

## Etude de la validité de la méthode anthropométrique de Wutscherk pour l'estimation du niveau de maturation biologique chez un groupe de footballeurs de 11-18 ans

*M. ABDELMALEK<sup>1</sup>, N. MIMOUNT<sup>1</sup>, J.-P. GRANGAUD<sup>1</sup> et A. MESSAFFEUR<sup>2</sup>*

*1: INFS/STS Rachid HARRAIGUE, BP. 71, El Biar, Alger ;*

*2 : Service Epidémiologie, CHU Abdokader HASSANI, Sidi Bel Abbès.*

*Projet ANDRS : Age biologique et valeur physique : Pour une évaluation différenciée en milieu scolaire et sélection optimale en milieu sportif (code : 03/04/01/01/005)*

### RESUME

Le but de cette étude est de vérifier la validité de la méthode de Wutscherk (Wutscherk, 1988) de détermination de l'âge biologique ( $AB_{KEI}$ ) par l'indice de conformation du développement corporel (KEI : de l'allemand *Körperbau-Entwicklungs Indexes*) sur des sujets sportifs pratiquant le football. 49 sujets d'âge chronologique (AC) de 11 à 18 ans ( $14,35 \pm 2,39$  ans) ont pris part à cette étude. Le KEI est déterminé en mesurant le poids, la taille, les diamètres biacromial et bicrétal et la circonférence de l'avant bras ainsi que le calcul de l'indice de Röhrer. L'âge osseux (AO) est déterminé par la radiographie du poignet et de la main gauches et par l'usage de l'atlas de l'âge osseux de De Roo et Schröder (1977). Deux lecteurs et un expert ont déterminé l'âge osseux pour déterminer la fiabilité et l'objectivité des lectures.

Les résultats dénotent que l'âge osseux du lecteur 1 ( $AO_{L1}$ ), du lecteur 2 à sa première lecture ( $AO_{L2-1L}$ ) et à sa deuxième lecture ( $AO_{L2-2L}$ ) et de l'expert ( $AO_{expert}$ ) sont fortement corrélés ( $r=0,82$  à  $0,99$ ). Mais les corrélations de  $AO_{L2-1L}$  et de  $AO_{L2-2L}$  avec  $AO_{expert}$  sont plus élevées. La comparaison des moyennes deux à deux entre les deux lecteurs et entre chacun des deux lecteurs et l'expert montrent des différences non significatives au seuil  $p=0,05$ . La corrélation intra-lecteur est de  $0,96$  et les moyennes de  $AO_{L2-1L}$  et  $AO_{L2-2L}$  ne diffèrent pas significativement. La fiabilité et l'objectivité des lectures de AO semblent donc excellentes. La corrélation entre  $AO_{L2-2L}$  et  $AB_{KEI}$  est très élevée ( $r=0,91$ ) ce qui indique qu'ils évalueraient tout deux la maturation biologique. Cependant, la comparaison des moyennes (fig. 1) des deux âges démontre que  $AB_{KEI}$  est significativement supérieur à l'âge osseux ( $p<0,05$ ) et surestime ainsi l'âge biologique deux la maturation biologique. Cependant, la comparaison des moyennes (fig. 1) des deux âges démontre que  $AB_{KEI}$  est significativement supérieur à l'âge osseux ( $p<0,05$ ) et surestime ainsi l'âge biologique.

### SUMMARY:

The aim of this study is to check the validity of Wutscherk Method (Wutscherk 1988) in determining the biological maturity age ( $AB_{KEI}$ ) by the index of conformation of corporal development (KEI: in German: *Körperbau Entwicklungs indexes*) on soccer ball players.

49 subjects of a chronological age (AC) from 11 to 18 years ( $14.35 \pm 2.35$  years) have participated in this study. The KEI is determined by measuring the weight, height, biacromial and bicretal breadth and the circumference of the forearm along with the calculation of Röhrer index. The bone age is assessed by X rays at the level of the left wrist and hand and by the use of the De Roo and Schröder Atlas (1977). Two observers and an expert have established the bone age in the hope of determining the reliability and the objectivity of the observations. The results show that the bone age of first observer ( $AO_{L1}$ ), of the second observer at its first reading ( $AO_{L2-1L}$ ) and at its second reading ( $AO_{L2-2L}$ ) and of the expert ( $AO_{expert}$ ) are tightly correlated ( $r=0.82$  to  $0.99$ ). However the correlations of  $AO_{L2-1L}$  with  $AO_{expert}$  are higher. The comparison of the averages respectively between both

observers and between each of two of them along with expert show insignificant differences ( $p=0.05$ ). The correlation between the observers is 0.96 while the averages from  $AO_{L2-1L}$  and  $AO_{L2-2L}$  do not represent significant difference. The reliability and objectivity of the readings AO seem therefore excellent. The correlation between  $AO_{L2-2L}$  and ABKEI is much higher ( $r=0.91$ ) which shows that they would both evaluate the biological maturity. Nevertheless, the averages comparison of both ages demonstrate that  $AB_{KEI}$  is significantly higher ( $p<0.05$ ) and overestimate therefore the biological maturity age.

