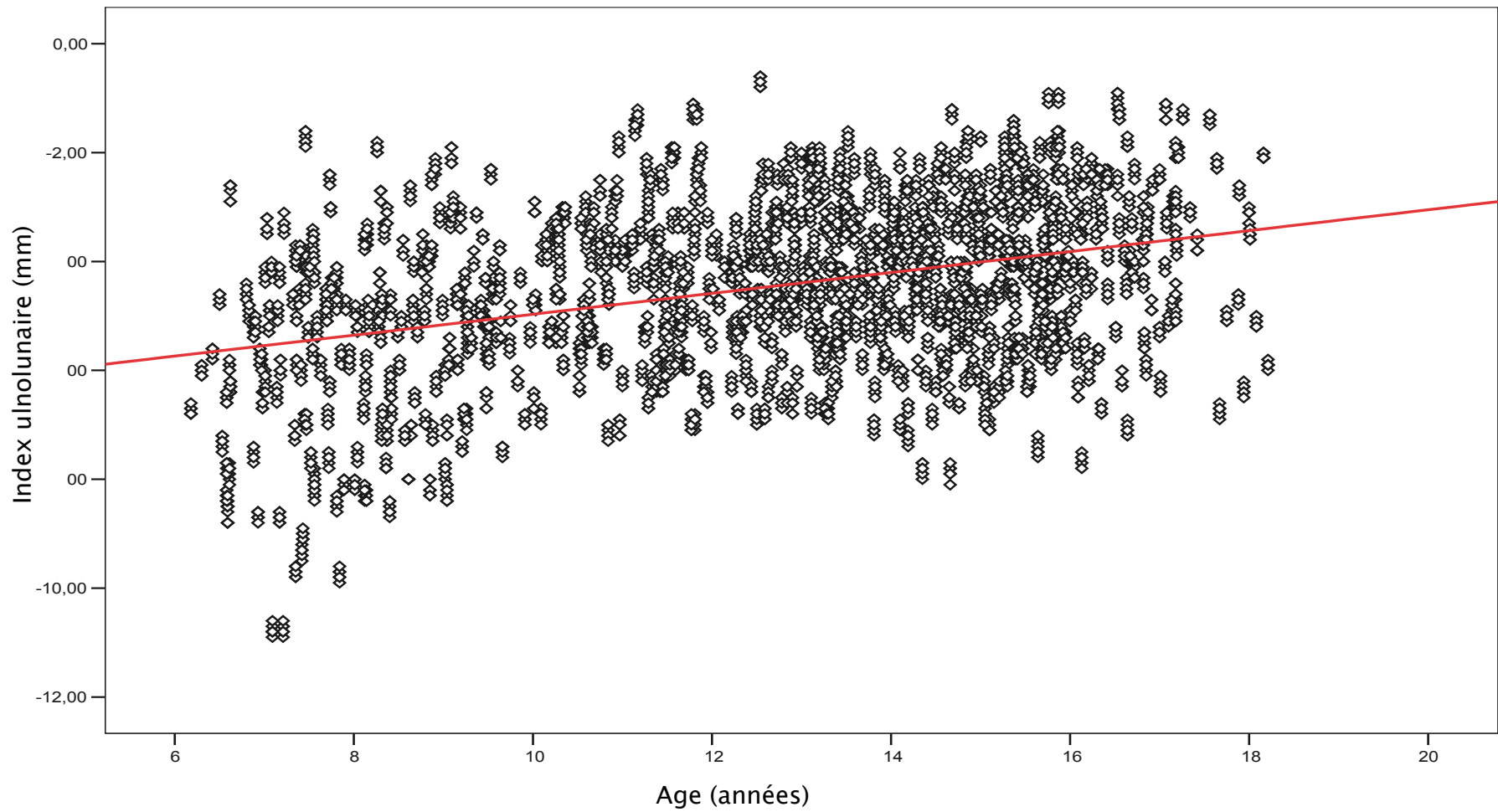


Figure 11 : Corrélation entre l'index ulnolunaire et l'âge sur les poignets de 935 enfants sains.

2. Corrélation avec le sexe :

Chez les sujets de sexe féminin, l'index ulnolunaire variait de - 8,80 à -0,6 mm. Sa moyenne globale était -4,02 mm avec 1,40 d'écart type.

Chez les sujets de sexe masculin, l'index ulnolunaire variait de -10,90 à -1,2 mm. Sa moyenne globale était 4,9 mm avec 1,57 d'écart type.

Le coefficient de corrélation entre l'index ulnolunaire et l'âge sur les poignets de sexe masculin était de 0,23 .Sur les poignets de sexe féminin, il était de 0,17. Ces deux coefficients étaient significatifs (t-test, $p < 0,001$), confirmant une corrélation positive entre l'index ulnolunaire et l'âge concernant les deux sexes (Fig12).

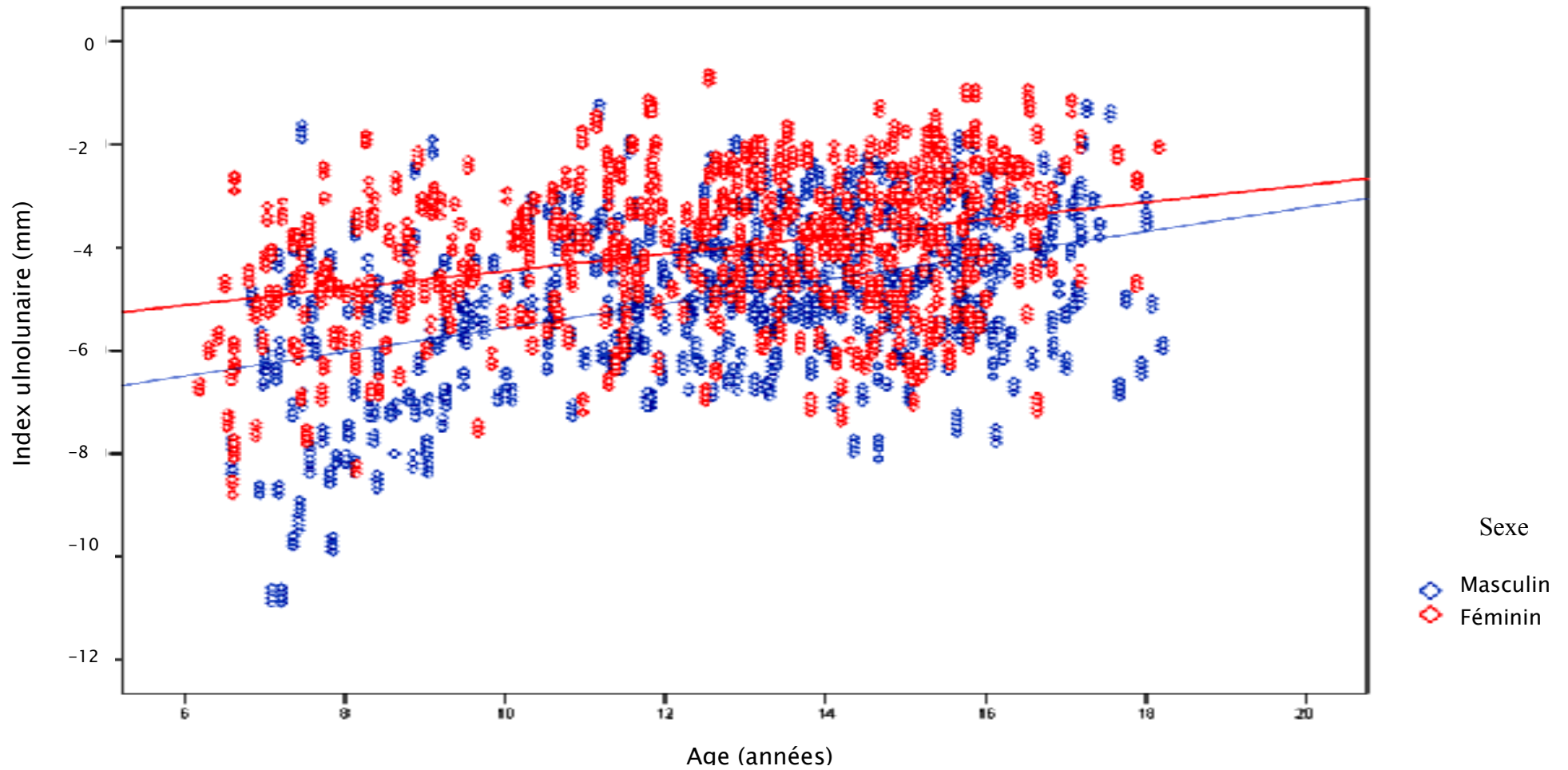


Figure 12: Corrélation entre l'index ulnolunaire et l'âge en fonction du sexe sur les poignets de 935 enfants sains.

