

**RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL**

Un Peuple-Un But-Une Foi



**MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION CHARGÉ DE  
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR, DES CUR ET  
DES UNIVERSITÉS**

**UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR (UCAD)**



**INSTITUT NATIONAL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION  
POPULAIRE ET DU SPORT (I.N.S.E.P.S.)**

**DÉPARTEMENT D'ÉDUCATION PHYSIQUE ET DU SPORT**

**MÉMOIRE DE MAÎTRISE ES-SCIENCES ET TECHNIQUES DES ACTIVITÉS PHYSIQUES ET SPORTIVES  
(STAPS)**

**THÈME :**

**ÉVALUATION ET COMPARAISON DE LA VITESSE  
MAXIMALE DE MARCHÉ DES GARÇONS  
SÉNÉGALAIS ÂGÉS DE SEPT À DOUZE ANS.**

Présenté et soutenu par

**Mr. Maoundé SAKHO**

Sous la direction de

Mr. Mountaga DIOP

Professeur à l'INSEPS

**ANNÉE ACADEMIQUE 2009-2010**

# ***DEDICACES***

---

■ Je rends grâce au Bon DIEU, le miséricordieux, le Tout Puissant, le DIEU des terres et des cieux.

■ Paix et Salut à son Elu le Prophète MOUHAMED.

Je dédie ce travail à :

Mon père Mady Boubou SAKHO

Vous êtes un exemple d'homme d'honneur et de franchise. Vous avez su nous guider et nous mettre dans le droit chemin tout en nous inculquant les valeurs tels la foi, le travail, le courage, le sérieux. Merci pour tout. Ce travail est pour vous.

Ma mère Lala SAKHO

L'occasion m'est offerte pour rendre hommage et te témoigner mon immense affection et ma profonde reconnaissance pour tous les sacrifices consentis rien que notre réussite ; je ne saurais vous le rendre. Ton affection, ta tendresse, ainsi que ta grande générosité nous a toujours couverts.

Notre réussite n'est que le fruit de ton travail.

Je souhaite à tous les deux une santé de fer et longue vie pour que vous puissiez bénéficier les fruits de l'arbre que vous avez semé et entretenu.

Mes frères et sœurs :

Niamé SAKHO, Gnima SAKHO, Makha SAKHO, Omar SAKHO, Moussa SAKHO, et feux Cheikhou SAKHO et Aissatou SAKHO.

Restons confiant en l'avenir en entretenant cette entente familiale.

A tous les membres de ma famille :

Diaba SAKHO, Vieux SAKHO, Ousseynou SAKHO, Mouhamadou SAKHO, Adama SAKHO, Bintou SAKHO, Niamé SAKHO

Mes tuteurs Baba DIOUF, feu Aly WAGNE, Demba NDIAYE, feu Mamadou SIDIBE ;  
Moussa SIDIBE et Cheikhou SIDIBE :

Votre soutien, votre affection, vos conseils ne m'ont jamais manqué et m'ont toujours servi. Je vous exprime toute ma gratitude et je vous serais toujours reconnaissant de même que toute votre famille.

Mes cousins Madou DIAWARA, Barassou DIAWARA et Salif MARIGO :

Votre affection et votre gentillesse ne m'ont jamais fait défaut.

A mes amis (es) :

Moriba KANTE, Mbaye KANTE, Pathé BA, Yoro SOW, Vieux KEITA, Ngatam BA, Bathie BA, Ilo BA, Cheikh Moussa NDAO, Thierno KEBE, Kéba KONE, Malick DIOUF , Tapha Gueye KEBE, Birahim THIAM, Ibou SOUARE, Kéba Gaoussou SANE, Youssouph SAGNA, Malick SARR, Alassane DIEDHIOU, Ababacar Pathé NDIAYE, Ndèye Diarra NDIAYE, Ndèye awa SARR, Kiné NDIAYE, Malifa DJIBA , Asta SIDIBE, Khady TOURE , Souleymane DJIBA, Djibi SENGHOR, Philippe FAYE, Ibrahima SENGHOR, Kader BODIAN, Ablaye SARR, Galasse SOCK, Mory Chamsedine KONE et Balla KONE, Boua SIDIBE, Ibou SIDIBE, Omar SIDIBE.

Votre bonté, votre soutien et votre sincérité m'ont beaucoup aidé. Vous êtes une source d'inspiration et de repère pour moi.

A tous mes camarades et promotionnaires de l'INSEPS.

# ***REMERCIEMENTS***

---

C'est l'occasion pour moi de remercier et d'exprimer toute ma gratitude à tous ceux qui n'ont ménagé aucun effort pour la réalisation de ce travail.

- Mon directeur de mémoire M. Mountaga DIOP.

Votre disponibilité, votre sympathie et votre rigueur ont beaucoup prévalu pour la réalisation de ce travail.

- Les directeurs, les enseignants et les élèves des établissements Mour DIOP et Alassane NDIAYE.

- Mention spéciale aux étudiants qui m'ont aidé à faire mes tests avec les enfants.

- Mention spéciale au Centre International d'Athlétisme de Dakar (CIAD) :

Le Directeur du CIAD

Mr. Tidiane COREA

- Tous les professeurs de l'INSEPS ainsi que le personnel administratif

- Nos bibliothécaires : Grégoire, Djibi et Anastasie

- A tous les membres de la famille SAKHO, SIDIBE, DIAWARA, DIOUF, WAGNE, N DIAYE.

SOMMAIRE

DEDICACES

REMERCIEMENTS

RESUME

INTRODUCTION.....	11
CHAPITRE I REVUE DE littérature.....	13
I-DEFINITION DE LA MARCHE.....	14
II-DEFINITION DU CYCLE DE MARCHE.....	16
1-PHASE DE CONTACT OU D'APPUI (STANCE).....	17
2-PHASE OSCILLANTE (SWING).....	18
3-Temps, paramètre fondamental du cycle de marche.....	19
III- INFLUENCE DE L'AGE.....	20
1-Modification de la marche en fonction de l'âge selon [13].....	21
IV- Facteurs de variabilité interindividuelle de la marche.....	22
V-Les paramètres spatiaux temporels.....	23
VI-Etat de la recherche sur la vitesse de marche.....	24
<b>CHAPITRE II METHODOLOGIE.....</b>	<b>26</b>
I-MATERIEL.....	27
1-Sujets.....	27
1-1-Critère d'inclusion.....	27
1-2- Critère d'exclusion.....	27
2-Matériel.....	27
II-METHODE.....	29
1-Description du test.....	29
2-Déroulement du test.....	29
3-Mesures anthropométriques.....	31

3-1-Mesure du poids.....	31
3-2-Mesure de la taille.....	31
3-3-Mesure de la longueur du membre inférieur.....	31
III-TRAITEMENT STATISTIQUE.....	32
<b>CHAPITRE III : PRESENTATION ET COMMENTAIRES DES RESULTATS.....</b>	<b>34</b>
I-COMPARAISON DE LA TAILLE MOYENNE DES SIX GROUPES (G1 ; G2 ; G3 ; G4 ; G5 et G6).....	35
1-Comparaison de la taille moyenne du groupe 1 à celles des 5 autres groupes.....	35
2-Comparaison de la taille moyenne du groupe 2 à celles des groupes G3 ; G4 ; G5 et G6.....	36
3-Comparaison de la taille moyenne des groupes G3 ; G4 ; G5 et G6.....	37
4-Présentation et comparaison de la taille moyenne des 6 groupes.....	38
II-COMPARAISON DE LA LONGUEUR MOYENNE DU MEMBRE INFERIEUR DES 6 GROUPES.....	39
1-Comparaison de la longueur moyenne du membre inférieur du groupe 1 à celles des groupes G2 ; G3 ; G4 ; G5 et G6.....	39
2-Comparaison de la longueur moyenne du membre inférieur du groupe 2 à celles des G3 ; G4 ; G5 et G6.....	40
3-Comparaison de la longueur moyenne du membre inférieur des groupes G3 ; G4 ; G5 et G6.....	41
4-Présentation et comparaison de la longueur moyenne du membre inférieur des 6 groupes.....	42
III-COMPARAISON DE LA VITESSE MAXIMALE MOYENNE DE MARCHE DES 6 GROUPES (G1 ; G2 ; G3 ; G4 ; G5 et G6.....	43
1-Comparaison de la vitesse maximale moyenne de marche de G1 à celles des 5 autres groupes.....	43
2-Comparaison de la vitesse maximale moyenne de marche de G2 à celles de G3 ; G4 ; G5 et G6.....	44
3- Comparaison de la vitesse maximale moyenne de marche des groupes G3 ; G4 ; G5 et G6.....	45



4-Présentation et comparaison de la vitesse maximale moyenne de marche des 6 groupes.....	46
<b>IV- COMPARAISON DE LA VITESSE MAXIMALE MOYENNE DE MARCHÉ RAPPORTEE A LA LONGUEUR DU MEMBRE INFERIEUR DES 6 GROUPEs.....</b>	<b>47</b>
1- Comparaison de la vitesse moyenne de marche rapportée à la longueur du membre inférieur du groupe 1 à celles des groupes G2, G3 ; G4 ; G5 et G6.....	47
2-Comparaison de la vitesse moyenne de marche rapportée à la longueur du membre inférieur du groupe 2 à celles des groupes G3 ; G4 ; G5 et G6.....	48
3- Comparaison de la vitesse moyenne de marche rapportée à la longueur du membre inférieur des groupes G3 ; G4 ; G5 et G6.....	49
4-Présentation et comparaison de la vitesse moyenne de marche rapportée à la longueur du membre inférieur des 6 groupes.....	50
<b>CHAPITRE IV : DISCUSSION.....</b>	<b>51</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>54</b>
<b>PERSPECTIVES.....</b>	<b>56</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>58</b>

## **RESUME :**

### **Objectifs :**

Evaluer et comparer la vitesse maximale de marche des garçons sénégalais âgés de sept à douze ans.

### **Matériels et méthodes :**

Cent quatre vingt garçons âgés de sept à douze ont été répartis en six groupes d'âge de trente enfants chacun.