### Keywords:

Chronological age – bone age – biological age – Wutsherck – Validity – Regression models.

## INTRODUCTION

L'intérêt de mesurer l'âge biologique réside dans le fait qu'une injustice apparaît dans l'évaluation périodique et la sélection des jeunes sportifs au profit des sujets accélérés et au détriment des sujets à maturation normale ou retardée, voire même une marginalisation et un rejet des plus faibles (Platonov 1984, Rigal 1985), bien que l'expérience ait montrée que la supériorité de performance des sujets accélérés n'est que transitoire et que ceux-ci sont aussitôt rattrapés par les sujets retardés et normaux (Platonov 1984). La détermination de l'âge biologique, indicateur de la maturation biologique, devient de plus en plus importante afin de différencier l'évaluation et le classement des sujets en fonction de leur rythme de croissance et donner ainsi la chance à chacun de suivre son propre rythme d'accroissement des performances motrices.

Les méthodes d'évaluation de cette maturation biologique sont nombreuses et sont classées en quatre grands groupes. On y distingue la méthode de détermination des stades pubertaires se basant sur les caractéristiques sexuelles secondaires (Marshall et Tanner 1962), la détermination de l'âge osseux à travers plusieurs procédés, la détermination de l'âge dentaire et l'étude des caractéristiques morphologiques (Beunen et al. 1982, Szczesny 1983, Wutsherck 1988, Mc Dougal et al. 1991). Cependant, chacune de ces méthodes présente des difficultés spécifiques. La détermination des stades pubertaires se heurte aux résistances culturelles et la pudeur des enfants (Mc Dougal 1991, Matsudo et Matsudo 1993). La détermination de l'âge dentaire est significative lors des deux éruptions dentaires entre 0 et 2 ans et entre 6 et 13 ans (Rigal 1985). Pour Grenier (1990), la maturation dentaire n'est pas un bon critère de maturation. Par ailleurs, bien que l'orthopantomographie (Proy 1996) soit une technique fiable, elle reste cependant onéreuse et indisponible.

L'âge osseux nécessitant des radiographies et des lectures de spécialistes et bien qu'il constitue la

méthode la plus directe et la plus précise, il reste à la fois une méthode invasive (exposition aux rayons X) difficilement accessible au biométricien et au méthodologue sportif et nécessite à chaque fois le consentement parental. C'est à la taille et au poids qu'on a souvent recours pour apprécier la croissance. Twiesselmann (1969), Milicerowa (1969), Olivier (1971) et Sempé et al. (1979) voient cette approche réduite et non satisfaisante et examinent d'autres dimensions morphologiques, qu'ils étudient parfois sous un seul facteur (Szczesny 1983, Szczesny et Coudert 1987). Corroborant ces auteurs, Wutsherck (1988) a mis au point une méthode indirecte à base de l'anthropométrie pour estimer l'âge biologique. Celui-ci est déterminé par le calcul d'un indice dit KEI de son origine allemande *Korperbau Entwicklung Indexes* et dont l'équivalent français est indice de conformation du corps et du développement.

Wutsherck (1988) a trouvé une corrélation élevée entre KEI et l'âge osseux ( $r=0,85$ ). Il est aussi à signaler que les études effectuées sur les âges osseux et chronologiques ont montré que pour un même âge chronologique la différence entre les sujets les plus matures et les moins matures atteint 5 ans chez les non sportifs et 7 ans chez les sportifs (Weineck 2001). Diméglio (2002) a montré que 50 % des filles ont un âge chronologique en phase avec l'âge osseux, 33 % ont une avance d'âge osseux, 16 % ont un retard d'âge osseux. Chez les garçons, l'âge osseux est en phase avec l'âge chronologique dans 46 % des cas, en avance dans 30 % et en retard dans 24 %.