La variance ulnaire et l'index ulnolunaire sont corrélés positivement avec l'âge, l'index ulnolunaire ayant un coefficient de corrélation plus important (Fig 13).

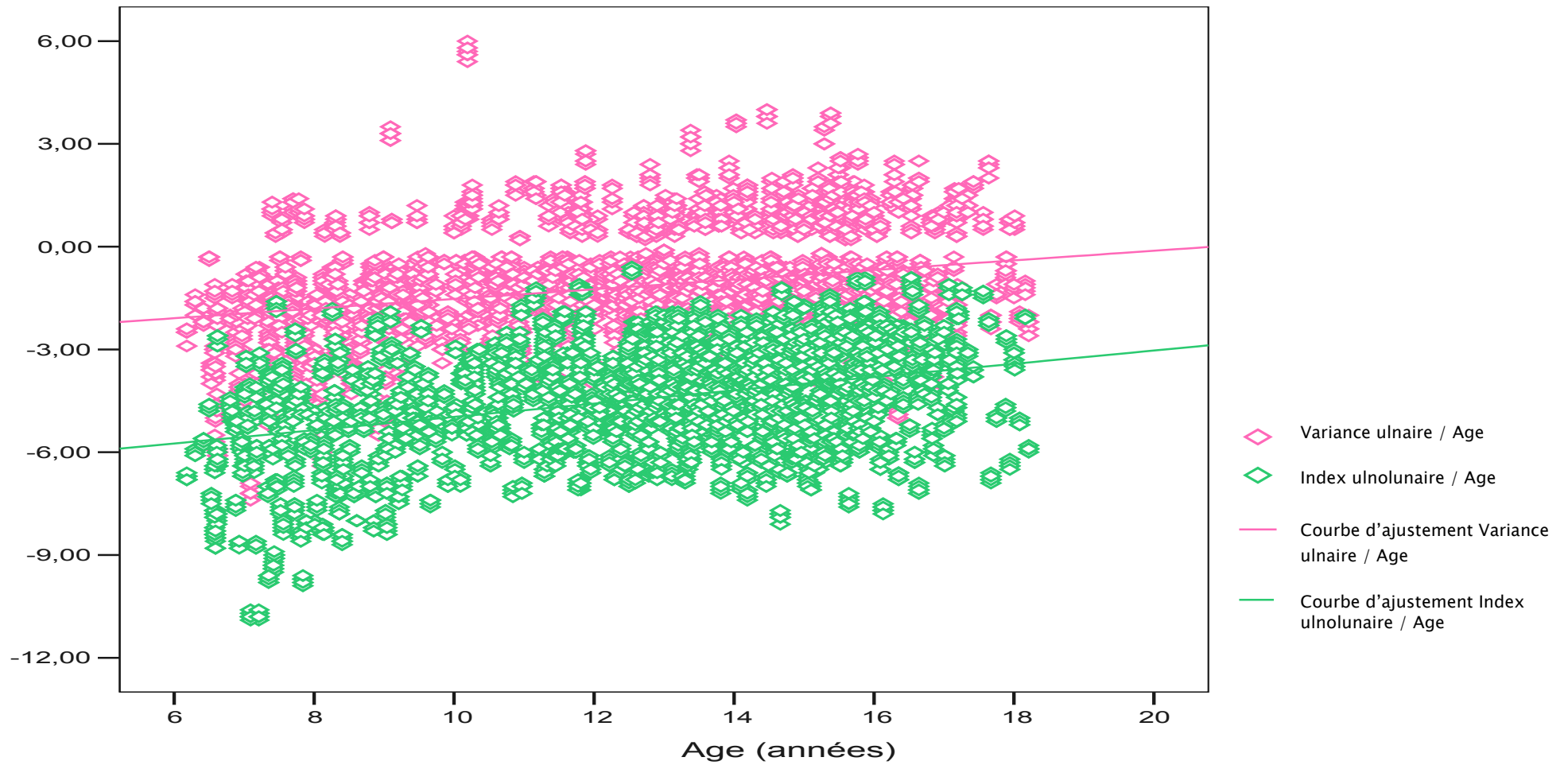


Figure 13a : Variance ulnaire et index ulnolunaire en fonction de l'âge (nuage de points)

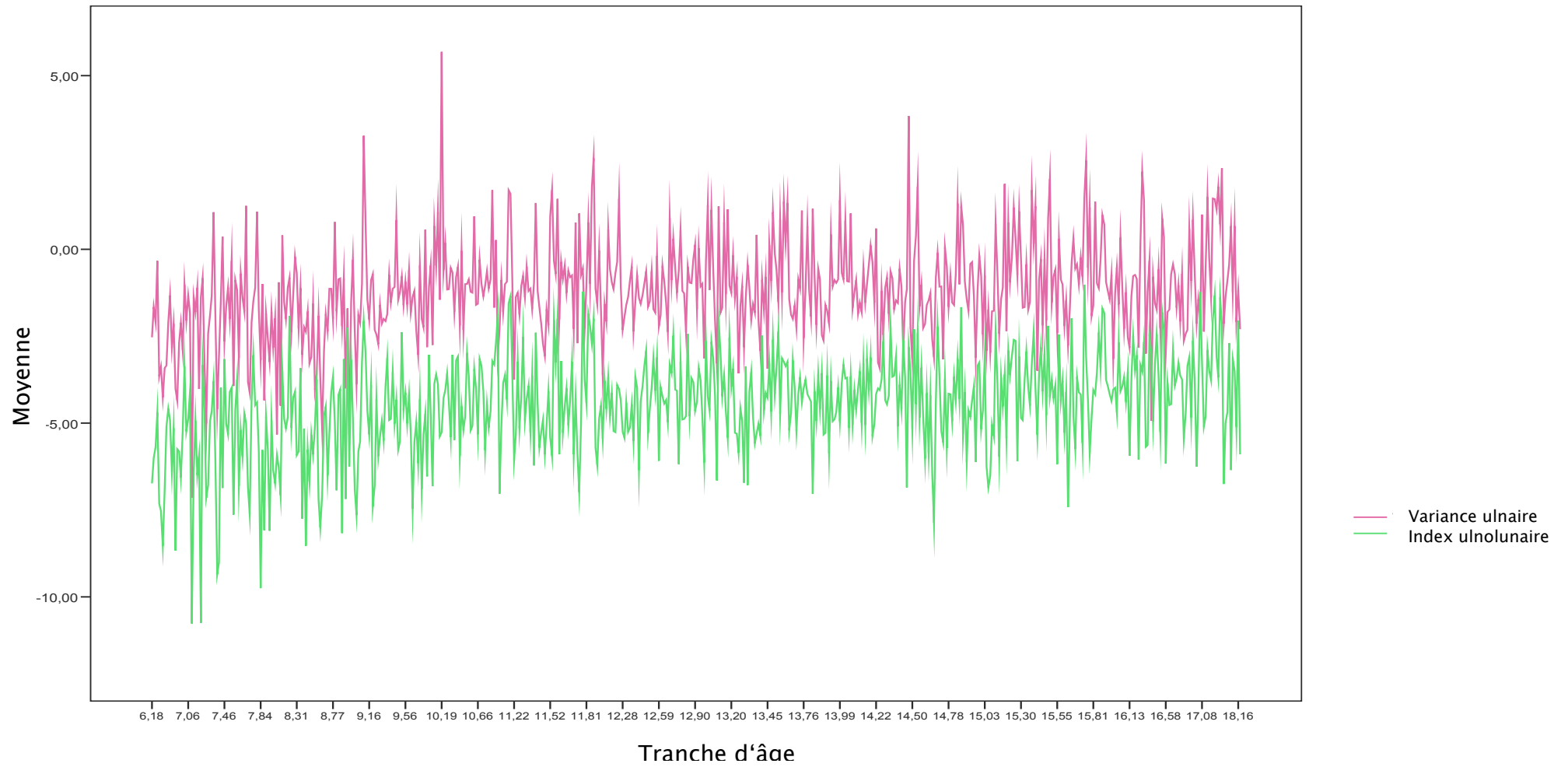


Figure 13b : Variance ulnaire et index ulnolunaire en fonction de l'âge (courbes)