Chaque enfant a marché le plus rapidement possible sur une distance plane de quinze mètres délimitée par des cellules photoélectriques. Pour chaque enfant la vitesse maximale moyenne de marche a été calculée à partir des trois essais enregistrés. La vitesse maximale moyenne de chaque enfant a été utilisée pour calculer la vitesse moyenne de marche de chaque groupe.

La vitesse maximale moyenne et la vitesse maximale moyenne rapportée à la longueur du membre inférieur des six groupes ont été comparées deux à deux à l'aide du test de student.

### **Résultats :**

La vitesse maximale moyenne de marche des enfants de sept ans ( $2,17 \text{ m/s} \pm 0,26$ ) est significativement ( $P < 0,05$ ) inférieure à celles des cinq autres groupes (Tableau 7). La vitesse maximale de marche des enfants de neuf ans est significativement inférieure à celles des enfants de dix et onze ans. La vitesse de marche des enfants de douze est significativement supérieure à celles des enfants de dix ans et de onze ans.

Rapportée à la longueur du membre inférieur, la vitesse maximale de marche des enfants de dix ans et de onze ans sont significativement supérieures à celles des enfants de sept et huit ans.

## **INTRODUCTION**

Pratiquement tous les individus ont l'occasion de marcher lors d'une journée normale, que ce soit à l'occasion de leur travail ou d'une activité récréative [1]. La marche est un besoin fondamental pour l'activité quotidienne [2] et une des activités humaines les plus universelles et les plus complexes. Elle permet à l'homme de se déplacer d'un milieu à l'autre.

C'est une habileté motrice complexe contrôlée par plusieurs voies nerveuses interliées, provenant du cortex et arrivant aux muscles [3]. La marche est aussi une activité qui permet à l'homme de mener ses activités comme le travail ; elle permet aussi à l'homme d'être en relation avec le milieu environnant. L'homme vit en contact permanent avec ses proches en utilisant la marche, donc elle permet à l'homme de tisser des relations avec les autres mais aussi d'être en contact avec la nature.

Chez l'enfant, la marche peut être modifiée suite à des accidents ou maladies prénatales ou néo-natales. Cette perte, parfois suit l'enfant au cours de sa croissance, qui, finalement le rend même inapte à la marche mais aussi lui crée un handicap dans l'accomplissement des activités quotidiennes.

En effet, les médecins rééducateurs africains en général, et sénégalais en particulier, ne disposent pas de repères leur permettant d'évaluer, d'apprécier si après des traumatismes, l'enfant recouvre la vitesse maximale de marche à la fin d'une rééducation. La plupart des études sur la marche de l'enfant sain, et la vitesse de celle-ci en particulier, ont été réalisées chez les enfants européens et américains.

En Afrique, en général, au Sénégal en particulier, nos médecins rééducateurs ont beaucoup de difficultés pour savoir si leurs patients (enfants) ont recouvert leur vitesse maximale de marche après traitement. Ce problème est lié au manque de moyens matériels adéquats pour étudier la marche mais aussi de données sur la vitesse maximale de marche provenant d'enfants sénégalais.

C'est ainsi que nous nous proposons de faire une étude dans le but d'évaluer et de comparer de la vitesse maximale de marche des garçons sénégalais âgés de sept (7) à douze (12) ans. Cette étude nous permettra de fournir des valeurs qui vont servir de repères aux médecins rééducateurs sénégalais pour savoir si le patient a bien récupéré sa vitesse maximale de marche à la fin de son traitement.

# ***CHAPITRE I-***

## ***REVUE DE***

### ***LITERATURE***

---

## I-Définition de la marche

Certains auteurs ont défini la marche tout en insistant sur l'objectif qui est de déplacer le corps en avant :

- F. Bonnel et al. [4]

«La marche est la translation du centre de gravité dans l'espace, entraînant le déplacement du corps, par activité alternée des membres inférieurs, assurant à la fois le maintien de l'équilibre et la propulsion ».

- Lyonel Rossant [5] définit la marche comme l'action de se déplacer vers un but, dans le plan antéropostérieur, par l'intermédiaire d'une succession d'appuis sur un et deux pieds. Au cours de la marche, le sujet est en position quasi permanente déséquilibre, au sens mécanique du terme, déséquilibre maximum à la fin de la période d'appui sur un pied.

- Eric Viel et al. [6]

La marche humaine, activité motrice fréquemment réalisée, nécessite un apprentissage ontogénétique difficile. Par la suite, sa réalisation est quasi automatique. Elle doit répondre simultanément à plusieurs exigences :

- Propulser le corps vers l'avant ou vers l'arrière (but principal du déplacement) ;
- Maintenir l'équilibre en condition statique, quasi-dynamique et dynamique lors de situations d'appui très variables (phase monopodale ou bipodale associée au déplacement) ;
- Coordination entre posture, équilibre et locomotion avec adaptation à tout moment en fonction des contraintes de l'environnement extérieur.

« Marcher c'est avant tout se tenir debout. C'est se laisser guider par les automatismes acquis au cours de la maturation simultanée du système nerveux et du système locomoteur ».

La locomotion, au sens psychophysiologique, se caractérise par :

- mouvement en rampe, c'est-à-dire orienté, nécessitant un recrutement variable d'unités motrices ;

- mouvement topo cinétique, résultant d'un modèle interne dont l'adaptation nécessite des changements fonctionnels rapides de millions de neurones ;
- mouvement éréismatique, c'est-à-dire faisant intervenir un support, ce qui nécessite une coordination entre mouvement et posture.

D'autres auteurs ont tenté une définition tout en essayant de décomposer l'action :

- Franz Vandervael [7].

La marche est caractérisée par le fait qu'à chaque pas il y a un moment, très court d'ailleurs, où les deux pieds reposent sur le sol. C'est ce que l'on appelle le double appui. Dans l'intervalle de deux doubles appuis, un seul pied supporte le corps tandis que le membre inférieur de l'autre côté est soulevé et oscillant : c'est la période de l'appui unilatéral. Le pas simple est l'espace compris entre les deux pieds au moment où le membre oscillant quitte le sol et celui où il reprend contact avec lui.

- Jean Massion [8]

La locomotion bipède humaine est de type alterné avec un décalage de phase entre les deux jambes de  $180^\circ$ . Lors de la marche, la phase d'appui est la plus longue que la phase d'oscillation : la première représente 60% du cycle alors que la seconde n'en occupe que 40%. Il en résulte qu'il existe au cours du cycle une phase de double appui où les deux pieds sont simultanément sur le sol.

Cependant la nécessité d'une connaissance plus poussée de la marche par les cliniciens a entraîné des investigations qui ont permis une définition plus détaillée du cycle de marche.

## II-Définition du cycle de marche (figure1)

Ducroquet et al. [9], observant un sujet de profil, ont décomposé le cycle de marche en quatre temps (figure1) :

Premier temps : Le double appui postérieur d'élan (15% du cycle de marche). Les deux membres sont écartés comme les branches d'un compas. Le membre arrière est le membre propulseur. C'est lui qui assure l'élan et on dit qu'il est en double appui postérieur d'élan.

- Second temps : La période oscillante (35% du cycle de marche) ou lévitation. Le membre droit s'est détaché du sol, il croise le membre gauche d'arrière en avant, c'est la période oscillante,

- Troisième temps : Double appui antérieur de réception (15% du cycle de marche). Le membre droit, qui vient de croiser le gauche en appui, aborde le sol. Il reçoit le poids du corps et doit freiner et régulariser la progression. On qualifie ce double appui, d'appui antérieur :

- Quatrième temps : L'appui unilatéral (35% du cycle de marche). Le membre qui a freiné, régularisé, harmonisé l'élan, va devenir le seul portant. Il se trouve en appui unilatéral.

Dans la littérature récente, plusieurs auteurs, [10, 11, 12, 6] décomposent le cycle de marche en deux phases principales de l'activité d'un seul membre inférieur :

- La phase de contact ou d'appui (stance) ;
- La phase oscillante ou de basculement (swing).

Pendant la phase de contact, le pied est au sol et supporte le poids du corps. Elle occupe environ 60% du cycle de marche. Cette phase débute par l'impact du talon puis le pied est à plat sur le sol et elle se termine par le décollement du gros orteil.

Pendant la phase oscillante, ce même pied est décollé du sol et tout le membre inférieur est ramené pour préparer la prochaine pose du pied (stride). Alors le poids du corps est supporté par le membre controlatéral. Elle occupe 40% du cycle de marche. Cette phase débute par le décollement du gros orteil puis se termine par l'impact du talon.

Ce cycle de marche est généralement subdivisé en 8 événements dont 5 durant la « stance » et 3 durant la « swing » (figure1). La terminologie anglo-saxonne prédomine, y compris dans la littérature française.