Cependant Dekkar (1986) avait montré que la population algérienne se distinguait par rapport à la population européenne par des dimensions de poids, de circonférences de segments et des diamètres biacromial et bicrétal plus petites. En outre, une simple comparaison des références allemandes de poids et de taille (Wutsherck 1988) avec ceux de la population algérienne (Dekkar 1986) indique des différences significatives au profit de la population allemande à chaque âge de 11 à 18 ans. A ce titre, l'usage sur une population

algérienne, d'une méthode d'estimation de l'âge biologique à travers des paramètres morphologiques, élaborée à la base sur une population européenne ne présenterait-il pas un biais ?

La présente étude a pour but de vérifier la validité de la technique anthropométrique de Wutscherk (Wutscherk 1988) sur un groupe de footballeurs algériens âgés de 11 à 18 ans, afin d'en faire usage lors de l'analyse de la performance en fonction du rythme de croissance biologique.

## 1. MATERIEL ET METHODES

**1. 1. SUJETS :** 56 sujets ont été sélectionnés pour les deux examens anthropométrique et radiographique. Par ailleurs, en raison de la déféctuosité de sept (07) clichés, notre étude s'est limitée à 49 sujets. Les caractéristiques du groupe d'étude sont indiquées au tableau 01.

*Tableau 1 : quelques caractéristiques des sujets de l'étude*

n	Age (ans)	Poids (kg)	Taille (cm)	Ancienneté de pratique (ans)
49	14,35± 2,39	45,63± 9,9	156,2± 12,2	3 à 8

Les clubs auxquels appartiennent les sujets et les lieux respectifs du déroulement des radiographies sont présentés au tableau 2.

*Tableau 2 : Appartenance des sujets et lieu de déroulement des radiographies*

Clubs d'appartenance	Centres de prise des radiographies
Jeunesse Sportive d'El Biar	Hopital Birtraria , Alger;
Union Sportive Madinet Bel Abbès	CHU Abdelkader HASSANI, Sidi bel Abbès;
Galia Club Mascara	Centre hospitalier Mascara et Clinique Dariex;
Widad Amel Tlemcen	CHU Tlemcen.

## 1. 2. MATERIEL :

Afin de concrétiser notre étude, nous avons utilisé le matériel suivant :

- Atlas de l'âge osseux de T. de Roo et M. J. Schröder (1977) ;
- Radiographies du poignet et de la main gauches ;
- Balance médicale ;
- Valise anthropométrique Siber Hegner contenant :
  - o Un anthropomètre de Martin ;
  - o Grand compas à bouts olivaires ;

- o Un mètre ruban.

## 1. 3. PROTOCOLE :

**1. 3. 1. Mesures anthropométriques :** les mesures anthropométriques s'effectuent en mettant le sujet en position anatomique.

- Le poids est déterminé par une balance médicale ;
- La taille est déterminée en mesurant la distance entre le vertex et le sol ;
- Le diamètre biacromial est mesuré par le grand compas à bouts olivaires entre les deux points acromiaux ;
- Le diamètre bicrétal est mesuré par le grand compas à bouts olivaires entre les points saillants des deux crêtes iliaques.
- La circonférence de l'avant bras est mesurée par le mètre ruban à l'endroit le plus volumineux de l'avant bras.
- L'indice de Röhrer est égal au rapport du poids et de la taille élevée à la puissance trois. La formule est exprimée par  $IR = P/10 \times T^3$  ; tel que IR est l'indice de Röhrer, P le poids en kg et T la taille en mètre.
- Le KEI ou indice de conformation du développement du corps est exprimée par la formule :

$$KEI = \frac{LM \times 2 \times CABcor}{10 \times T} = \left( \frac{cm^2}{cm} \right) ;$$

Tel que :

$$LM = \frac{\text{diamètre biacromial} + \text{diamètre bicrétal}}{2} (cm)$$

$2 \times CABcor$  est la circonférence de l'avant bras doublée et corrigée. Elle est déterminée soit en additionnant ou en soustrayant la valeur de correction donnée en fonction de l'indice de Röhrer au double de la circonférence.

L'âge biologique selon le KEI est déterminé soit par un tableau de correspondance soit par une équation de régression. L'équation de régression est exprimée par la formule :

$$\text{Age biologique} = 34,207 \times KEI - 13,098 \text{ [ans]}$$

## 1. 3. 2. Radiographie :

La radiographie prise est celle du poignet et de la main gauches selon une convention universellement admise, s'appuyant sur les travaux

de Pryor en 1907 et Rotch en 1909 (Normand et Pontier 1989). La position de la main est de face main ouverte.