III – CAS PARTICULIERS:

Au cours de l'analyse des données, on a remarqué qu'il y avait des sujets dont les valeurs de variance ulnaire s'écartaient des bornes de l'intervalle de confiance correspondant. (Fig 14)

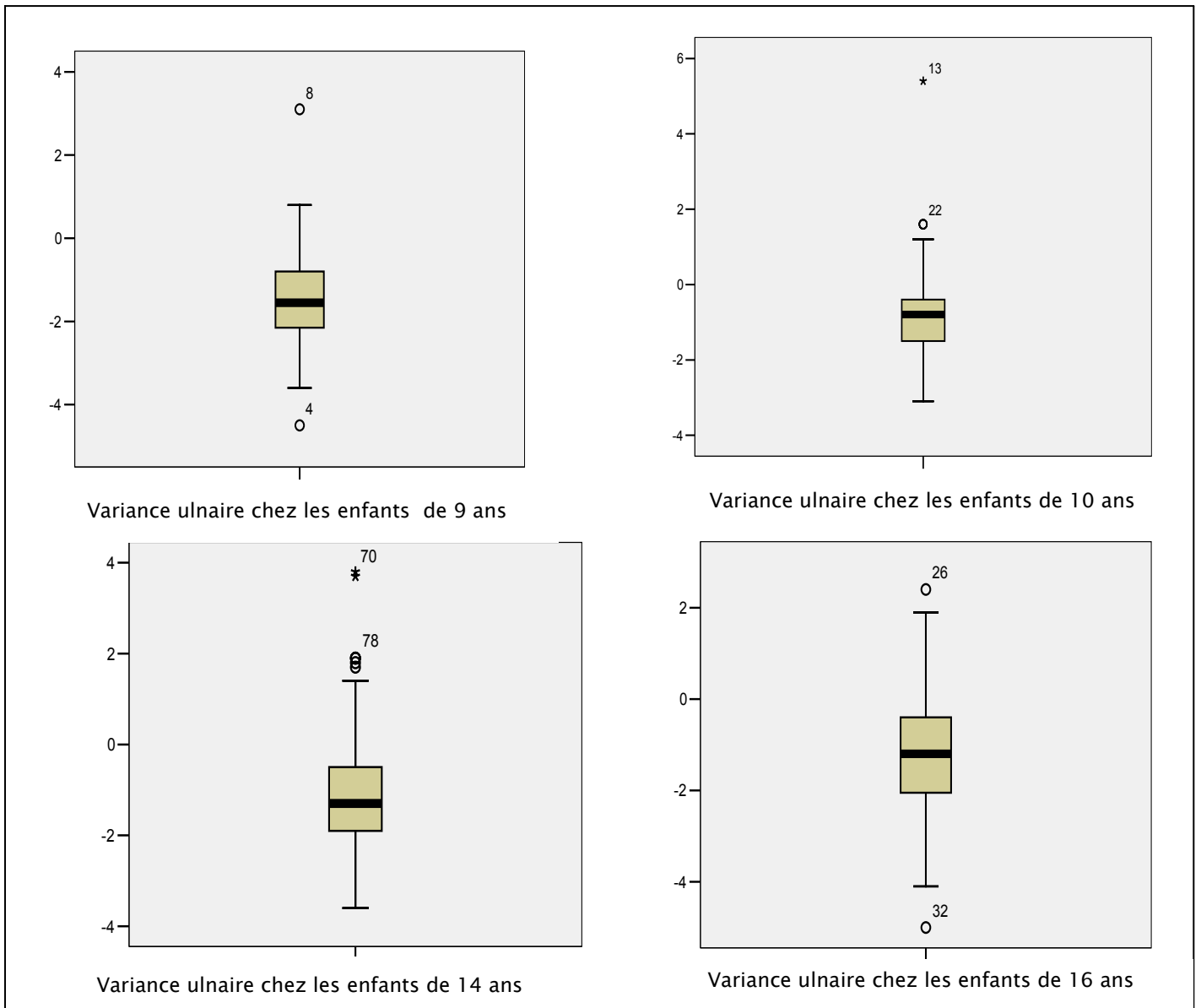


Figure 14 : Graphiques représentant des sujets avec des valeurs de variance ulnaire différentes aux groupes d'âge correspondants

Tableau récapitulatif des résultats :

Tableau I : Variance ulnaire en fonction des tranches d'âge

Age	Variance ulnaire					
	Intervalle de confiance (95%)					
	Moyenne	Borne inférieure	Borne supérieure	Ecart type	Minimum	Maximum
6	-2,88	-3,47	-2,29	140	-5,9	-0,3
7	-1,96	-2,35	-1,58	1,56	-7,4	1,1
8	-2,04	-2,45	-1,64	1,56	-6,2	0,8
9	-1,47	-1,8	-1,14	1,18	-4,5	3,1
10	-0,75	-1,09	0,42	1,32	-3,1	5,4
11	-0,86	-1,17	-0,55	1,37	-3,7	2,8
12	-1,06	-1,28	-0,84	1,08	-3,8	2,1
13	-0,95	-1,18	-0,71	1,29	-3,5	3
14	-0,96	-1,2	-0,72	1,41	-3,6	3,8
15	-0,76	-1,02	-0,5	1,54	-4,1	3,8
16	-1,1	-1,5	-0,72	1,56	-5	2,4
17	-2,55	-0,86	0,36	1,55	-2,5	2,5
18	-1,2	-2,61	0,21	1,13	-2,4	0,6

Tableau II : Index ulnolunaire en fonction des tranches d'âge

Index ulnolunaire						
Intervalle de confiance (95%)						
Age	Moyenne (mm)	Borne inférieure	Borne supérieure	Ecart type	Minimum	Maximum
6	-6,37	-6,98	-5,76	1,44	-8,7	-2,9
7	-5,6	-6,1	-5,1	2	-10,8	-1,6
8	-5,4	-5,82	-4,95	1,66	-8,4	-1,9
9	-5,08	-5,47	-4,7	1,35	-8,4	-2,1
10	-4,37	-4,68	-4,07	1,18	-7,2	-1,9
11	-4,34	-4,68	-3,98	1,52	-7,1	-1,1
12	-4,33	-4,58	-4,07	1,23	-7	-0,6
13	-4,18	-4,42	-3,95	1,27	-7,1	-1,8
14	-4,15	-4,37	-3,93	1,29	-8,1	-1,3
15	-4	-4,24	-3,76	1,43	-7,6	-1
16	-3,85	-4,21	-3,5	1,41	-7,7	-1,2
17	-3,64	-4,25	-3,02	1,54	-6,6	-1,2
18	-3,92	-5,74	-2,09	1,47	-5,8	-2,1

Variabilité inter et intra observateur :

On a évalué la variabilité intra et inter observateur à l'aide de l'analyse univariée pour les deux paramètres étudiés. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux paramètres étudiés. (Tableaux III et IV)

Tests des effets inter-sujets

Variable dépendante: VARIANCE ULNAIRE

Tableau III : Variabilité intra et inter observateur pour la variance ulnaire

Source	Signification
OBSERVATEUR	,510
MESURE	,977
OBSERVATEUR * MESURE	,985

Variable dépendante: INDEX ULNOLUNAIRE

Tableau IV : Variabilité intra et inter observateur pour l'index ulnolunaire

Source	Signification
OBSERVATEUR	,943
MESURE	,907
OBSERVATEUR * MESURE	,999

Tableau V : Récapitulatif des corrélations mises en évidence

		VARIANCE ULNAIRE	INDEX ULNOLUNAIRE	AGE	SEXE
VARIANCE ULNAIRE	Corrélation de Pearson	1	,541(**)	,275(**)	,189(**)
	Sig. (bilatérale)		,000	,000	,000
INDEX ULNOLUNAIRE	Corrélation de Pearson	,541(**)	1	,364(**)	,282(**)
	Sig. (bilatérale)	,000		,000	,000
AGE	Corrélation de Pearson	,275(**)	,364(**)	1	- ,028(*)
	Sig. (bilatérale)	,000	,000		,033
SEXE	Corrélation de Pearson	,189(**)	,282(**)	-,028(*)	1
	Sig. (bilatérale)	,000	,000	,033	

** La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

* La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).