Cycle de marche : Terminologie anglo-saxonne

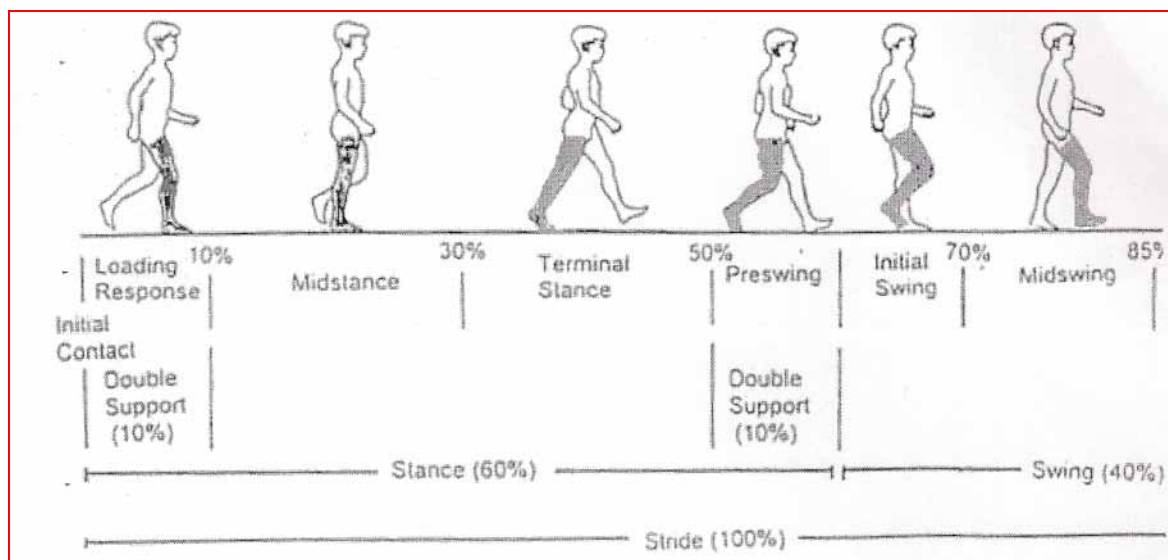


Figure1

### **1-Phase de contact ou d'appui (stance) (figure2) :**

- a) Impact du talon (heel-strike) : Il marque le début du cycle de marche et représente l'instant où le centre de gravité de l'individu est à son niveau le plus bas.
- b) Pied à plat : c'est l'instant où toute la surface plantaire touche le sol.
- c) Appui médian (midstance) : le pied controlatéral, alors en « swing », passe devant le pied en « stance ». Le centre de gravité est à son niveau plus haut.
- d) Décollement du talon : le talon quitte le sol et la propulsion commence avec la contraction des triceps suraux, ce qui entraîne une flexion plantaire de la cheville.
- e) Décollement des orteils (toe-off) : le pied en quittant le sol, marque la fin de la « stance ».



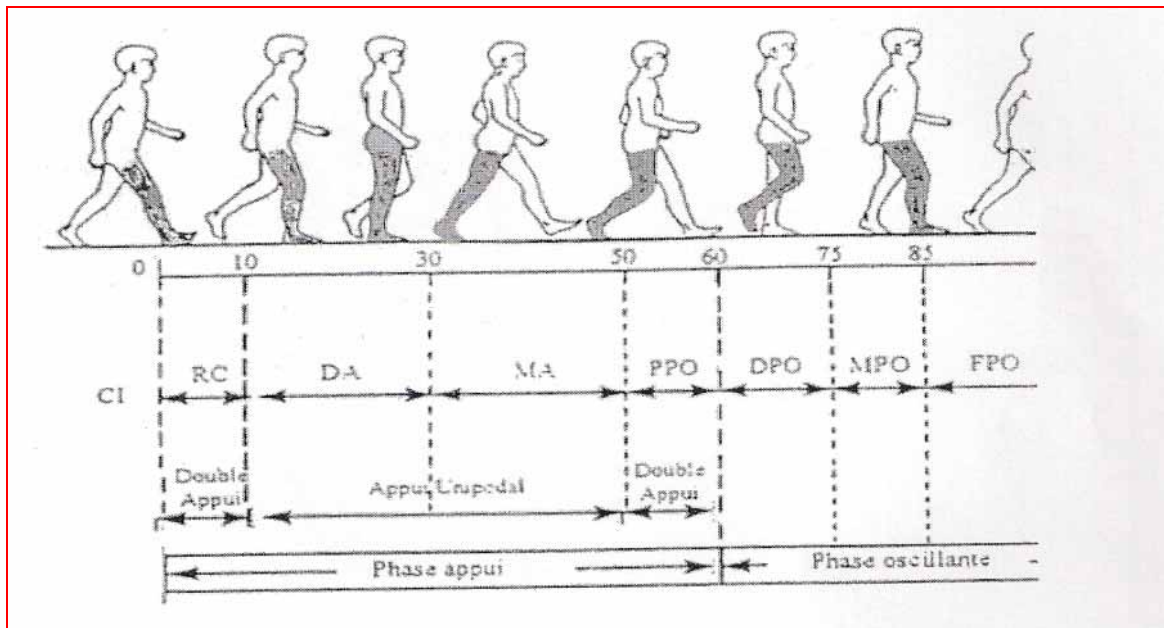
## 2-Phase oscillante (swing) (figure2) :

f) Accélération : elle commence dès que le pied a quitté le sol. Les muscles fléchisseurs de la hanche se contractent pour avancer le membre inférieur.

g) Oscillation médiane (midswing) : le pied passe à la verticale du corps. Cet instant coïncide avec la demi-stance de l'autre.

h) Décélération : le membre inférieur est ralenti et le pied se stabilise pour préparer le prochain double pas (cycle d'un pied), celui-ci étant défini comme l'intervalle séparant deux appuis du même pied au sol, en pratique, l'intervalle séparant deux contacts talonnières successifs du même pied.

b) Cycle de marche : Terminologie française



**Figure 2**

**CI**: Contact Initial, **RC**: Réponse à la charge, **DA**: Début d'appui.

**MA** : Milieu d'Appui, **PPO** : Pré Phase Oscillante, **DPO** : Début Phase Oscillante, **MPO** :

Milieu Phase Oscillante, **FPO** : Fin Phase Oscillante

### **3- Temps, paramètre fondamental du cycle de marche**

La distance et le temps sont mesurés pendant le cycle de marche. La longueur du pas définie comme la distance qui sépare les 2 pieds durant le double appui. Elle est mesurée d'un talon d'un pied à un talon du controlatéral. Cette longueur peut être différente du côté gauche et du côté droit. La longueur du cycle de marche est la distance que parcourt un membre durant la phase d'appui et la phase oscillante. Elle est mesurée du point de contact avec le sol juste au début de la phase d'appui au point contact du même pied à la fin de la phase oscillante. Le temps du pas est la durée pendant laquelle se produit un pas ; la cadence est le nombre de pas par minute. La vitesse de marche est la distance parcourue généralement mesurée en mètre par seconde. Les valeurs varient en fonction de l'âge. Les petits enfants marchent avec cadence qui s'accroît, par contre le pas et le cycle diminuent en longueur. Les enfants réalisent de multiples petits pas. Au fur et à mesure que l'enfant grandit, le pas et le cycle de marche s'allongent et la cadence diminue. La longueur du pas augmente au fur et à mesure que le membre inférieur augmente en longueur. La cadence normale d'un enfant évolue en fonction de sa taille.

### III- Influence de l'âge

La marche n'est pas acquise d'emblée. Le nouveau-né immature va devoir passer des mois et des années d'apprentissage dans tous les domaines avant d'acquérir un état physiologique adulte. Les pédiatres considèrent qu'en moyenne, un enfant est capable de s'asseoir à 6 mois, de marcher avec l'aide d'un support vers l'âge de 1 an, de marcher sans support à 15 mois et de courir vers l'âge de 18 mois.

Avec l'âge, la longueur du pas s'allonge, quelle que soit la vitesse de progression. Aux environs de 15 ans, celle-ci est définitive. Wagner et Carlier [13] ont décrit les modifications de la marche en fonction de l'âge et nous allons les énumérer en prenant sa description.

Les changements de "patterns" de la marche liés à l'âge dans la tranche d'âge de 7 à 12 ans ont été observés par de nombreux auteurs. Les changements des paramètres spatio-temporels [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20,], des forces de réaction, et les paramètres cinématiques et cinétiques des articulations ont été observés. De nombreux auteurs [16, 17, 18,19, 20] ont présenté des résultats sans l'analyse des changements liés à la vitesse mais ont plutôt accepté que des enfants d'âges différents, marchent à des vitesses différentes. D'autres auteurs [21, 22] ont spécifié la vitesse de marche pour obtenir des résultats à la même vitesse et pouvoir ainsi comparer différents groupes d'âge. Spécifier la vitesse de marche peut altérer la manière dont marchent les enfants et les résultats ne seront pas directement comparables à ceux des enfants marchant à une vitesse de confort.

Beck et al.[23] ont conclu qu'après l'âge de 5 ans, les forces de réactions au sol (Ground Reaction Forces :GRF) exprimées en multiples du poids du corps ne changeaient pas avec l'âge.

Il est possible que des différences observées entre les groupes d'âge dans certaines de ces études soient dues aux différences entre les vitesses de marche des sujets.

Il a été montré, sur plate-forme de forces, que les forces de réaction au sol (GRF) chez des enfants de 5 à 12 ans sont principalement caractérisées par la vitesse normalisée et non par l'âge des enfants [24]). L'avantage de la technique de normalisation de la vitesse proposée par Hof et al [25] et utilisée par Stanfield BW, Hillman SJ, Hazewood ME, et al [24] et qu'elle produit de faibles quantités dimensionnelles qui ne sont pas dépendantes de la taille

de l'enfant. Elle permet d'inclure les enfants qui ont les mêmes accélérations dans le même groupe de vitesse normalisée. L'accélération détermine les forces d'inertie et par conséquent les GRF. Deux enfants de tailles différentes mais aussi qui ont la même vitesse normalisée, la même longueur du pas normalisée, la même cadence normalisée auraient les mêmes GRF, les mêmes angles articulaires et les mêmes puissances [24]).

### **1- Modification de la marche en fonction de l'âge selon Wagner**

-A 1 an :

L'enfant présente à sa vitesse de confort : une cadence de pas plus élevée que celle de l'adulte. Bien entendu sa vitesse de confort est plus faible que celle d'un adulte en raison de sa petite taille. IL n'y a pas oscillation composée et réciproque entre les membres inférieurs. Le genou reste fléchi tout au long de la phase d'appui. La cheville au moment de l'attaque du talon se présente en flexion plantaire et la flexion dorsale est diminuée pendant la phase oscillante. L'enfant présente donc un équinisme relatif du pied. D'autre part, la base de sustentation de l'enfant en bas âge est large, l'enfant marche à la façon d'un automate.

-A 2 ans :

L'oscillation réciproque et opposé des ceintures est présente chez environ 75% des enfants. Au moment de l'attaque du pied, la flexion du genou augmente, et ensuite diminue avant que les orteils ne quittent le sol. Il y a moins de flexion plantaire au moment de l'attaque plantaire du pied et, fait important, l'attaque du sol par le talon est acquise vers l'âge de 18 mois chez tous les enfants. Au cours de la période oscillante, la cheville présente une flexion dorsale, ce qui montre que l'équinisme relatif a disparu.