La lecture des radiographies s'est effectuée par l'usage de l'atlas de l'âge osseux de T. De Roo et M. J. Schröder (1977).

**Tableau 3 : Caractéristiques des lecteurs et utilité de lecture**

Lecteur	Symbole de lecture	Profil du lecteur	Organisme de rattachement	Utilité de lecture
Expert (Dr. Ch.)	AO <sub>expert</sub>	Radio-pédiatre	CHU Issad HASSANI, Beni Messous	Critère, fidélité, objectivité (2 lectures à 10 jours d'intervalles, identiques à 100%)
Lecteur 2 (Dr. M. K.)	AO <sub>L2-1L</sub> AO <sub>L2-2L</sub>	Pédiatre	CHU Abdelkader HASSANI, Sidi Bel Abbès	Objectivité, Fidélité (2 lectures à 15 jours d'intervalle)
Lecteur 1 (M. A.)	AO <sub>L1</sub>	Chargé de cours en sciences du sport, entraîné à la lecture de l'âge osseux.	INFS/STS, Dely Ibrahim, Alger	Fidélité

Les lectures de l'âge osseux ont été effectuées par deux lecteurs et un expert, nous reconnaitrons donc l'âge osseux déterminé par le premier lecteur par AO<sub>L1</sub> celui du 2<sup>ème</sup> lecteur par AO<sub>L2</sub> et de l'expert par AO<sub>expert</sub>. Cependant le deuxième lecteur a effectué une première lecture : AO<sub>L2-1L</sub> et une deuxième lecture : AO<sub>L2-2L</sub> à 15 jours d'intervalle. Les lectures de l'expert ont été limités à 25 clichés à raison de d'au moins 3 clichés par âge. Il a effectué 2 lectures identiques à 100% à 10 jours d'intervalles.

Le tableau 3 indique les caractéristiques des lecteurs et l'utilité des lectures.

#### 1. 4. TRAITEMENT STATISTIQUE

Pour la statistique descriptive, nous avons calculé la moyenne arithmétique, l'écart type et le pourcentage. Pour la statistique analytique, nous avons utilisé le test de Student, le coefficient de corrélation de Bravais Pearson, Le coefficient de corrélation partielle, le calcul du Khi 2 et la détermination d'équations de régression.

Les calculs ont été effectués avec le logiciel Excel 7.0.

## 2. RESULTATS

Nous allons présenter les résultats en deux parties, la première concerne l'objectivité et la fidélité des lectures de l'âge osseux et la seconde la validité de

l'âge biologique déterminé par la méthode anthropométrique de Wutscherk, par référence à une lecture fidèle et objective de l'âge osseux. Celui-ci est déterminé à partir de l'atlas de l'âge osseux de De Roo et Schröder (1977).

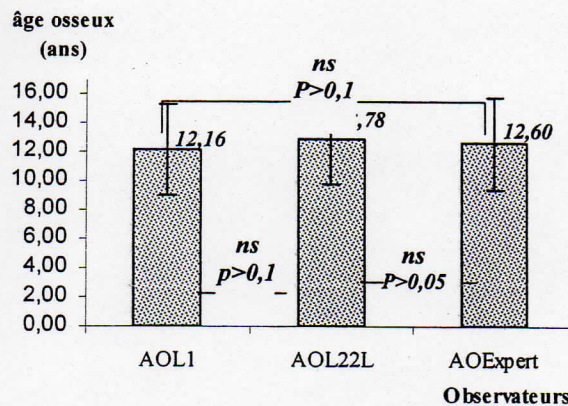
### 2. 1. OBJECTIVITE ET FIDELITE DES LECTURES DE L'AGE OSSEUX

La corrélation interobservateurs, établie sur 25 sujets tirés au hasard parmi les 49, entre AO<sub>L1</sub>, AO<sub>L2-1L</sub> et AO<sub>expert</sub>, dénote des coefficients élevés variant de 0,82 à 0,99. Cependant ceux de AO<sub>L2-2L</sub> avec AO<sub>expert</sub> sont plus élevés ; ils varient de 0,94 et 0,99 (tab. 4).