DISCUSSION

La position relative du radius et de l'ulna distaux a été déterminée amplement chez l'adulte par plusieurs méthodes de mesure. Ces mesures ont été utilisées principalement dans l'évaluation de la maladie de Kienbock dans laquelle on observe un ulna relativement plus court. HULTEN (2) a utilisé les termes de variance ulnaire négative quand l'ulna distal est plus court que le radius, variance ulnaire neutre quand les deux surfaces articulaires distales sont au même niveau et variance ulnaire positive quand l'ulna distal dépasse le radius.

La maladie de Kienbock est rarement observée chez l'enfant, et les mesures faites dans l'étude de cette maladie se rapportent toutes à des patients adultes qui ont un processus de maturation osseuse terminé. D'un autre côté, il existe un certain nombre de pathologies pédiatriques avec un ulna court et où il serait plus qu'utile d'avoir des mesures standards. Les normes de l'adulte ne peuvent être utilisées à cause de la différence d'ossification des épiphyses. Un ulna court peut être rencontré dans plusieurs pathologies infantiles notamment maladie de Still, l'exostose multiple héréditaire, subluxation carpo-ulnaire et certaines connectivites (3, 4, 5).

I- LES METHODES DE MESURE DE LA VARIANCE ULNAIRE :

Plusieurs méthodes de mesure de la variance ulnaire ont été décrites, cependant aucune n'est acceptée par tous. Trois techniques, la projection d'une ligne, les cercles concentriques et la méthode des perpendiculaires, sont les plus communément utilisées.

Les trois méthodes décrites pour mesurer la variance ulnaire sont :

- La plus ancienne consiste à tracer une horizontale perpendiculaire à l'axe du radius à partir du bord ulnaire de l'extrémité distale du radius. La distance entre cette ligne et le bord distal du cubitus représente la variance ulnaire (Fig 15a).

- Une perpendiculaire à l'axe du radius est tracée à partir du point où il croise l'extrémité distale de cet os. La distance entre cette ligne et l'extrémité distale de cubitus est mesurée (Fig 15b).

- Un cercle est tracé passant au plus près du contour de l'extrémité du radius. Un modèle est placé sur la radiographie portant sur des cercles concentriques à ce cercle. La distance entre le 1^{er} cercle et le cortex distal du cubitus est mesurée (Fig 15c).

Toutes ont un grand degré de fiabilité intra et inter observateur, mais la méthode des perpendiculaires reste la plus fiable. On a utilisé dans notre étude la méthode linéaire pour sa précision, sa reproductibilité et sa simplicité. Elle est facilement utilisable en pratique quotidienne.

CURTIS (6) a noté que les différences des résultats reflètent probablement les différentes interprétations de la position exacte des points de repères anatomiques utilisés comme référence indiquée par les méthodes de mesures.

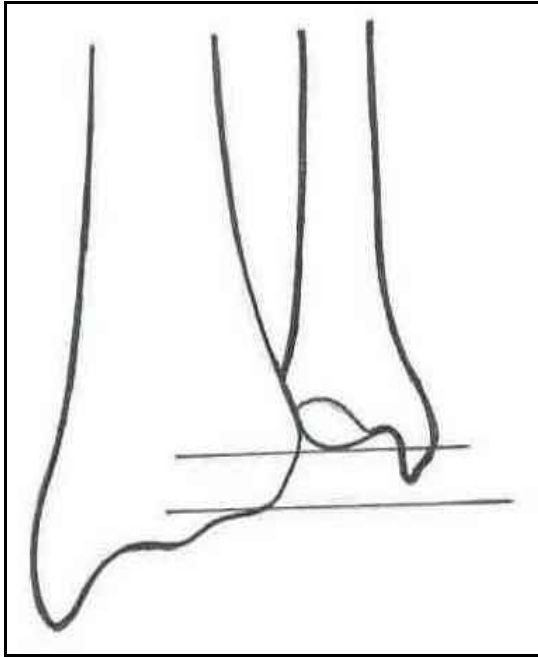


Figure 15 a : Méthode linéaire

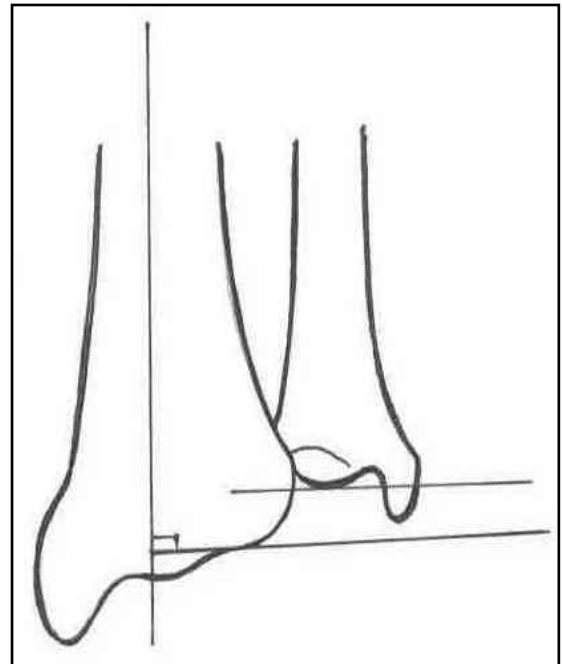


Figure 15 b : Méthode des perpendiculaires

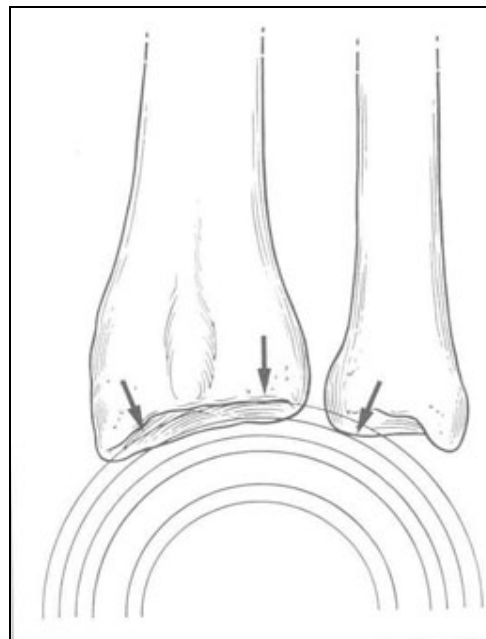


Figure 15 c : Méthode des cercles concentriques

Figure 15 : Les différentes méthodes de mesure de la variance ulnaire

II-LA POSITION DU POIGNET ET LA VARIABILITE DE LA VARIANCE

ULNAIRE :

La variance ulnaire dépend de la position du coude et de la rotation de l'avant bras varie en conséquence avec la position du poignet lors de la prise de radiographie. PALMER (1) avait suggéré qu'une flexion à 90° du coude et une abduction de l'épaule avec une rotation neutre de l'avant bras et la main reposant par sa face palmaire sur la plaque devrait être la position standard pour la radiographie du poignet. Ceci permettrait un déroulement du radius distal et de la tête de l'ulna pour effectuer les mesures de la variance ulnaire.

EPNER (7), par une étude cadavérique, avait montré que la variance ulnaire diminuait avec le changement du degré de rotation de l'avant bras de la pronation à la supination. Il a observé qu'une déviation radiale du poignet avec un avant bras en supination augmente la variance ulnaire négative de 0,20mm ; Une déviation ulnaire a l'effet inverse. Car les mesures de la variance ulnaire varient avec la position de l'avant bras, il a été recommandé que l'évaluation de ce paramètre devrait se faire sur une radiographie du poignet en postéro-antérieur avec l'avant bras en rotation neutre.

En effet, la pronation (8, 9) augmente la longueur apparente du cubitus et la supination la diminue. Des petites modifications sont aussi apportées par la position du coude en flexion ou en extension et par la position de l'épaule. En 1984, la 39ème réunion de la société américaine de chirurgie de la main (10) a insisté sur la variabilité de l'index radio-ulnaire inférieur dans la position en pronation et supination du poignet, la flexion ou l'extension du coude suivant les rayons incidents.