-A 7 ans :

La marche adulte est pratiquement acquise. IL ne persiste plus que quelques différences mineures. La cadence du pas est plus grande. Pendant la phase oscillante, il persiste une légère augmentation de rotation de hanche et du bassin ainsi qu'une abduction de la hanche.

#### **IV- Facteurs de variabilité interindividuelle de la marche**

En dehors des situations pathologiques, divers facteurs ont une influence sur la démarche des sujets, [26].

-longueur des membres inférieurs :

Il est admis depuis longtemps que la longueur des membres inférieurs influence la longueur et la fréquence du pas ainsi que la vitesse de marche [27, 28, 23, 14, 29, 30, 31]. La mesure de cet élément n'est pas fréquemment rapportée dans les publications. Plus souvent, les auteurs font référence à la taille du sujet. Pour certains [32, 23, 30] la longueur du pas et la vitesse de confort présente une relation linéaire avec la taille du sujet, notamment chez l'enfant. Entre la taille et la longueur du membre inférieur, la taille est le plus souvent utilisée comme facteur de normalisation car c'est une mesure plus facile à effectuer. Il y a un avantage théorique à utiliser la longueur du membre inférieur car elle est plus liée à la fonction du membre inférieur qu'à la taille. Cependant comme le note Sutherland [33], cette normalisation géométrique doit être réservée aux enfants de 4 ans et plus pour éviter les changements des paramètres spatio-temporels influencés par la maturation du système nerveux central.

- Chaussage du sujet :

Un autre facteur de variation est représenté par le type de chaussage des sujets, [34]. La rigidité de la semelle tend à accélérer le déplacement antérieur du centre de poussée sous l'avant-pied, et à limiter les déplacements latéraux des centres de poussée, qu'on observe normalement pied nu (appui sous l'arche externe, puis dehors en dedans sous les têtes métatarsiennes et le gros orteil). Oeffinger et al. [20] ont étudié la différence entre la marche avec chaussures et la marche pieds nus chez des enfants de 07 à 10 ans. Ils ont rapporté que les chaussures ont, de façon surprenante, un faible impact sur les paramètres cinétiques et cinématiques de la marche des enfants sains.

-consommation énergétique :

## V- Les paramètres spatiaux temporels

L'écartement des pieds ou base d'appui dynamique

L'enfant élargit son polygone de sustentation pour garder son centre de gravité à l'intérieur de celui-ci.

L'écart est important au début il diminue rapidement ce n'est que lors du contrôle de la course vers 4 ans que l'enfant aura un espace entre les 2 points d'appui le plus étroit traduisant un contrôle optimal de la stabilité unipodale (environ 7 cm).

L'angle d'ouverture des pieds :

Angle formé par l'axe longitudinal du pied en appui et la ligne de progression.

Il diminue avec l'âge pour se stabiliser vers 4 ans entre 2 et 7° de rotation externe, reflet de l'évolution des torsions fémorales tibiales et de l'angle du col de l'astragale.

La cadence passe de 85-90 cycles/min à 50-55 cycles/min.

La vitesse et la longueur des pas augmentent alors que la durée des doubles contacts diminue.

La longueur des membres inférieurs est en rapport avec la longueur des pas (et la vitesse).

Le transfert de poids n'est pas fluide lors des premiers pas et la marche est le plus souvent saccadée avec un allongement du double appui qui permet à l'enfant de se stabiliser avant de repartir.

Le pourcentage de l'appui monopodal évolue de 32% à 1 an, 35% à 3 ans à 38% à

7 ans (il est de 39% chez l'adulte)

L'allongement de l'appui unipodal indique une maîtrise de l'équilibre et garantit un temps suffisant pour le passage du membre oscillant.

Pour augmenter sa vitesse habituelle l'enfant comme l'adulte allonge le pas pour aller plus vite il monte sa cadence et se rapproche de la course lente (l'enfant qui essaie de suivre ses parents)

## VI-Etat de la recherche sur la vitesse de marche

La vitesse influe sur la plupart des variables de la marche : ainsi les amplitudes articulaires sont modifiées, la force d'appui sur talon à l'attaque du pas et sous l'avant pied en phase de propulsion augmente avec la vitesse, alors que l'appui plantigrade est diminué [23, 35, 36].

Autour de la « vitesse de confort » ou vitesse moyenne spontanément prise hors de toute contrainte, un sujet normal peut marcher à des vitesses comprises entre 50% et 150% de sa vitesse moyenne. Pour Todd [30], l'analyse de la marche d'un sujet devrait comprendre, outre les caractéristiques de marche à vitesse moyenne, l'évaluation de sa capacité à marcher à différentes allures.

Il existe une relation entre la vitesse, la cadence et la longueur de pas :

Vitesse (en m /mn) = longueur de pas (en m) x cadence (en pas / mn).

Pour une vitesse, de nombreuses combinaisons sont possibles. Chaque sujet choisit spontanément la combinaison ayant le meilleur rendement énergétique, et sa vitesse de confort est celle pour laquelle sa consommation énergétique est la plus faible [37, 30].

Grieve et Gear [27] ont étudié la marche à différentes vitesses, et ont montré que des examens successifs, même à plusieurs mois d'intervalle, retrouvaient une relation stable entre la cadence et la longueur du pas pour une vitesse donnée.

Certains auteurs comme [38] notent que cette relation est linéaire pour des cadences comprises entre 80 et 120 demi-pas par minute. Pour d'autres auteurs [23, 30, 26] la longueur du pas et la cadence sont fonction de la racine carrée de la vitesse ( $\sqrt{v}$ ).

Hof [25] a montré que dans un groupe de sujets, les paramètres de marche doivent être rapportés aux dimensions corporelles. Les paramètres spatio-temporels (vitesse, accélération vitesse angulaire, accélération angulaire, longueur du cycle, distance de marche) sont corrigés par la taille ou par la longueur du membre inférieur et par la pesanteur terrestre. Les paramètres temporels (temps de production des forces, durée de la stance, durée de la double stance) sont corrigés par la durée du cycle (stride) ou par la taille et l'accélération de la

gravité ( $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ ). Les forces de réaction, la puissance, le travail sont rapportés au pied du corps, [25, 24] ou exprimées en pourcentage du poids du corps [39, 40].

Stansfield et al. [24] ont montré chez des enfants de 5 ans suivis jusqu'à l'âge de 12 ans, que les forces de réactions sont plutôt déterminées par la vitesse normalisée (normalized speed =  $[V / (\text{height} \times g)^{1/2}]$ ) et non par l'âge.

Il a été montré que la vitesse de marche de la personne est moins variable si cette dernière marche à sa vitesse préférée (self-selected speed), [41].

White et al. [40] ont étudié l'effet de la vitesse de marche sur les forces verticales de 20 collégiens (10 filles et 10 garçons) marchant entre 0,45 m/S et 2,7 m/s sur un tapis roulant.

Ils ont rapporté que le premier pic de force verticale ( $Fz1$ ) augmente quand la vitesse augmente tandis que  $Fz2$  diminue.  $Fz3$ , le deuxième pic de force verticale n'est pas significativement influencé par la vitesse de marche.



# ***CHAPITRE II- METHODOLOGIE***

---

## **I- MATERIEL**

### **1-SUJETS**

Notre échantillon d'étude est composé de 180 garçons, scolarisés, âgés de 7 à 12 ans. Ces enfants sont répartis en six groupes:

- groupe 1 (G1) constitué de trente enfants de 07 ans,
- groupe 2 (G2) constitué de trente enfants de 08 ans,
- groupe 3 (G3) constitué trente enfants de 09 ans,
- groupe 4 (G4) constitué de trente enfants de 10 ans,
- groupe 5 (G5) constitué de trente enfants de 11 ans,
- groupe 6 (G6) constitué de trente enfants de 12 ans.

#### **1-1 -Critère d'inclusion**

Sont inclus dans notre étude, des garçons sénégalais âgés de 07 à 12 ans, sains, n'ayant aucun antécédent médical.

#### **1-2-Critère d'exclusion**

Sont exclus de notre étude tout enfant de sexe féminin, tout enfant souffrant d'une maladie, d'un handicap ou ayant des antécédents médicaux (retard de l'acquisition de marche, accident). Sont aussi exclus de notre étude les enfants âgés de moins de 7 ans et ceux âgés de plus de 12 ans.

### **2-Matériel**

Pour réaliser notre étude, nous avons utilisé le matériel suivant :

- un chronomètre manuel de marque Sony pour prendre le temps de marche,
- un décamètre de marque Pro-Tech pour mesurer la distance à marcher,
- un pèse-personne de marque Krups,

- un somatomètre de marque Jer pour mesurer la taille des enfants,
- un sifflet de marque Fox pour donner le signal,
- des cellules photoélectriques de Kit standard Brower composées de deux de paires de cellules photoélectriques, quatre trépieds télescopiques, un chronomètre automatique pour mesurer le temps sur la distance à marcher.



Figure 1: Les deux paires de cellules photoélectriques



Figure 2 : les quatre trépieds



Figure 3: chronomètre automatique

Les cellules photoélectriques sont placées au départ et à l'arrivée de la distance à marcher. Celle qui est au départ se déclenche dès que l'enfant passe devant et l'autre s'arrête dès que l'enfant franchit la ligne d'arrivée.

## II-Méthode

L'objectif de notre étude est d'évaluer et de comparer la vitesse maximale de marche des garçons sénégalais âgés de 07 à 12 ans.

### 1-Description du test

Il consiste à une épreuve de marche sur une distance plane de 15 mètres. Durant ce test le garçon essaye de boucler la distance le plus rapidement possible. En un mot, il cherche à boucler la distance en un temps record tout en respectant les critères de validité de la marche. L'essai est validé si l'enfant est régulièrement en contact avec le sol ; ce qui différencie la marche de la course qui possède un temps d'envol.