**Tableau 4 : Corrélation intra et inter observateurs sur 25 sujets**

	AO <sub>L1</sub>	AO <sub>L2-1L</sub>	AO <sub>L2-2L</sub>	AO <sub>expert</sub>
AO <sub>L1</sub>	1			
AO <sub>L2-1L</sub>	0,88	1		
AO <sub>L2-2L</sub>	0,83	0,963	1	
AO <sub>expert</sub>	0,82	0,943	0,99	1

La comparaison des moyennes de l'âge osseux déterminés par les trois lecteurs montre une similitude statistique pour  $p > 0,05$  à  $p > 0,1$  (fig. 1). Ceci indique une objectivité des lectures. C'est-à-dire que la détermination de l'âge osseux par l'atlas de De Roo et Schröder est indépendante des lecteurs.



**Figure 1 : Comparaison des moyennes d'âge osseux interobservateurs (n=25)**

Par ailleurs, le coefficient de corrélation intraobservateur est très élevé. Il est de l'ordre de 0,96 lorsqu'on considère les 25 sujets seulement (tab. 1) et de 0,97 lorsqu'on tient compte des 49 sujets (tab. 5). Aussi, les moyennes AO<sub>L2-1L</sub> et

$AO_{L2-2L}$  ne sont-elles pas significatives pour  $p>0,17$  (fig. 2).

**Tableau 5 : Corrélation âge biologique KEI et AO de deux lectures et de deux lecteurs (n=49)**

	$AO_{L1}$	$AO_{L2-1L}$	$AO_{L2-2L}$	âge Bio/KEI
$AO_{L1}$	1			
$AO_{L2-1L}$	0,861	1		
$AO_{L2-2L}$	0,858	0,971	1	
âge Bio/KEI	0,829	0,877	0,914	1

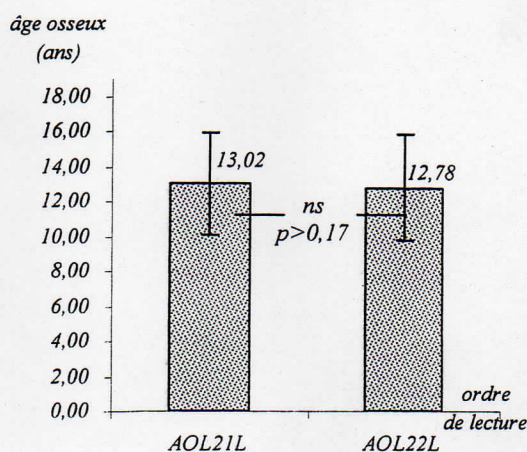


Fig. 2 : comparaison de l'âge osseux à la première et deuxième lecture (intraobservateurs n=25), ns : écart non significatif

## 2. 2. VALIDITE DE L'AGE BIOLOGIQUE DETERMINE PAR L'INDICE DE KEI

Les coefficients de corrélation établis sur les 49 sujets, indiquent des liens élevés entre l'âge biologique déterminé par l'indice KEI ( $AB_{KEI}$ ) et  $AO_{L1}$  ( $r=0,829$ ),  $AB_{KEI}$  et  $AO_{L2-1L}$  ( $r=0,88$ ) et entre  $AB_{KEI}$  et  $AO_{L2-2L}$  ( $r=0,914$ ). En outre, comme le coefficient de corrélation  $AO_{expert}-AO_{L2-2L}$  est très élevé ( $r=0,99$ ) (tab. 1) et que la corrélation est également la plus élevée ( $r=0,914$ ) nous retenons l'AO du 2<sup>ème</sup> lecteur à sa deuxième lecture comme base de l'étude de la validité de l' $AB_{KEI}$ .

Parallèlement à cela et en raison de l'étendue de l'âge chronologique du groupe d'étude et afin de neutraliser l'effet de cette étendue, il a été déterminé le coefficient de corrélation partielle AO et  $AB_{KEI}$  en maintenant l'âge chronologique

constant ( $r_{AOABKEI-AC}=0,67$ ). Cette valeur est significative pour  $p<0,001$ .

Cependant, la comparaison des moyennes  $AO_{L2-2L}$  et  $AB_{KEI}$  ( $13,74 \pm 2,85$  ans et  $14,08 \pm 2,58$  ans respectivement) indique une différence significative pour  $p<0,05$  (fig. 3).