La symétrie de la variance ulnaire, abordée dans la littérature par GELBERMAN (11) qui a trouvé une différence significative après l'examen de 419 volontaires normaux ; FRIBERG et LUNDSTROM (12) ont trouvé une différence de 0,7mm après l'examen de 10 radiographies bilatérales ; TSUGE et NAKAMURA (13) n'ont pas trouvé de différence significative ainsi que

GOTO et KOBAYASHI (14) après l'examen de 50 femmes et 50 hommes volontaires. SCHUIND et coll (15, 16, 17) ont trouvé –après l'étude sur 120 poignets– une variance ulnaire moyenne de – 0,9 mm.

D'un autre côté, FRIEDMAN et coll (18, 19, 20) ont montré une augmentation de la variance ulnaire avec la charge de 1,9 mm. SCHUIND et coll (15, 16) ont montré sur 15 sujets l'augmentation de la variance ulnaire de 0,9mm avec une prise maximale. FRIEDMAN et coll (18, 19, 20) ont eux trouvé une différence d'1mm entre la droite et la gauche. Un changement de la variance ulnaire de ≤ 1 mm peut altérer les caractéristiques de la mécanique de transfert des pressions de 25%.

Le serrage des doigts et la pronation associée sont cause d'une translation proximale du radius par rapport à l'ulna, entraînant un accroissement positif statistiquement significatif de cette variance ulnaire.

D'où la nécessité de standardiser la position de prise des radiographies pour pouvoir comparer les résultats.

III- L'ANALYSE DE LA VARIANCE ULNAIRE EN FONCTION DE L'AGE :

Chez l'adulte, la variance ulnaire a été étudiée par plusieurs auteurs. HULTEN (2), en 1928, a examiné 400 radiographies de poignet de suédois pour déterminer des normes de la variance ulnaire. Ces observations ont révélé 22,8% de variance ulnaire négative, 60,7% de variance ulnaire neutre et 16,7% de variance ulnaire positive. CHAN et HUANG (21) en 1971 ont étudié 400 poignets au sein de la population chinoise. Leur étude a montré 10% de variance ulnaire négative, 41,8% de variance ulnaire neutre, 48,2% de variance ulnaire positive.

GELBERMAN et ses coll (11) en 1975 ont examiné 419 personnes de race noire et 476 personnes de race blanche et ont trouvé 21% de variance ulnaire négative, 26,2% de variance ulnaire neutre et 52,8% de variance ulnaire positive au sein de la population noire et 29,2% de variance ulnaire négative, 31% de variance ulnaire neutre et 39,8% de variance ulnaire positive au sein de la population blanche.

Les études de HULTEN (2) et CHAN et HUANG (21) reposaient sur une technique de mesure peu décrite. Dans l'étude de Hulten en particulier, des cas post traumatiques et d'autres avec de sévères déformations étaient inclus, ce qui aurait pu interférer avec les résultats. En 1986, l'étude de TORNVALL et coll (22, 23) a comporté l'examen de 50 poignets sans antécédents pathologiques et a trouvé 32% de variance ulnaire négative, 28% de variance ulnaire neutre et 40% de variance ulnaire positive.

SANDERSON (24) a présenté une variance ulnaire en moyenne négative dans la population anglaise ; Cependant NAKAMURA (25, 26, 27) avait trouvé une variance ulnaire en moyenne positive. Toutefois, au niveau de ces deux populations, une tendance significative vers la positivité avec l'augmentation progressive de l'âge a été retrouvée.

Les principaux éléments de stabilité de l'articulation radio-ulnaire distale sont le complexe triangulaire fibrocartilagineux et la membrane interosseuse (Fig 16). Le TFCC est une structure triangulaire, biconcave interposée entre la tête de l'ulna, le lunatum et le triquetrum (28, 29, 30). Il naît du bord ulnaire du radius et prend son insertion ulnaire sur la fovéa. Il se dirige ensuite distalement vers le lunatum, le triquetrum, l'hamatum et la base du 5ème métacarpien. La partie principale du TFCC qui s'interpose entre le carpe et la tête ulnaire, a une forme triangulaire et se divise en trois parties :

- Deux renforcements antérieur et postérieur qui ont un rôle dans la stabilité de l'articulation radio ulnaire distale.
- Une zone centrale, mal vascularisée, qui n'intervient que dans les phénomènes d'amortissement et de transmission des contraintes entre le carpe et la tête ulnaire.

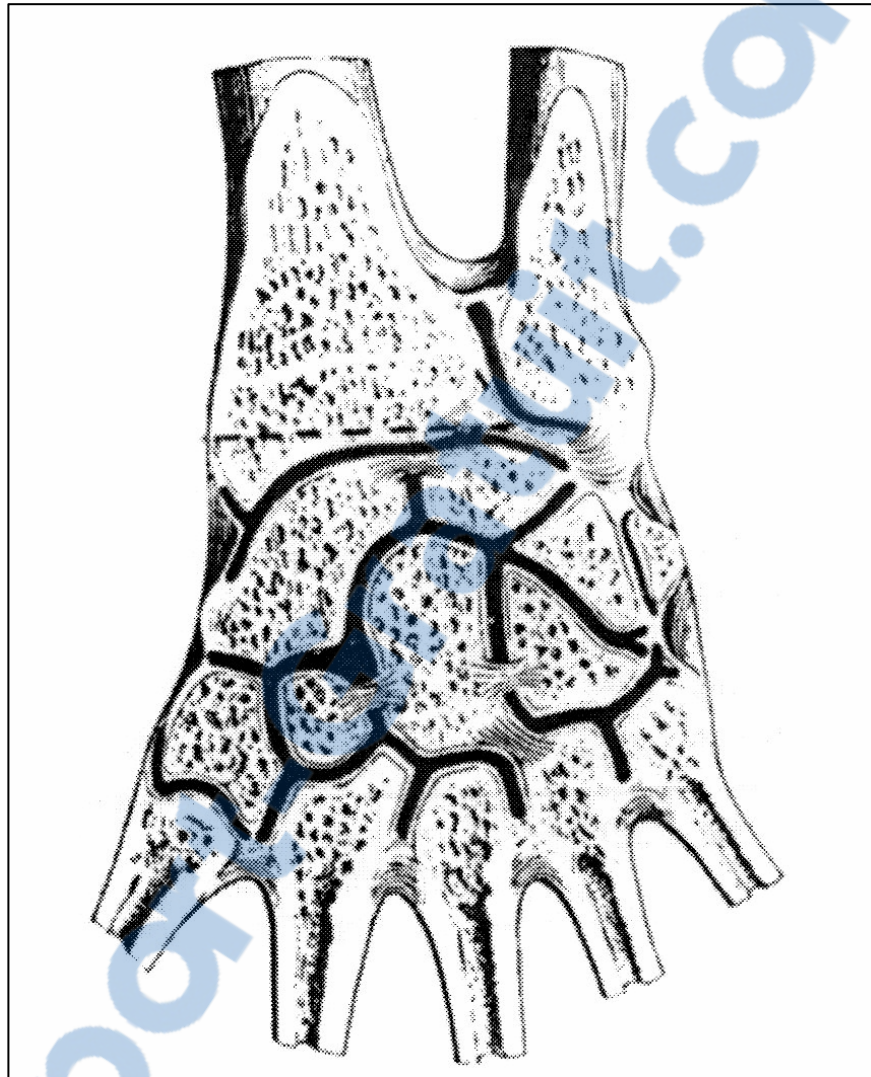


Figure 16 : Coupe du poignet passant par l'articulation radio ulnaire distale

L'existence d'un équilibre entre la longueur de l'ulna et l'épaisseur du TFCC explique que la répartition des contraintes entre radius et ulna soit approximativement identique pour la majorité des individus. Cependant, la moindre modification de la longueur entre radius et ulna modifie considérablement les contraintes.

La tendance à l'allongement de l'ulna par rapport au radius en fonction de l'âge comme l'ont montré NAKAMURA (25) et SANDERSON (24) peut aboutir à la création d'un conflit principalement avec la partie ulnaire du lunatum.

PALMER et WERNER (26, 28) avaient étudié les variations de la pression à la jonction ulnolunaire. Ils ont rapporté que l'allongement de l'ulna produit une augmentation dramatique de la pression au niveau ulnolunaire.

UCHIYAMA et TERAYAMA (31, 32), après l'étude de radiographies du poignet avec variance ulnaire positive sur une période supérieure à 10 ans, ont conclu que la variance ulnaire positive provoque une progression des modifications dégénératives du poignet.