### 2-Déroulement du test

Notre protocole a duré six jours et a été entièrement réalisé dans l'infirmerie de l'INSEPS (mesure de la taille, du poids et des dimensions du membre inférieur) et sur la piste d'athlétisme du stade Iba Mar DIOP (test de marche). Un jour a été réservé à chaque catégorie d'âge. Les plus jeunes enfants (7 ans) ont débuté les tests et les plus âgés (12 ans) ont terminé le protocole. Dès leur arrivée, les enfants sont conduits à l'infirmerie pour les mesures anthropométriques. A la fin de ces mesures, les enfants rejoignent la piste d'athlétisme tout en gardant l'ordre de passage respecté dans l'infirmerie. Chaque enfant a marché trois (3) fois le plus vite possible sur une distance de quinze mètres (15m) délimitée par les cellules photoélectriques dont la première est placée à trois mètres (3m) de l'endroit à partir duquel l'enfant s'élance. La deuxième cellule photoélectrique est placée sur la ligne d'arrivée qui marque la fin des quinze mètres (15m). (Figure n°4)

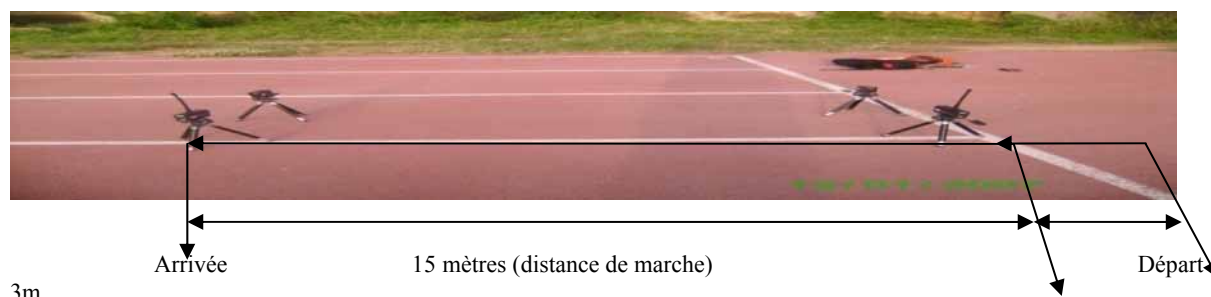


Figure 4: Cellules photoélectriques placées au départ et à l'arrivée de la distance à marcher

Dès que l'enfant atteint la première cellule photoélectrique, les deux se déclenchent simultanément et commencent à décompter le temps. Dès qu'il franchit la ligne d'arrivée les cellules photoélectriques s'arrêtent et affichent le temps réalisé par l'enfant.

Quand l'enfant n° 1 finit son essai, l'enfant n° 2 qui était placé derrière lui au départ s'élançait après que le temps de l'enfant n° 1 soit enregistré et les cellules photoélectriques remises à zéro.

Il en va ainsi jusqu'au trentième enfant. Quand l'enfant n° 30 finit son essai, on entame le deuxième essai par l'enfant n° 1. A la fin du deuxième essai, les enfants réalisent le troisième essai. Ensuite les enfants sont raccompagnés pour traverser la route et se rendre dans leur établissement comme l'avait demandé les chefs d'établissement.



Figure 5: Départ à 3m

Figure 6:L'enfant marchant entre les cellules

Figure 7: L'enfant à l'arrivée

### **3-Mesures anthropométriques**

Toutes les mesures anthropométriques ont eu lieu dans l'infirmierie de l'INSEPS sous la supervision de l'infirmier major.

#### **3-1-Mesure du poids**

Le Sujet nu (avec une seule culotte) monte sur une balance, reste immobile, les pieds joints, le corps droit, les bras le long du corps et le regard horizontal. Après 30 secondes on lit directement le poids du sujet qui s'affiche sur le cadran du pèse-personne.

#### **3-2-Mesure de la taille**

Le sujet monte sur le support de la toise où commence la graduation. Il a les pieds joints, les bras le long du corps, les épaules dans le même plan, le regard dirigé horizontalement vers l'avant. On fait descendre le curseur qui sert de repère jusqu'à ce que ce dernier bute la tête du sujet. Le sujet se retire et ensuite on lit la taille indiquée par le curseur.

#### **3-3-mesure de la longueur du membre inférieur**

Le sujet est debout, les pieds joints. Le point zéro du décamètre est fixé à la crête iliaque du membre inférieur ensuite on laisse descendre le ruban jusqu'à ce que la main bute sur la malléole médiale, on lit directement la valeur.

### III -Traitement Statistique

Après chaque essai de marche de l'enfant, on calcule la vitesse en faisant le rapport de la distance sur le temps :

$$Vm/s = \frac{d(m)}{T(s)}$$

Si les trois essais de l'enfant sont validés on obtiendra trois vitesses :  $V_1$  ;  $V_2$  et  $V_3$ .

La vitesse maximale de marche de l'enfant est la moyenne des trois vitesses.

$$Vm = \frac{V1 + V2 + V3}{3}$$

Ainsi on obtiendra pour les trente enfants  $V_{m1}$  ;  $V_{m2}$  ;  $V_{m3}$ ..... $V_{m30}$ .

Alors la vitesse moyenne du groupe d'enfants sera :

$$VmG = \frac{Vm1 + Vm2 + Vm3 \dots + Vm30}{30}$$

On obtiendra ainsi pour les six groupes  $V_{mG1}$ , vitesse moyenne du Groupe 1 (enfants de 7 ans) ;  $V_{mG2}$ , vitesse moyenne du Groupe 2 (enfants de 8 ans) ; ..... $V_{mG6}$ , vitesse moyenne du Groupe 6 (enfants de 12 ans).

On obtient ainsi la vitesse maximale moyenne de marche de chaque groupe.

Nous avons par ailleurs calculé les moyennes de la taille, du poids, de la longueur du membre inférieur, de la longueur de la jambe, de la longueur du pied et de la longueur du membre supérieur de chaque groupe d'enfants.

Nous avons comparé les variables moyennes des groupes deux à deux à l'aide du test de student. Notre probabilité d'erreur  $\alpha$  est fixée à 5% (0,05), c'est-à-dire l'erreur qu'on accepte de faire en se prononçant sur la comparaison des moyennes des deux groupes par rapport à l'hypothèse suivante :

$H_0$  : il n'existe aucune différence de moyenne statistiquement significative entre les deux groupes comparés.

Si la probabilité d'erreur  $P$  trouvée lors du test de student est inférieure à  $\alpha$  (notre probabilité d'erreur), l'hypothèse est rejetée : c'est-à-dire qu'il existe une différence de moyenne statistiquement significative.

Si la probabilité d'erreur  $P$  trouvée lors du test de student est supérieure à  $\alpha$  (notre probabilité d'erreur), l'hypothèse est confirmée : Il n'existe aucune différence de moyenne statistiquement significative entre les deux groupes comparés.



# **CHAPITRE III :**

# **PRÉSENTATION ET**

# **COMMENTAIRES DES**

# **RÉSULTATS**

## I- Comparaison de la taille moyenne des 6 groupes (G1 ; G2 ; G3 ; G4 ; G5 et G6)

### 1-Comparaison de la taille moyenne du groupe 1 à celles des cinq autres groupes

**Tableau 1 :**

Groupes	$\alpha$	P	Tailles moyennes comparées en cm	Observations
G1 et G2	0,05	1,10	G1=119,67±4,54 G2=127,40±7,41	NS
G1 et G3	0,05	7,46	G1=119,67±4,54 G3=128,50±5,26	NS
G1 et G4	0,05	1,02	G1=119,67±4,54 G4=133,60±6,48	NS
G1 et G5	0,05	6,07	G1=119,67±4,54 G5=138,60±6,09	NS
G1 et G6	0,05	1,01	G1=119,67±4,54 G6=144,07±7,24	NS

### Légende :

$\alpha$  =la probabilité d'erreur fixée.

**P**=probabilité d'erreur trouvée lors du test T

**S**=différence de moyenne statistiquement significative

**NS**=différence de moyenne non statistiquement significative.

**Analyse :** Le tableau ci-dessus montre qu'il n'existe aucune différence de moyenne statistiquement significative entre la taille moyenne de G1 et celles des autres groupes.

## 2- Comparaison de la taille moyenne du groupe 2 à celle des groupes G3 ; G4 ; G5 et G6

**Tableau 2**

Groupes	$\alpha$	P	Tailles moyennes comparées en cm	Observations
G2 et G3	0,05	0,67	G2=127,40 $\pm$ 7,41 G3=128,50 $\pm$ 5,26	NS
G2 et G4	0,05	0,004	G2=127,40 $\pm$ 7,41 G4=133,60 $\pm$ 6,48	S
G2 et G5	0,05	0,005	G2=127,40 $\pm$ 7,41 G5=138,60 $\pm$ 6,09	S
G2 et G6	0,05	6,31	G2=127,40 $\pm$ 7,41 G6=144,07 $\pm$ 7,24	NS

**Analyse :** Le tableau ci-dessus montre qu'il n'existe aucune différence de moyenne statistiquement significative entre la taille moyenne de G2 et celles de G3 et G6. Cependant G4 et G5 sont significativement plus grandes que G2.