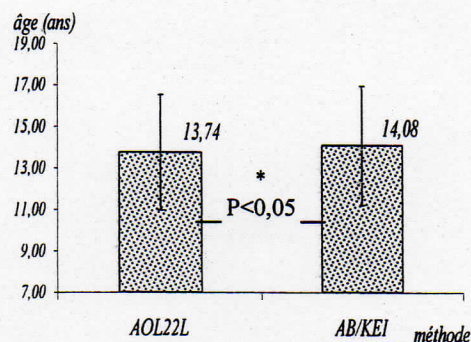


Figure 3 : Comparaison moyennes d'âge osseux et d'âge biologique par KEI (n=49, \* : écart significatif pour  $p<0,05$ )

Ceci explique que chez notre population, l'âge biologique déterminé par l'indice KEI (méthode de Wutscherk), ne correspond pas à l'âge osseux et le surestime. A ce titre, un réajustement de l'estimation de cette valeur s'avère nécessaire. Il existe plusieurs modèles de régression permettant l'estimation de l'âge osseux ( $\hat{AO}$ ) à partir de  $AB_{KEI}$ ; le modèle linéaire, polynomiaux jusqu'à la sixième puissance, à puissance, exponentiel et le logarithmique.

Le modèle linéaire (fig. 4) est le plus simple, il se traduit par  $\hat{AO}=1,0113AB_{KEI}-0,4919$ .

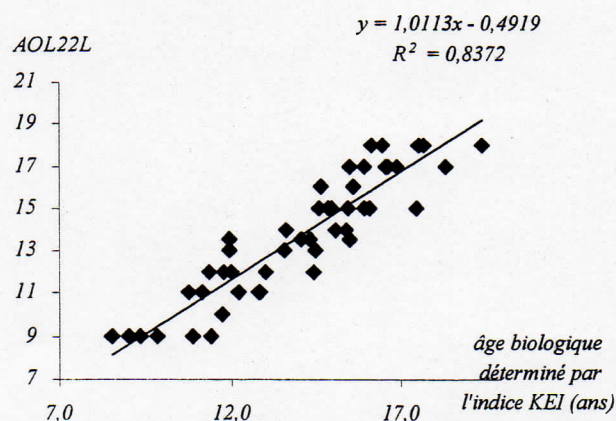


Figure 4 : nuage de corrélation entre âge osseux et l'âge biologique déterminé par l'indice KEI

Mais comme  $AB_{KEI}$  est déterminé par l'indice de KEI ( $r=0,99$ ) et que le modèle de régression (fig. 5) est : âge biologique =  $34,207KEI - 13,098$ , on peut estimer directement  $\hat{AO}$  par l'indice de KEI soit par substitution ou par détermination du modèle de régression directement entre KEI et âge osseux. Le modèle linéaire s'exprime alors par :  $\hat{AO} = 33,535 \times KEI - 12,872$ .

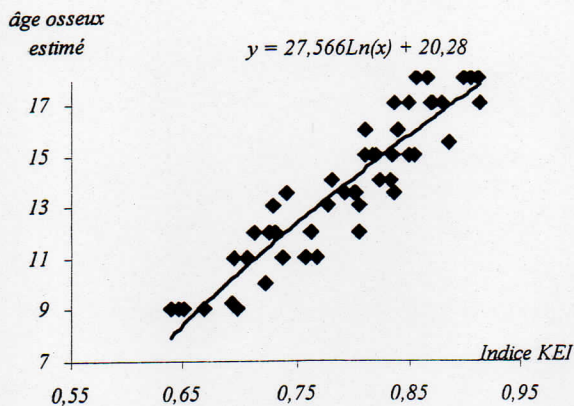


Figure 6 : Nuage de corrélation et modèle de régression logarithmique à partir de KEI

Le modèle linéaire est-il le plus approprié ? Sinon quel est le modèle qui estime avec la plus grande validité  $\hat{AO}$  à partir de KEI ?

La classification des sujets en groupes d'accéléérés, de normaux et de retardés a donné les paramètres statistiques descriptifs indiqués au tableau 6.

Tab. 6 : Paramètres statistiques descriptifs relatifs aux trois catégories de maturation biologique

Paramètres statistiques	Accéléérés	Normaux	Retardés
n	8	29	12
%	16,32	59,18	26,50
$\bar{X}$ (ans)	1,1	-	1,6
Max (ans)	2,1	-	3,5
Min (ans)	1,2	-	1,1

$\bar{X}$  : moyenne des écarts observés entre l'AC et l' $AB_{KEI}$  chez les sujets accélérés et retardés, Max : l'écart observé chez le sujet le plus accéléré et le plus retardé, min : le plus petit écart AC/ $AB_{KEI}$  observé chez les sujets accélérés et retardés

D'autre part, la comparaison par le  $\chi^2$  (chi-2) des fréquences de sujets accélérés, normaux et retardés déterminés par la méthode KEI avec les fréquences trouvées dans la littérature (Diméglio 2002), révèle une similitude statistique pour  $p=0,05$ .