D'autres études radio-anatomiques sur le cadavre des sujets âgés ont montré que la variance ulnaire plus est corrélée significativement aux lésions dégénératives du poignet : perforation du TFCC, lésions du lunatum ainsi du ligament interosseux luno-triquetral.

Il ressort de tous les travaux cités ci-dessus que l'étude de la variance ulnaire est capitale pour diagnostiquer et prédire l'évolution vers un conflit ulnolunaire, qu'il soit d'origine traumatique ou dégénérative.

Chez l'embryon, à partir du 25ème jour de gestation, l'extrémité du membre supérieur apparaît. Vers le 35ème jour, la condensation mésenchymale des futurs os du carpe est vue. Pendant le développement fœtal, l'ulna semble se rétracter du carpe. C'est au cours de cette période que KAUER (33) n'a trouvé qu'une variance ulnaire négative. Aussi SANDERSON et coll (24) ont montré que la croissance pourrait avoir un effet sur la longueur de l'ulna dont résulterait une évolution vers une variance ulnaire positive.

L'étude de KIM et Coll (34) a porté sur l'évaluation de la variance ulnaire chez 28 fœtus. Une tendance à l'inversion a été retrouvée avec 46% de variance ulnaire négative et 54% de variance ulnaire neutre, aucun spécimen ayant une variance ulnaire positive n'a été retrouvé. Pendant la croissance fœtale entre 5 et 20 semaines, il y a un changement de la variance ulnaire de négative à une variance ulnaire plus neutre. Ils ont postulé que cette tendance continue durant la croissance ultérieure puisque la répartition de la variance ulnaire chez l'adulte est faite de plus de variance ulnaire positive.

Chez l'enfant, HAFNER (3) a décrit une méthode de mesure de la variance chez l'enfant en utilisant les métaphyses distales du radius et de l'ulna comme repère. Il a établi des standards chez une population de 535 enfants américains sains à partir de 1,5 à 15,5 ans. Il a trouvé ainsi un changement minime de la variance ulnaire avec l'âge avec un index de corrélation égal à 0,15. Dans notre étude, nous avons montré qu'il y a une corrélation significative entre la variance ulnaire et l'âge avec un index de corrélation égal à 0,146. Cette corrélation varie avec le sexe avec un index plus important chez les garçons. La variance ulnaire est donc négative chez les sujets les plus jeunes et devient progressivement positive avec l'âge croissant. On a présenté une variance ulnaire en moyenne négative dans la population marocaine ; Cependant HAFNER (3) avait trouvé une variance ulnaire en moyenne plus positive chez les enfants américains. Toutefois, au niveau de ces deux populations, une tendance significative vers la positivité avec l'augmentation progressive de l'âge a été retrouvée.

NAKAMURA (25) n'a pas fourni d'explication à ce changement de la variance ulnaire avec l'âge. SANDERSON (24) l'a expliquée par une différence du taux de croissance du radius et de l'ulna distaux et à une diminution de la hauteur de l'interligne articulaire radio humérale. O'BRIEN (35) a déclaré que l'épiphyse distale de l'ulna contribuait à 80% de la croissance alors que celle du radius ne contribuait que par 75%. Les deux épiphyses se ferment vers l'âge de 20 ans.

Notre explication est que ceci serait dû à une augmentation de la courbure du radius sous l'action des forces axiales, et qui serait favorisé par un relâchement de l'IOM favorisée par l'âge. Cette augmentation de courbure du radius entraînera donc son raccourcissement par rapport à l'ulna.

Autre qu'établir des normes de la variance ulnaire au niveau d'une population d'enfants marocaine, notre but est d'essayer de déceler des signes qui pourraient prédire une évolution pathologique à un âge plus avancé. On a effectivement trouvé quelques sujets dont les valeurs de variance ulnaire s'écartaient des bornes de l'intervalle de confiance correspondant (Fig14). Ces sujets ont certes des valeurs qui s'écartent des normes mais est ce que ceux avec une variance ulnaire plus négative évolueront vers une maladie de Kienbock à l'âge adulte ? Est-ce que ceux avec une variance ulnaire plus positive développeront des perforations du TFCC ou un syndrome d'impaction ulnaire à un âge plus avancé ?

On ne pourra confirmer ou infirmer cela qu'avec une étude comportant un suivi à long terme de ces sujets hors normes.

IV- L'ANALYSE DE LA VARIANCE ULNAIRE EN FONCTION DU SEXE :

Chez l'adulte, l'influence du sexe sur la variance ulnaire n'a été étudiée que par NAKAMURA et coll en 1991. Son étude a montré un index de corrélation de la variance ulnaire avec l'âge comparable chez les hommes et les femmes. De même, ils ont trouvé que les moyennes de variance ulnaire chez les hommes étaient inférieures à celles retrouvées chez le groupe des femmes ; Cette différence étant statistiquement significative.

La seule étude menée chez des enfants sains était par Hafner (3) aux Etats-Unis. Leur objectif était de déterminer des standards de variance ulnaire chez l'enfant. Ils n'avaient pas étudié la modification de la variance ulnaire en fonction du sexe.

Dans notre étude, on a trouvé que le coefficient de corrélation entre la variance ulnaire et l'âge était plus important chez les enfants de sexe masculin.

V- L'INTERET DE L'IUL :

Les variations de la variance ulnaire étant faibles, sur un paramètre ayant par ailleurs une petite valeur absolue, ce qui peut présenter une gêne dans l'analyse de la modification évolutive de ce paramètre. Nous avons alors créé l'index ulnolunaire qui a l'avantage d'une valeur absolue plus importante, facilement mesurable.

Cet index nous a permis de conforter les mesures effectuées sur la VU. Pour obtenir une concordance entre ces deux paramètres, nous avons affecté à l'IUL une négativité ou une positivité, selon la hauteur de la tête de l'ulna par rapport au pôle proximal du lunatum.

La mesure de l'IUL est intéressante pour deux raisons pratiques principales :

- C'est un instrument de mesure supplémentaire qui permet d'évaluer directement les rapports ulnolunaires sur la radiographie du poignet de profil à la différence de la variance ulnaire qui est mesurée sur une incidence de face;
- Après une fracture de l'extrémité distale du radius, qui modifie l'orientation de la glène radiale et rend la mesure de la variance ulnaire erronée, la mesure de l'IULP qui ne tient compte que de l'ulna et du lunatum permettrait d'évaluer indirectement l'impaction axiale de l'épiphyse radiale, ce qui conduirait à une thérapeutique adaptée.

La valeur moyenne de l'IUL tourne autour de $-4,45$ mm. La majorité des sujets ont un IUL compris entre -3 et -5 mm.

CONCLUSION

La variance ulnaire se modifie avec l'âge chez les enfants marocains suivant la même tendance que les enfants américains. Cependant, on a trouvé une variance ulnaire en moyenne négative dans la population marocaine en comparaison avec une variance ulnaire en moyenne positive au sein de la population d'enfants américains. Sa valeur moyenne est autour de -1,1mm.

La mesure de l'index ulnolunaire est très corrélée avec celle de la variance ulnaire et serait très utile pour évaluer l'impaction axiale de l'épiphyse radiale au cours des fractures du radius distal car la modification de l'inclinaison de la glène radiale donne des résultats erronés concernant la variance ulnaire et aussi pour apprécier les lésions du TFCC et le conflit ulnolunaire. Elle est effectuée sur la radiographie du poignet de profil et constitue un instrument de mesure supplémentaire. Sa valeur moyenne tourne autour de -4mm.

RESUMES

RESUME

Ce travail prospectif a concerné l'évaluation de la variance ulnaire sur la radiographie du poignet de face et de l'index ulnolunaire sur la radiographie de profil chez les enfants. Cet index mesure la hauteur de l'espace formé par les tangentes à la tête ulnaire et au lunatum. Les radiographies ont été effectuées sur 935 enfants qui n'avaient aucun antécédant pathologique au poignet concerné. Les sujets se répartissaient en 488 filles et en 447 garçons. Leur âge variait entre 6 ans et 18 ans avec une moyenne de 12,6 ans.

La variance ulnaire variait de $-7,40$ à $+6$ mm, sa moyenne était de $-1,13$ mm. L'index ulnolunaire variait de $-10,90$ à $-0,6$ mm, sa moyenne était de $-4,45$ mm. Les distributions de mesure en fonction de l'âge ont montré une tendance à l'inversion des deux indices mesurés.