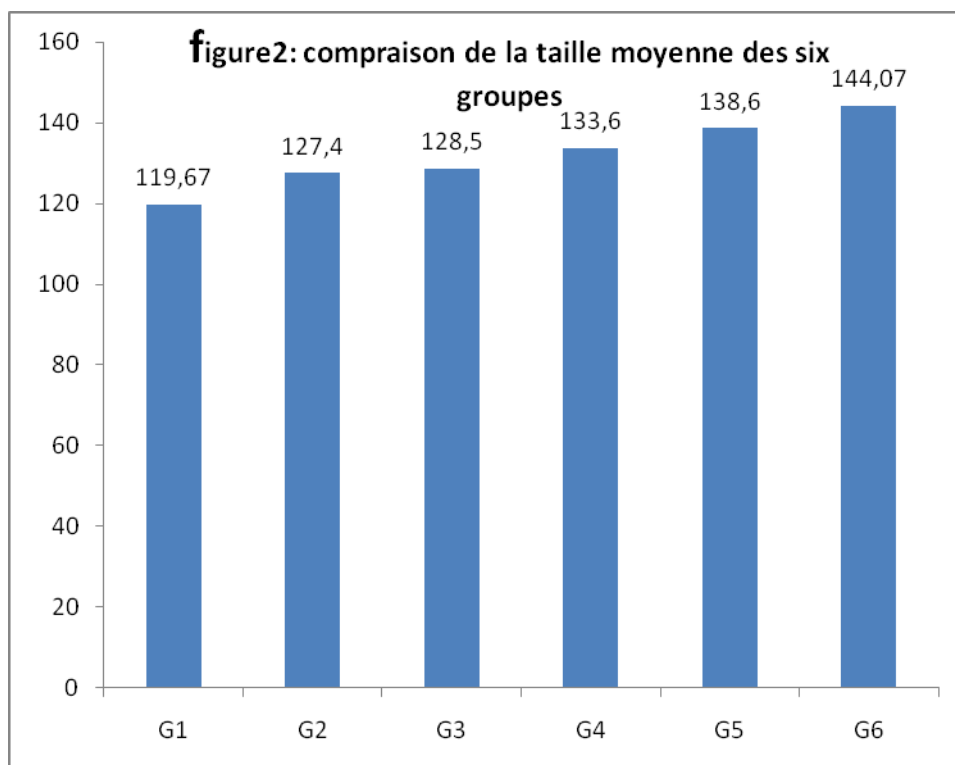
### 3-Comparaison de la taille moyenne des groupes G3 ; G4 ; G5 et G6

**Tableau 3 :**

Groupes	$\alpha$	P	Tailles moyennes comparées en cm	Observations
G3 et G4	0,05	0,002	G3=128,50±5,26 G4=133,60 ±6,48	S
G3 et G5	0,05	0,003	G3=128,50 ±5,26 G5=138,60 ±6,09	S
G3 et G6	0,05	8,41	G3=128,50 ±5,26 G6=144,07 ±7,24	NS
G4 et G5	0,05	0.29	G4=133,60 ±6,48 G5=138,60 ±6,09	NS
G4 et G6	0,05	4.49	G4=133,60 ±6,48 G6=144,07 ±7,24	NS
G5 et G6	0,05	3.36	G5=138,60 ±6,09 G6=144,07 ±7,24	NS

**Analyse :** Seulement une différence de moyenne statistiquement significative est notée entre G3 et G4, et entre G3 et G5.

#### 4-Présentation et comparaison de la taille moyenne des 6 groupes.



## II-Comparaison de la longueur moyenne du membre inférieur des 6 groupes

### 1-Comparaison de la longueur moyenne du membre inférieur du groupe 1 à celles groupes G 2 ; G3 ; G4 ; G5 et G6.

**Tableau 4:**

Groupes	$\alpha$	p	Longueurs moyennes comparées	Observations
G1 et G2	0,05	4,82	G1=62,53±3,52 G2=68,00±5,16	NS
G1 et G3	0,05	0,003	G1=62,53 ±3,52 G3=65,83±5,75	S
G1 et G4	0,05	4,75	G1=62,53±3,52 G4=69,70±4,62	NS
G1 et G5	0,05	1,69	G1=62,53±3,52 G5=70,03±4,99	NS
G1 et G6	0,05	2,18	G1=62,53±3,52 G6=80,63±5,49	NS

**Analyse :** Seule la longueur moyenne du membre inférieur de G3 est significativement plus longue que celle de G1.

## 2- Comparaison de la longueur moyenne du membre inférieur du groupe 2 à celles des groupes G3 ; G4 ; G5 et G6.

Tableau 5 :

Groupes	$\alpha$	p	Longueurs moyennes comparées	Observations
G2 et G3	0,05	0,13	G2=68,00±5,16 G3=65,83±5,75	NS
G2 et G4	0,05	0,18	G2=68,00±5,16 G4=69,70±4,62	NS
G2 et G5	0,05	0,13	G2=68,00±5,16 G5=70,03±4,99	NS
G2 et G6	0,05	1,41	G2=68,00±5,16 G6=80,63±5,49	NS

**Analyse :** Il n'existe aucune différence de moyenne statistiquement significative entre la longueur moyenne du membre inférieur du groupe G2 et celles de G3 ; G4 ; G5 et G6.

### 3-Comparaison de la longueur moyenne du membre inférieur des groupes G3 ;G4 ; G5 et G6

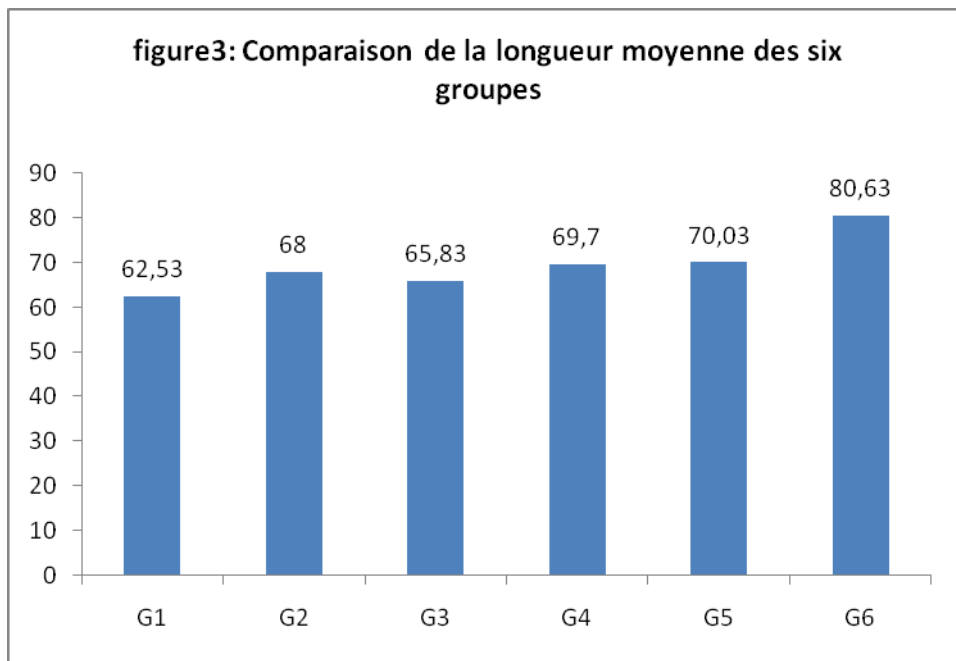
**Tableau 6:**

Groupes	A	P	Longueurs moyennes comparées	Observations
G3 et G4	0,05	0,001	G3=65,83±5,75 G4=69,70±4,62	S
G3 et G5	0,05	0,001	G3=65,83±5,75 G5=70,03±4,99	S
G3 et G6	0,05	1,41	G3=65,83±5,75 G6=80,63±5,49	NS
G4 et G5	0,05	0,32	G4=69,70±4,62 G5=70,03±4,99	NS
G4 et G6	0,05	2,24	G4=69,70±4,62 G6=80,63±5,49	NS
G5 et G6	0,05	3,99	G5=70,03±4,99 G6=80,63±5,49	NS

**Analyse :** Il ressort de ce tableau que les longueurs moyennes du membre inférieur de G4 et G5 sont significativement supérieures à celle de G3.



#### 4-Présentation et comparaison de la longueur moyenne du membre inférieur des 6 groupes.



### III-Comparaison de la vitesse maximale moyenne des 6 groupes (G1 ; G2 ; G3 ; G4 ; G5 et G6).

#### 1- Comparaison de la vitesse maximale moyenne de marche de G1 à celle des cinq autres groupes.

**Tableau 7:**

Groupes	$\alpha$	P	Vitesses moyennes comparées (m/s)	Observations
G1 et G2	0,05	0,0009	V1=2,17 $\pm$ 0,26 V2= 2,37 $\pm$ 0,25	S
G1 et G3	0,05	0,01	V1=2,17 $\pm$ 0,26 V3=2,38 $\pm$ 0,29	S
G1 et G4	0,05	1,87	V1=2,17 $\pm$ 0,26 V4=2,59 $\pm$ 0,33	S
G1 et G5	0,05	4,93	V1=2,17 $\pm$ 0,26 V5=2,62 $\pm$ 0,31	S
G1 et G6	0,05	2,46	V1=2,17 $\pm$ 0,26 V6=2,79 $\pm$ 0,36	S

**Analyse :** Le tableau ci-dessus montre qu'il existe une différence de moyenne statistiquement significative entre la vitesse maximale moyenne de marche du groupe G1 et des autres groupes.

## 2- Comparaison de la vitesse maximale moyenne de marche de G2 à celles de G3 ; G4 ; G5 et G6.

**Tableau 8 :**

Groupes	$\alpha$	P	Vitesses moyennes comparées (m/s)	Observations
G2 et G3	0,05	0,78	V2=2,37 $\pm$ 0,25 V3=2,38 $\pm$ 0,29	NS
G2 et G4	0,05	0,01	V2=2,37 $\pm$ 0,25 V4=2,59 $\pm$ 0,33	S
G2 et G5	0,05	7,59	V2=2,37 $\pm$ 0,25 V5=2,62 $\pm$ 0,31	NS
G2 et G6	0,05	6,04	V2=2,37 $\pm$ 0,25 V6=2,79 $\pm$ 0,36	S

**Analyse :** Le tableau ci-dessus montre que seule une différence de moyenne statistiquement significative est notée entre la vitesse maximale moyenne de marche de G2 et G4.