La détermination des différents modèles de régression a donné les équations indiquées au tableau 07.

Tableau 7 : coefficients de validité (sensibilité et spécificité) de différents modèles de régression

Modèles de régression	Sensibilité	Spécificité
$y = 33,535x - 12,872$	63 %	73,52 %
$y = -511,62x^3 + 1209x^2 - 911,49x + 231,34$	71,42 %	72,72 %
$y = 1,743e^{2,5734x}$	66,7 %	70,6 %
$y = 27,566Ln(x) + 20,28$	82,37 %	93,75 %

La simulation des valeurs de l'indice KEI par l'usage des modèles de régression et la classification des sujets en retardés et non retardés, donne lieu à différents niveaux de validité (tab. 7) et fait ressortir de surcroît que le modèle logarithmique (fig. 6) est celui qui donne les résultats les plus proches de  $AO_{L2-2L}$ . En effet, l'analyse de la sensibilité et de la spécificité donne des valeurs respectives de 83,35 % et 93,75 %.

### 3. DISCUSSION :

Les coefficients de corrélation intraindividuelle et interindividuelle trouvés et considérant une fois 25 sujets et une seconde fois les 49 sujets, sont très élevés. Par référence aux échelles de Barrow et Mc Gee (1971) cité par Weineck (2001) et de Zatsiorsky (1982), les coefficients de corrélation test-retest compris entre 0,80 et 0,89 impliquent une fidélité et une objectivité acceptable et les valeurs comprises entre 0,90 et 0,95 permettent de juger d'une très bonne fidélité et d'une très bonne objectivité. La confirmation de ces deux critères de test par la comparaison des moyennes qui en détermine la similitude, conforte le fait que les lectures faites par les lecteurs 1 et 2 sont à la fois objectifs et fidèles.

La fidélité et l'objectivité de la mesure de l' $AB_{KEI}$  est tributaire de la fidélité et de l'objectivité des mesures anthropométriques dont il dépend. Ce fait a déjà été démontré préalablement (Abdelmalek 1999).

Par ailleurs et d'une part, lorsque les lectures de l' $AO$  sont répétées et mises en relation avec l' $AB_{KEI}$ , on retrouve des coefficients de corrélation rapprochés ( $r=0,829$  à  $0,914$ ) et qualifiés par Barrow et Mc Gee (1971) de très corrects à excellents.

D'autre part, la confrontation de ces mêmes coefficients trouvés entre AO et  $AB_{KEI}$  à celui trouvé par Wutscherk (1988) ( $r=0,85$ ) conforte la validité externe de l'âge biologique estimé par l'indice KEI.

En outre, la corrélation élevée entre  $AO_{L2-2L}$  et  $AB_{KEI}$  situe la validité en excellente (Vsevolodov 1969 in Platonov 1984, Barrow et Mc Gee 1971 in Weineck 2001). Parallèlement à cela, le coefficient de corrélation partielle indique également une validité acceptable (Vsevolodov 1969 in Platonov 1984). Ceci extrapolerait le fait de la validité au sein d'un même âge mais qui nécessite confirmation dans une étude ultérieure.

De plus, d'une part, les écarts trouvés entre le sujet le plus mature et le moins mature concordent avec ceux cités par Weineck (2001) et d'autre part, les trois niveaux de développement biologique (accélérés, normaux et retardés), déterminés par la méthode l'indice de KEI sont superposables à celles trouvées par Diméglio (2002).

Par ailleurs, comme il existe plusieurs modèles de régression, la simulation des valeurs de KEI des sujet de notre étude dans quatre équations, indique que le modèle logarithmique possède des coefficients de sensibilité et de spécificité les plus élevés, suivi en deuxième position par le modèle polynomial de 3<sup>ième</sup> degré.

## CONCLUSION

Plusieurs méthodes directes de détermination de l'âge biologique ont été mises au point. Cependant les difficultés d'accessibilité et de coût qu'elles présentent exigent le recours à des méthodes indirectes estimant avec un degré de précision suffisant la maturité biologique. La méthode anthropométrique mise au point par Wutscherk (Wutscherk 1988) a été validée sur une population allemande caractérisée par des dimensions anthropométriques différentes de celles de la population algérienne.