Notre explication est que ceci serait dû à une augmentation de la courbure du radius et qui serait favorisé par un relâchement de la membrane interosseuse favorisée par l'âge. Cette augmentation de courbure du radius entraînerait donc son raccourcissement par rapport à l'ulna. La variance ulnaire se modifie avec l'âge chez les enfants marocains suivant la même tendance que les enfants américains. Cependant, on a trouvé une variance ulnaire en moyenne négative dans la population marocaine en comparaison avec une variance ulnaire en moyenne positive au sein de la population d'enfants américains.

La mesure de l'index ulnolunaire serait très utile pour évaluer l'impaction axiale de l'épiphyse radiale au cours des fractures du radius distal car la modification de l'inclinaison de la glène radiale donne des résultats erronés concernant la variance ulnaire et aussi pour apprécier les lésions du TFCC et le conflit ulnolunaire.

SUMMARY

This prospective thesis undertook the evaluation of ulnar variance based on posteroanterior wrist radiographs and ulnolunar index on side wrist radiographs in children. This index measures the height of the space formed by tangents at ulnar head and lunatum. The radiographs were performed on 935 child with no pathological background in the wrist concerned. There were 488 girls and 447 boys. Their age ranged from 6 et 18 years with an average of 12,6 years.

Ulnar variance was between $-7,40$ and $+ 6$ mm, the average was $-1,13$ mm. Ulnolunar index was between $-10,90$ and $-0,6$ mm, the average was $-4,45$ mm. Measurement's distribution to age showed tendency towards the two measured inversion.

This can be explained by the increase in the radius curve due to axial forces. Ulnar variance modify with age along with the same tendency in both american and moroccan children, but our population tends to have- in the average- more negative ulnar variance than the american one. Ulnar variance and ulnolunar index vary in the same direction, however, the correlation coefficient with age was more important for ulnolunar index.

The measure of the ulnolunar index is very important when evaluating the impaction of the radial epiphysis in case of distal radius fractures because the radial epiphysis incline modification leads to erroneous results in ulnar variance. It can also be a useful tool to appreciate TFCC injuries and ulnolunar conflict.

ملخص

يتناول هذا البحث المستقبلي بالدراسة تقييم التباين الزندي من خلال دراسة الصور الإشعاعية التي أخذت لليد و كذا تقييم سيماء المعامل الزندي الهلالي الذي يقيس المسافة التي تفصل المماسات المارة على مستوى الرأس العظمي الإسفيني في رسغ اليد و على مستوى العظم الهلالي. و قد شملت الدراسة 935 أطفال دون تاريخ مرضي بالنسبة لليد المدروسة. شكلت الفتيات 488 حالة في حين بلغ عدد الفتيان 447 عنصرا. تتراوح أعمارهم بين 6 و18 سنة.

و قد خلصت الدراسة إلى أن التباين الزندي يتراوح ما بين 7,40- و 6+ ملم و معدل 1,13- ملم في حين تراوح تباين المعامل الزندي الهلالي ما بين 10,9- و 0,6- ملم مع معدل يساوي 4,45- ملم. و قد خلص توزيع القياسات و علاقته بالسن ميلا إلى قلب المعاملات التي تم قياسها. تغير التباين الزندي مع السن عند الأطفال المغاربة و الأطفال الأمريكيين يأخذ نفس المنحى إلا أن التباين الزندي عند الأطفال المغاربة له معدل سلبي مقارنة مع الأمريكيين. كما أن اختلافات التباين الزندي و المعامل الزندي الهلالي أخذت نفس المنحى.

و تتجلى أهمية قياس المعامل الزندي الهلالي في اعتباره وسيلة تقييم إضافية للنزاع الزندي الهلالي فضلا عن كونه أحد المعاملات المهمة بالدراسة في حالة حدوث كسر على مستوى الطرف البعيد لعظم الكعبرة لأن قياس التباين الزندي يكون حينئذ خاطئا نتيجة تغيير ميل المشاشة الكعبرية.

BIBLIOGRAPHIE

1. **PALMER Andrew K., GLISSON Richard R., WENER Frederick W.**
Ulnar variance determination
1982 / J. Hand surg. Vol 7 No 4 376-379

2. **HULTEN O.**
Uber anatomische variationen der hand gelenkknochen
Acta radiol scandinavica, 1928, 9, 155-168

3. **HAFNER R., POZNANASKI AK. , DONOVAN JM.**
Ulnar variance in children—standard measurements for evaluation of ulnar shortening in juvenile rheumatoid arthritis, hereditary multiple exostoses and other bone or joint disorders in childhood
Skeletal radiology 1: 513-516, 1989

4. **PRITCHETT JW**
Lengthening of the ulna in patients with hereditary multiple exostoses.
1986 / J Bone Joint Surg [Br] 68 : 561

5. **TRUCKENBRODT H, HAFNER R,**
Wachstumsstorungen bei juvenile chronischer Arthritis
Chirurgie- Orthop 34: 247

6. **CURTIS M. Steyers and William F.BLAIR**
Measuring ulnar variance: A comparison of techniques
Sept. 30, 1988 / J Hand surg 607-612

7. **EPNER R. A., BOWERS W.H. and GUILFORD, W. B.**
Ulnar variance – The effect of wrist positioning and roentgen filming technique.
J Hand Surg 7: 3: 298 – 305

8. **YEH GEORGE L., BEREDJIKLIAN PEDRO K., KATZ MARK A., STEINBERG DAVID R.,
BOZENTKA DAVID J.**
Effects of forearm rotation on the clinical evaluation of ulnar variance
2001 / J Hand Surg 26A: 1042 – 1046

9. **TOMAINO Matthew M.**
The importance of pronated grip X-ray view in evaluating ulnar variance
2000 / J Hand Surg 25A: 352–357

10. **La 39ème réunion de la société américaine de chirurgie de la main**
Atlanta, février 1984.
8111. Annales de chirurgie de la main. 1985, 4, 1.– 75–80.

11. **GELBERMAN, R. H., SALAMON P.B., JURIST J.M. AND POSCH J.L.**
Ulnar variance in Kienbock disease
J Bone Joint Surg, 57 A: 674–676

12. **FRIEBERG S., LUNDSTROM B.**
Radiographic measurements of the radiocarpal joint in normal adults.
Acta Radiol Diagn 17: 249–256. 1976

- 13. TSUGE S., NAKAMURA R.**
Anatomical risk factors for Kienbock disease
J Hand Surg. 18B: 70-75, 1993
- 14. GOTO M., KOBAYASHI A.**
Aging and ulnar variance: features of the elbow joint affecting positive variance
Tokyo, springer-verlag 57-59, 1992
- 15. SCHUIND FA, ALEMZADEH S , STALLENBERG B , BURNY F**
Does the normal controlateral wrist provide the best reference for x-ray film measurements of the pathologic wrist?
J Hand Surg. 21A: 24-30, 1996
- 16. FREDMANN DOUGLAS M., EDWARDS GEORGE S., WILLEMS MATTHEW J., MEALS ROY A.**
Right versus left symmetry of ulnar variance: a radiographic assessment
1998 / Clinical Orthop related research Number 354, 153 - 158
- 17. SCHUIND FA. , LINSCHIED RL. , AN K-N. , CHAO EYS**
A normal data base of posteroanterior roentgenographic measurements of the wrist
J Bone Joint Surg 74A: 1418-1429, 1992
- 18. FRIEDMAN STEVEN L., PALMER ANDREW K., SHORT WALTER H., HALPERIN LAWRENCE S.**
The change in ulnar variance with grip
1993 / J Hand Surg 18A: 713-716

- 19. SONMEZ M., TURAÇLAR U.T., TAS F., SABANCIÖGÜLLARI V.**
Variation of the ulnar variance with powerful grip
2002 / Surg Radiol Anat 24: 209-11
- 20. JUNG J.M., BAEK G.H., KIM J.H., LEE Y.H., CHUNG M.S.**
Changes in ulnar variance in relation to forearm rotation and grip
2001 / J Bone Joint Surg 83-B: 1029-33
- 21. CHAN, K. P. AND HUANG P.**
Anatomic variations in radial and ulnar lengths in the wrists of Chinese
Clinical orthop Related Research, 80: 17-20 /1971
- 22. TORNVALL AH. , HAGERT CG. , IRSTAM L.**
Radiologic examination and measurement of the wrist and radio-ulnar joint
Acta radiol Diagn 1986, 27: 581- 588
- 23. SCHUURMAN A.H. , MAAS M. , DIJKSTRA P.F. , KAUER J.M.G**
Ulnar variance and the shape of lunate bone: A radiological investigation
2001 / Acta orthop Belg, vol 67 5 464-467
- 24. SANDERSON P.L., CAMERON I.C., HOLT G.R., STANLEY D.**
Ulnar variance and age
1997 / J Hand Surg 22B: 1: 21-24
- 25. NAKAMURA R., TANAKA Y., IMAEDA T., MIURA T.**
The influence of age and sex on ulnar variance
1991 / J Hand Surg 16 B: 84-88

26. PALMER ANDREW K., WERNER FREDERICK W.

The triangular fibrocartilage complex of the wrist: Anatomy and function.