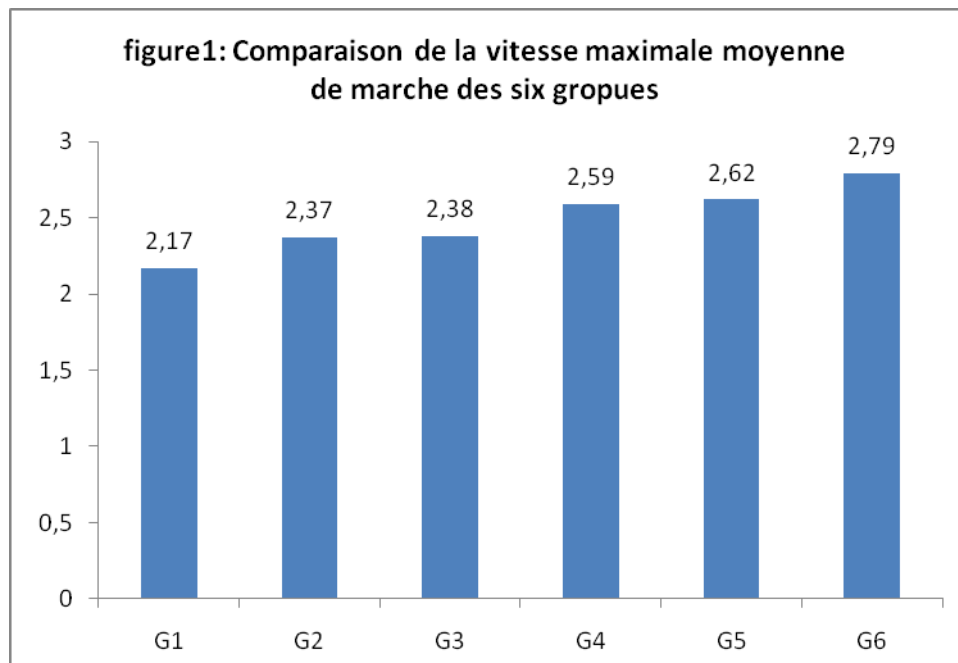
### 3- Comparaison de la vitesse maximale moyenne de marche des groupes G3 ; G4 ; G5 et G6

**Tableau 9 :**

Groupes	$\alpha$	P	Vitesses moyennes comparées (m/s)	Observations
G3 et G4	0.05	0,0008	V3=2,38 $\pm$ 0,29 V4=2,59 $\pm$ 0,33	S
G3 et G5	0.05	0,0004	V3=2,38 $\pm$ 0,29 V5=2,62 $\pm$ 0,31	S
G3 et G6	0.05	1,87	V3=2,38 $\pm$ 0,29 V6=2,79 $\pm$ 0,36	NS
G4 et G5	0.05	0.65	V4=2,59 $\pm$ 0,33 V5=2,62 $\pm$ 0,31	S
G4 et G6	0.05	0.005	V4=2,59 $\pm$ 0,33 V6=2,79 $\pm$ 0,36	S
G5 et G6	0.05	0.029	V5=2,62 $\pm$ 0,31 V6=2,79 $\pm$ 0,36	S

**Analyse :** Le tableau ci-dessus montre qu'aucune différence de moyenne statistiquement significative n'est notée entre G3 et G4.

#### 4-Présentation et comparaison de la vitesse maximale moyenne de marche des six groupes.



#### IV- Comparaison de la vitesse moyenne de marche rapportée à longueur du membre inférieur des 6 groupes.

##### 1-Comparaison de la vitesse moyenne de marche rapportée à la longueur du membre inférieur du groupe 1 à celles des groupes G2 ; G3 ; G4 ; G5 et G6.

**Tableau 10:**

Groupes	$\alpha$	P	Vitesses moyennes comparées en m/s	Observations
G1 et G2	0,05	0,902	G1=3,48±0,43 G2=3,49±0,32	NS
G1 et G3	0,05	0,175	G1=3,48±0,43 G3=3,65±0,49	NS
G1 et G4	0,05	0,031	G1=3,48±0,43 G4=3,73±0,34	S
G1 et G5	0,05	0,031	G1=3,48±0,43 G5=3,76±0,44	S
G1 et G6	0,05	0,911	G1=3,48±0,43 G6=3,47±0,43	NS

**2-Comparaison de la vitesse moyenne de marche rapportée à la longueur du membre inférieur du groupe2 à celles de G3 ; G4 ; G5 et G6.**

**Tableau 11 :**

<b>Groupes</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>P</b>	<b>Vitesses moyennes comparées en m/s</b>	<b>Observations</b>
G2 et G3	0,05	0,206	G2=3,49±0,32 G3=3,65±0,49	NS
G2 et G4	0,05	0,006	G2=3,49±0,32 G4=3,73±0,34	S
G2 et G5	0,05	0,015	G2=3,49±0,32 G5=3,76±0,44	S
G2 et G6	0,05	0,826	G2=3,49±0,32 G6=3,47±0,43	NS

### 3-Comparaison de la vitesse moyenne de marche rapportée à la longueur du membre inférieur des groupes G3 ; G4 ; G5 et G6

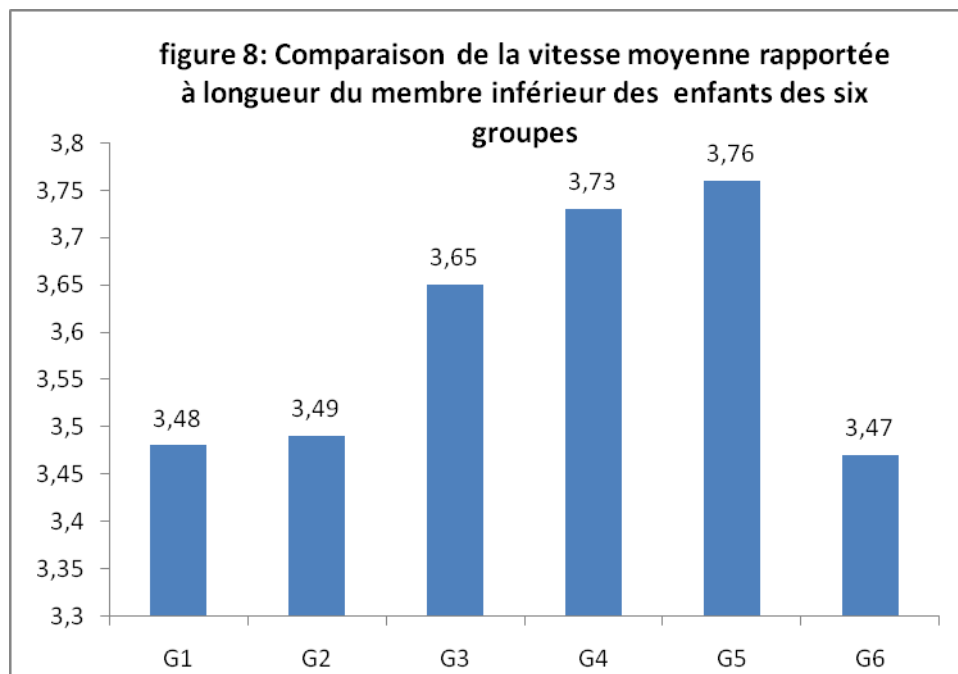
**Tableau 12 :**

Groupes	$\alpha$	P	vitesse moyennes comparées en m/s	Observations
G3 et G4	0,05	0,467	G3=3,65±0,49 G4=3,73±0,34	NS
G3 et G5	0,05	0,289	G3=3,65±0,49 G5=3,76±0,44	NS
G3 et G6	0,05	0,182	G3= 3,65±0,49 G6=3,47±0,43	NS
G4 et G5	0,05	0,742	G4=3,73±0,34 G5=3,76±0,44	NS
G4 et G6	0,05	0,013	G4=3,73±0,34 G6=3,47±0,43	S
G5 et G6	0,05	0,024	G5=3,76±0,44 G6=3,47±0,43	S

**ANALYSE :** Au niveau des tableaux X, XI et XII une différence de moyenne statistiquement significative est notée entre G1 et G4 ; entre G1 et G5; entre G2 et G4 ; entre G2 et G5 ; entre G4 et G6 et entre G5 et G6.



#### 4- Présentation et comparaison de la vitesse moyenne de marche rapportée à la longueur du membre inférieur des six groupes



# ***CHAPITRE IV :***

# ***DISCUSSION***

---

Notre discussion s'articule autour de deux points :

-la vitesse maximale absolue de marche des enfants,

-la vitesse maximale de marche des enfants rapportée à la longueur du membre inférieur.

La vitesse maximale moyenne de marche des enfants de sept ans ( $2,17 \pm 0,26$  m/s) est significativement ( $P < 0,05$ ) inférieure à celles des cinq autres groupes (Tableau 7).

Si on se focalise sur la vitesse maximale moyenne de marche des enfants de neuf ans ( $2,38 \pm 0,29$  m/s), celle-ci est significativement inférieure à celles des enfants de dix ans ( $2,59 \pm 0,33$  m/s), de onze ans ( $2,62 \pm 0,31$  m/s) (Tableau 8).

Si on confronte les enfants de dix ans ( $2,59 \pm 0,33$  m/s), de onze ans ( $2,62 \pm 0,31$  m/s) et de douze ans ( $2,79 \pm 0,36$  m/s) entre eux, on constate que la vitesse maximale moyenne de marche des enfants de douze ans est significativement supérieure (Tableau 9).

Ces résultats ci-dessus sont en adéquation avec ceux de Noguchi [16], Takegami [17], Katoch [18], Gorton [19] et Oeffinger [20] qui ont accepté que des enfants d'âges différents marchent à des vitesses différentes. Cependant certains de nos résultats pourraient être en contradiction avec ceux des auteurs ci-dessus car la vitesse maximale moyenne de marche des enfants de huit ans (G2) n'est pas significativement ( $P < 0,05$ ) inférieure à celles de G3, de G5 et de G6 (Tableau 8).

En outre la vitesse maximale moyenne de marche des enfants de neuf ans ( $2,38 \pm 0,29$  m/s) n'est pas significativement différente à celles des enfants de douze ans ( $2,79 \pm 0,36$  m/s) ; et celle des enfants de dix ans ( $2,59 \pm 0,33$  m/s) non significativement différente à celle des enfants de onze ans ( $2,62 \pm 0,31$  m/s). Cette contradiction pourrait être attribuée au fait que certains enfants n'ont pas réellement marché à leur vitesse maximale. Ils étaient plutôt distraits par les cellules photo électriques.

Rapportée à la longueur du membre inférieur, la vitesse maximale de marche des enfants de dix ans ( $3,73 \pm 0,34$ ), de onze ans ( $3,76 \pm 0,44$ ) sont significativement supérieures à celles des enfants de sept ans ( $3,48 \pm 0,43$ ) et de huit ans ( $3,49 \pm 0,32$ ).