La détermination de l'âge biologique sur un groupe de footballeurs algériens a permis d'établir le fait que l'indice KEI peut estimer avec un degré assez élevé de validité l'âge biologique, pourvu que cette estimation soit établie par le modèle polynomial de 3<sup>ième</sup> degré ou par le modèle logarithmique.

Dans cette étude, la validité de l'âge biologique a été établie à la base d'un test critère celui de l'âge osseux déterminé par l'atlas de l'âge osseux de De Roo et Schröder (1977). Il serait utile de consolider cette étude en considérant comme test critère, l'âge osseux déterminé soit par la méthode des scores

TWII, soit par le logiciel Maturus établi par Normand et al. (1988).

Par ailleurs, la prédiction de la taille future par les méthodes de détermination de l'âge biologique directe (Bayley et Pineau) et indirecte (KEI) étant possible, l'étude de la concordance de ces méthodes servirait de base dans le processus de sélection des jeunes sportifs dans des disciplines telles que le basket ball, le volleyball et le handball.

*Nous tenons à remercier vivement le docteur Meghlaoui du centre national de médecine du sport, le docteur Chabni du service de radiopédiatrie au CHU Beni Messous, le docteur Chikhi, pédiatre à l'hôpital Birtraria à Alger, Le docteur Mostefaoui du service de pédiatrie du CHU de Sidi Bel Abbès et le docteur Djazouli, médecin du sport à la direction de la jeunesse et des sports de Mascara. Qu'ils trouvent ici, l'expression de notre profonde gratitude.*

## Références

1. **Abdelmalek M. 1999.** Effet de la prise en compte de l'âge biologique à âge chronologique non constant sur l'évaluation de la valeur physique et sa notation chez les élèves de 12 à 15 ans d'âge chronologique. Université d'Alger, Alger (mémoire de magister).
2. **Beunen G., Simons J., Ostyn M., Renson R., Van Gerven D. 1982.** *Physical fitness as related to biological maturity.* Anthropol. Közl., 26, 149-161
3. **Dekkar N. 1986.** Croissance et développement de l'élève algérien. INESSM, Alger (Thèse de doctorat non publiée).
4. **De Roo T., Schröder M. J. 1977.** Atlas de l'âge osseux. Maloine, Paris.
5. **Grenier B. 1990.** Pédiatrie en poche. Doin, Paris.
6. **Diméglio A. 2002.** *Croissance en orthopédie pédiatrique.* In conférences d'enseignement de la Sofcot, 79, 225-244.
7. **Mac Dougal J. D., Wenger H. A., Green H. J. 1991.** Physical testing of the high performance athlete. Champaign, Illinois.
8. **Matsudo S. M., Matsudo V. R. 1993.** *Validity of self evaluation on determination of sexual maturation level.* in **Claessens AL., Lefevre J. and Vanden Eynde B.,** World-Wide variation in physical fitness, Leuven, Institute of Physical Education., 106-110.
9. **Normand M., Pontier J., Sempé M. 1988.** *Le logiciel microinformatique « Maturus » Pour une aide à l'évaluation de la maturation*

*squelettique* Cah. Anthrop. Biom. Hum. 6, 1-2, 61-70.

10. **Normand M., Pontier J. 1989.** *Modélisation des courbes de maturation osseuse.* Cah. Anthrop. Biom. Hum. 7, 1-2, 27-46.
11. **Platonov V. N. 1984.** *L'entraînement sportif : théorie et méthodologie.* Editions Revue EPS, Paris.
12. **Proy E. 1996.** *L'orthopantomographie dans le suivi du développement dentaire chez l'enfant et l'adolescent.* Cah. Anthrop. Biom. Hum., 14, 1-2, 205-218.
13. **Rigal, R. 1985.** *Motricité humaine.* PUQ, Québec.
14. **Szczeny S., Coudert, J. 1987.** *Evolution de la vitesse de course en fonction de l'âge civil et du stade pubertaire.* Science et Motricité., 01, 15-29.
15. **Weineck J. 2001.** *Manuel d'entraînement : Physiologie de la performance sportive et de son développement dans l'entraînement de l'enfant et de l'adolescent.* Vigot, Paris.
16. **Wutscherk H. 1988.** *Grundlagen der Sport Medizin Sportanthropologie,* DHFK, Leipzig.
17. **Zatsiorsky V. M. 1982.** *Sportivnaya metrologuiya.* FIS, Moscou.

#### **MOTS-CLES**

Age chronologique – âge osseux – âge biologique – Wutscherk –corrélation - validité – modèle de régression.