Journal of hand surgery / 1981; 6; 153-162

1982 / *J Hand Surg Vol 7 No 4 376-379*

27. SCHUURMAN A.H. , MAAS M. , DIJKSTRA P.F. , KAUER J.M.G

Assessment of ulnar variance: a radiological investigation in a Dutch population

15 Sept 2001 / *Skeletal Radiol 30:633-638*

28. WERNER F. , MURPHY D. , PALMER A. ,

Pressures in the distal radioulnar joint: effect of surgical procedures used for Kienbock disease

J Orthop Research, 1989, 7, 445- 450

29. YOSHIOKA HIROSHI , TANAKA TOSHIKAZU , WEISSMAN BARBARA

Study of ulnar variance with high resolution MRI: Correlation with triangular fibrocartilage complex and cartilage of ulnar side of wrist

2007 / *J Magnetic Resonance Imaging 26: 714 -719*

30. De SMET L.

Ulnar variance: facts and fiction Review article

1994 / *Acta Orthop Belg Vol 60 1 p 1-9*

31. UCHIYAMA S., TERAYAMA K.

Radiologic changes in wrist with ulnar plus variance observed over a ten-year period

J Hand Surg 1991; 16A: 45-48

32. UCHIYAMA S., NAKATSUCHI Y.

Anatomical and radiological evaluation of the triangular fibrocartilage complex of the wrist

J. Hand Surg. 1994, 19B; 319-324

33. KAUER JAG.

The distal radioulnar joint: anatomical and functional considerations

Clin Orthop 1992; 275: 37-45

34. KIM PAUL R., GIACHINO ALAN, UHTOFF HANS K.

Histologic analysis of fetal ulnar variance

1995 / J Hand Surg 21A:114-116

35. O'BRIEN E.T.

Fractures of the hand and wrist region

Fractures in children, Vol 3, Philadelphia, JB Lippincott: 229-300

36. CIZTROM Andrei A. , DOBYNS James H., LINDSCHEID Ronald

Ulnar variance in carpal instability

1987 / J Hand Surg 12A: 205-12

37. DE SMET Luc , DEVRIESE Lieven , D'HOORE Karel , FABRY Guy

No relation between ulnar variance and scapholunate dissociation

1994 / Acta Orthop Scan 65 (6): 623-624

- 38. TATEBE M., NAKAMURA R., HORII E., NAKAO E.**
Results of ulnar shortening osteotomy for ulnocarpal impaction syndrome in wrists with neutral or negative ulnar variance
2005 / J Hand Surg 30B: 2: 129-132
- 39. SHEPARD Michael F., MARKOLF Keith L., DUNBAR Arati M.**
The effects of partial and total interosseous membrane transection on load sharing in the cadaver forearm
2001 / J Orthop Research 19 587-592
- 40. JIAN Shen, ANASTASIOS Papadonikolakis, GARETT Jeffrey P., RUCH D S.**
Ulnar positive variance as a predictor of distal radioulnar joint ligament disruption
2005 / J Hand Surg 30A: 1172-1177
- 41. OKAN NEDRET, CABOGKU FERHAT, MER TOGLU TOLGA, DURAKBASA OGUZ**
The measurement of wrist kinematics in children 4 to 16 years old and the comparison of the scapholunate distance with adult values
2004 / Acta Orthop Trauma Turc 38 (1) : 30- 33
- 42. CLAESSENS ALBRECHT L., LEFEVRE JOHAN, BEUNEN GASTON, DE SMET LUC, VEER ALFONS M;**
Physique as a risk factor for ulnar variance in elite female gymnasts
1996 / American College Sports Med Vol 28 (5), pp 560-569

- 43. BEUNEN Gaston, MALINA Robert M., CLAESSENS Albrecht L., LEFEVRE Johan, THOMIS Martine**
Ulnar variance and skeletal maturity of radius and ulna in female gymnasts
1999 / American College Sports Med Vol 31 (5), pp 653-657
- 44. SODL JEFFREY F., KOZIN SCOTT H., KAUFMANN ROBERT A.**
Development and use of a wrist fusion plate for children and adolescents
2002 / J Pediatric Orthop 22: 146-149
- 45. DIFIORI JOHN P., PUFFER JAMES C., MANDELBAUM BERT R.**
Distal radial growth plate injury and positive ulnar variance in nonelite gymnasts
1997 / American J sports Med Vol 25, No 6, 763 - 768
- 46. DIFIORI JOHN P. , PUFFER JAMES C. , AISH BASSIL**
Wrist pain, distal radial physeal injury, and ulnar variance in young gymnasts: Does a relationship exist?
2002 / American J Sports Med Vol 30, No 6, 879-885
- 47. FALCK LARSEN, LINDEQUIST S., BELLSTROM T.**
Lack of correlation between ulnar variance and carpal bone angles on lateral radiographs in normal wrists
1992 / Acta radiol 33 fasc.3 275-276
- 48. DE SMET L.**
Ulnar variance and its relationship to ligament injuries of the wrist
1999 / Acta orthop belg Vol 65 - 4 - 416-417

49. **UNVER B., GOCEN Z., GUNAL I., KARATOSUN V.**
Normal ranges of ulnar and radial deviation with reference to ulnar variance
2004 / J International Medical research 32: 337-340
50. **SHAABAN Hassan, GIAKAS Giannis Lees Vivien C.**
The distal radioulnar joint as a load bearing mechanism - A biomechanical study
2004 / J Hand Surg 29A: 85 - 95
51. **BU JIANLI, PATTERSON RITA M., VIEGAS STEVEN F.**
The effect of radial shortening on wrist joint mechanics in cadaver specimens with inherent differences in ulnar variance
2006 / J Hand Surg 31A: 1594-1600
52. **TOMAINO M.M.**
Results of the wafer procedure for ulnar impaction syndrome in the ulnar negative and neutral wrist
1999 / J Hand Surg 24B: 6: 671-675
53. **GIUNTA RICHARD E. , KROLAK CHRISTOF , MULLER-GERBL MAGDALENA**
Patterns of subchondral bone mineralization in the distal radioulnar joint
2005 / J Hand Surg 30A: 343-350
54. **GIUNTA RICHARD E. , BIERMER EDGAR , MULLER-GERBL MAGDALENA**
Ulnar variance and subchondral bone mineralization patterns in the distal articular surface of the radius
2004 / J Hand Surg 29A: 835-840

55. DRAPE JL, LEBLEVEC G, CHEVROT A

Imagerie normale du poignet et de la main. Radiographies, arthrographie, échographie

1999 / Encyclopédie médico-chirurgicale 30- 320-A-10

56. ZEITOUN F, DUBERT T, LAREDO JD

Imagerie du poignet et de la main : quel examen choisir ?

2001 / J radiol 82 :335-351

57. SARAZIN L , GODEFROY D , CHEVROT A

Imagerie par résonance magnétique du poignet et de la main dans les situations normales. Atlas anatomique

2003 / Encyclopédie médico-chirurgicale 30- 323 -A- 10

58. FISK GEOFFREY R.

The wrist : review article

1984 / J Bone Joint Surg Vol 66 B No 3 396-407

59. GUERINI H, DRAPE JL, CHEVROT A

Imagerie du poignet sportif

2007 / J radiol 88 : 111-28

60. Belmokhtar Aicha

Thèse de médecine : Variance ulnaire, évaluation d'un nouvel index

Faculté de médecine et de pharmacie de Casablanca 2002