A notre grande surprise la vitesse maximale de marche rapportée à la longueur du membre inférieur des enfants de douze ans ( $3,47 \pm 0,43$ ) est significativement inférieure à celle des enfants de dix ans ( $3,73 \pm 0,34$ ) et de onze ans ( $3,76 \pm 0,44$ ).

Si on compare la vitesse rapportée à la longueur du membre inférieure des enfants de sept ans à celle des enfants de huit ans et de neuf ans, on ne note aucune différence significative. Il en est de même entre les enfants de huit ans et de neuf ans, entre les enfants de huit ans et de douze ans, entre les enfants de neuf ans et dix ans, entre les enfants de neuf ans et de onze ans, entre les enfants de neuf ans et de douze ans et entre les enfants de dix ans et de onze ans.

Nous avons utilisé la longueur du membre inférieur comme facteur de normalisation géométrique car celle-ci est plus liée à la fonction du membre inférieur qu'à la taille [29]. Cependant Sutherland recommande de réserver cette normalisation pour les enfants de quatre ans et plus pour éviter les changements des paramètres spatiaux temporels influencés par la maturation du système nerveux central.

# ***CONCLUSION***

---

L'objectif de notre étude était d'évaluer et de comparer la vitesse maximale de marche des garçons sénégalais âgés de sept à douze ans.

Notre échantillon était constitué de six groupes de trente enfants chacun. Nous avons mesuré la vitesse maximale de marche de chaque enfant sur une distance de quinze mètres. Nous avons comparé la vitesse maximale moyenne et la vitesse maximale de marche rapportée à la longueur du membre inférieur des groupes deux à deux à l'aide d'un test student.

Il ressort de notre étude que :

-la vitesse maximale moyenne de marche des enfants de sept ans, de huit ans, de neuf ans, de dix ans, de onze et de douze ans sont respectivement 2,17m/s, 2,37m/s, 2,38m/s, 2,59m/s, 2,62m/ et 2,79m/s,

-la vitesse maximale moyenne de marche des enfants de sept ans est significativement inférieure à celles des cinq autres groupes,

-à l'exception des enfants de neuf ans la vitesse maximale moyenne de marche des enfants de douze ans est significativement supérieure à celles des enfants des autres groupes.

# ***PERSPECTIVES***

---

Evaluation et comparaison de la vitesse maximale de marche des garçons sénégalais âgés de sept à douze ans.

Il serait intéressant de poursuivre cette étude avec un échantillon beaucoup plus représentatif des garçons sénégalais de sept à douze ans pour obtenir des valeurs moyennes qui pourraient être généralisées.

En outre ces valeurs pourraient servir de repères aux chirurgiens orthopédiques et aux médecins rééducateurs de la marche.



# ***BIBLIOGRAPHIE***

---

## **1-Pe-Olof Astrand**

Précis de physiologie de l'exercice musculaire.

2<sup>ème</sup> édition ; Masson, Paris, 1972, p. 433.

## **2- Pratt DJ.**

Some aspects of modern orthotics.

Physiol Meas, 1994; 15(1): 1-27.

## **3- Joffeir J.**

Gait disturbance.

Austr Family Physicians, 1992; 21 (10): 1437-40.

## **4- Bonnel F, Chevrel JP, Outrquin G.**

Anatomie Clinique : Les membres.

Springer-Verlag (France), 1996, 600 p.

## **5- Rossant L.**

L'éveil Psychomoteur du jeune enfant.

Que sais-je ? (France), 1996, pp 14-19.

## **6-Viel E.**

La marche humaine, la course et le saut. Biomécanique, explorations, normes et dysfonctionnements.

Editions Masson (Paris), 2000, p. 187-189.

**7- Vandervael F.**

Analyse des mouvements du corps humain.

Paris ; Malone, 1976 : 167p.

**8- Massion J.**

Cerveau et motricité ; fonctions sensori-motrices.

Presses universitaires de France (Paris), 1997, pp 78-85.

**9-Ducroquet RJ, Ducroquet R.**

La marche et les boiteries. Etude des marches normales et pathologiques.

Edition Masson (Paris), 1965, pp 1-280.

**10- Dewar ME, Judge G.**

Temporal asymmetry as a gait quality indicator.

Med Biol Eng Comput, 1980; 18: 689-693.

**11- Ounpuu S, Gage JR, Davis RB.**

Three-dimensional lower extremity joint kinetics in normal pediatric gait.

J Pediatr Orthop, 1991; 11: 341-349.

**12- Prei S, Klemms A, Muller K.**

Gait analysis by measuring ground reaction forces in children: changes to an adaptive gait pattern between the ages of one and five years.

Dev Med Child Neurol, 1997; 39: 228-233.

**13- Wagner J, carlier C.**

Biomecanique de la marche.

In : cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Conférences d'enseignement n°22, Expansion Scientifique française (Paris), 1985, pp 69-82.

**14- Norlin R, Odenrick P, Sandlund B.**

Development of gait In the normal child.

J Pediatr Orthop, 1981; 1:261-266.

**15- Menkveld SR, Knipstein DPM, Quinn BS.**

Analysis of gait patterns in normal school-aged children.

J Pediatr Orthop, 1988; 8:263-7.

**16- Noguchi M, Hmamura A, Matsuasaka N, et al.**

Development of gait in childhood.

In: Winter, D.A., Norman, RW., Wells, R.P., Hyes, K.C., Ptha, eds. Biomechanics IX-A. Champaign: Human Kinetics, 1985: 462-7.

**17- Takegami Y. Wave**

Pattern of ground reaction force of growing children.

J Pediatr Orthop, 1992; 12: 522-6.

**18- Katoh M, Mochizuki T, Moriyama A.**

Changes of sagittal plane ankle motion and ground reaction forces (force and shear) in normal children aged four to 10 years.

Develop Med Child Neurol, 1993; 35:417-23.

**19- Gorton GE, Stevens CLM, Masso PD, Vannah WM.**

Repeatability of the walking patterns of normal children.

Gait Posture, 1997; 5 (2): 155.

**20- Oeffinger DJ, Augsburg S, Cupp T.**

Pediatric Kinetics: age related changes in able-bodied populations.

Gait Posture, 1997; 5 (2):155-6.

21- **Rose-Jacobs R.**

Development of gait at slow, free, and fast speeds in 3- and 5-year-old children.

Phys Ther, 1983; 63: 1251-9.

22- **Engsberg JR, Lee AG, Tedford KG, et al.**

Normative ground reaction force data for able-bodied and below-knee-amputee children during walking.

J Pediatr Orthop, 1993; 13:169-73.

23- **Beck RJ, Andriacchi TP, Kuo KN, Fermier RW, Galante JO.**

Changes in the gait patterns of growing children.

J Bone Joint Surg (Am), 1981; 63: 1452-7.

24- **Stanfield BW, Hillman SJ, Hazewood ME, et al.**

Normalized Speed, Not Age, Characterizes Ground Reaction Force Patterns in 5- to 12-year-Old Children Walking at Self-Selected Speeds.

J Pediatr Orthop, 2001; 21: 295-402.

25- **Hof et al.**

Scaling gait data to body size.

Gait Posture, 1996; 4:222-223.

26- **Doutrelot PL.**

Analyse critique de l'utilisation du tapis roulant dans l'étude biomécanique de la locomotion. Mémoire de DEA « Sciences et techniques appliquées au handicap et à la réadaptation ».

Université de Bourgogne, 1992, pp 1-70.

27- **Griev DW, Gear RJ.**

The relationships between length of stride, step frequency, time of swing and speed of walking for children and adults.

Ergonomics, 1966; 5: 379-99.

**28- Scrutton DR.**

Footprint sequences of normal children under five years old.

Dev Med Child Neurol, 1969; 11:44-53.

**29- Sutherland DH, Olshen RA, Biden EN et al.**

The development of mature walking.

Oxford: Mac Keith Press, Blacwell Scientific, 1988; 163-77.

**30- Todd FN, Lamoureux LW, Skinner SR, et al.**

Variations in the gait of normal children. A graph applicable to the documentation of abnormalities.

J Bone Joint Surg, 1989. 71-a/ 196-204.

**31- Wheelwright EF, Minns RA, Law HT, Elton RA.**

Temporal and spatial parameters of gait in children, I: normal control data.

Dev Med Child Neurol, 1993; 35 (2):102-13.

**32- Sutherland DH, Hagy JL.**

Measurement of gait movements from motion picture film.

J Bone Joint Surg, 1972; 54-A:787-97.

**33- Sutherlands D.**

The development of mature gait.

Gait Posture, 1997; 6:163-170.

**34- Grundy M, Tosh PA, McLeish RD, Smidt L.**

An investigation of centres of pressure under the foot while walking.

J bone Surg, 1975; 57-B:98-103.

**35- Andriacchi TP, Olge JA, Galante JO.**

Evaluation et comparaison de la vitesse maximale de marche des garçons sénégalais âgés de sept à douze ans.

Walking speed as a basic for normal and abnormal gait measurements.

J Biomech, 1977; 10: 261-8.

36- **Doutrelot PL, Durlent V, Lagersie M, et al.**

Mesure de la force vertical d'appui au cours de la marche: etude comparative entre plate-forme dynamométrique et système portable à multicateurs plantaires.

Ann Réadapt Med Phys, 1997 ; 40 : 37-42.

37- **Zarrugh MY.**

Power requirements and mechanical efficiency of treadmill walking.

J Biomech, 1981; 14: 157-165.

38- **Lamoureux LW.**

Kinematic measurements in the study of human walking.

Bull Prosth Res, 1971; 10: 3-84.

39- **Giakas G, Baltzopoulos V, Dangerfield PH, Dorgan JC, Dalmira S.**

Comparison of Gait Patterns Between Healthy and Scoliotic Patients Using Time and Frequency Domain Analysis of Ground Reaction Forces.

Spine, 1996; 21: 2235-42.

40- **White SC, Tucker CA, Bangaccio JA, Lin HY.**

Relation of vertical ground reaction forces to walking speed.

Gait Posture, 1996; 4: 206.

41- **Rosenrot P.**

Asymmetry of gait and the relationship to lower limb dominance.

Hum Locomotion, 1980; 1:26-7.