



**EFFET DU PORT DE CHARGE CEPHALIQUE
SUR LES PARAMETRES CINEMATQUES DE LA
MARCHE CHEZ LES ENFANTS DE 8 A 11 ANS DANS
LA VILLE DE PORTO-NOVO, BENINⁱ**

**Kabore André^{1,2},
Hounmenou Mahoutin Alain²,
Falola Stève Marjelin Donan²,
Tiama Adama²,
Kabore Ahmed³ⁱⁱ,
Tognon Hermine Akossito³,
Falola Jean-Marie¹**

¹Unité de Recherche en Biomécanique et Performance (URBioP),
Institut National de la Jeunesse, de l'Éducation Physique et du Sport (INJEPS),
Université d'Abomey-Calavi,
01 BP : 169 Porto-Novo,
Bénin

²Laboratoire de Physiologie de l'Effort (LAPEF),
Université d'Abomey-Calavi (Bénin),
Institut National de la Jeunesse de l'Éducation Physique et du Sport (INJEPS),
01 BP 169 Porto-Novo,
Bénin

³Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Santé (UFR/SDS),
Université Joseph Ki-Zerbo,
Burkina Faso

Résumé :

Introduction : Le port de charge céphalique, technique de portage couramment utilisée par les enfants en Afrique de l'ouest dans le domaine commercial et autour des travaux domestiques, n'est pas sans conséquence sur leur santé. Le but de cette étude expérimentale est d'évaluer les effets induits par le portage céphalique sur les paramètres cinématiques de la marche chez des enfants au Bénin. **Méthode :** 36 enfants âgés de 8 à 11 ans et porteurs de charge céphalique ont pris part à l'étude. Les données ont été traitées avec le logiciel statistique R 3.1.0 sous l'interface Rstudio. La statistique descriptive a permis d'explorer les paramètres cinématiques. L'analyse de variance à mesures répétées a été effectuée pour déterminer les paramètres affectés par la charge portée. Le Test t de

ⁱ EFFECT OF CEPHALIC LOAD CARRIER ON THE KINEMATIC PARAMETERS OF THE WALKING AMONG CHILDREN AGED 8 TO 11 YEARS OLD IN THE CITY OF PORTO-NOVO, BENIN

ⁱⁱ Correspondence: email ahmedkaboreza@gmail.com

Student pour échantillons indépendants a permis de déterminer les différences significatives entre la condition de portage sans charge et celle avec charge. Le niveau de significativité des tests statistiques est fixé à $p < 0,05$. L'âge moyen des sujets est de $9,61 \pm 1,23$ ans avec 3 ans au moins d'expérience dans la pratique de port de charge céphalique. **Résultat** : Après analyse de plusieurs charges allant de 0 à 40% de la masse corporelle, une perturbation de la durée de mise en charge a été observée lors de la phase d'oscillation à partir de 35% de la masse corporelle ($p = 0,0124$). **Conclusion** : les enfants de 8 à 11 ans d'échantillon peuvent porter sur la tête, une charge correspondant à 30% de leur masse corporelle sans une perturbation majeure des paramètres cinématiques.

Mots clés : marche, paramètres cinématiques, port de charge céphalique

Abstract:

Introduction: The cephalic carrying of loads, a technique commonly used by children in West Africa in commercial and domestic settings, is not without consequences on their health. The aim of this experimental study was to evaluate the effects of head carrying on kinematic parameters of walking in children in Benin. **Method:** 36 children aged 8 to 11 years and carrying a cephalic load took part in the study. The data were processed with the statistical software R 3.1.0 under the Rstudio interface. Descriptive statistics were used to explore kinematic parameters. Repeated measures analysis of variance was performed to determine the parameters affected by the load carried. Student's t-test for independent samples was used to determine significant differences between the no-load and loaded carrying conditions. The level of significance for statistical tests is set at $p < 0.05$. The average age of the subjects was 9.61 ± 1.23 years with at least 3 years of experience in cephalic load carrying. **Result:** After analysis of several loads ranging from 0 to 40% of body mass, a disturbance of the loading duration was observed during the swing phase from 35% of body mass ($p = 0.0124$). **Conclusion:** Children aged 8 to 11 years in the sample can carry a load corresponding to 30% of their body mass on their head without a major disturbance of the kinematic parameters.

Keywords: walking, kinematic parameters, cephalic load bearing

1. Introduction

L'Homme à un moment de sa vie, que ce soit dans un but professionnel, récréatif ou de survie, est amené à porter des masses additionnelles (Grenier et al., 2012). Le corps humain a toujours fait l'objet de sollicitation avant la domestication des animaux (Kapur, 1949). L'histoire des peuples a montré que dans toutes les civilisations, diverses techniques ont été inventées pour déplacer les objets d'un lieu à un autre, quel que soient leur poids et leur volume (Nakou et al., 2014).

Autres portefaix ont disparu pour faire place à la machine. Par contre, dans les pays en développement où l'infrastructure routière est déficiente, ajoutée au poids des pratiques socioculturelles et à la pauvreté, le portage humain fait partie intégrante de la vie sociale et économique (Falola et al., 2009).

Au Sénégal, au Ghana et dans la plupart des pays côtiers de l'Afrique de l'Ouest, la charge se porte généralement sur la tête (Andre-Georges, 1987). Partie intégrante des mécanismes de survie et d'identification sociale, les femmes et les enfants l'utilisent au cours des activités d'approvisionnement et de vente (Falola et al., 2009). Le port de charge céphalique est une pratique courante chez la plupart des enfants béninois aussi bien en zones rurales que dans les milieux urbains (Falola et al., 2009). Des études ont montré que, 6% des enfants portent des charges inférieures à 20% de leur masse corporelle ; 13% des charges variant entre 20% et 40% de leur masse corporelle ; 64% des charges entre 40% et 100% de leur masse corporelle et 17% des enfants surchargent leur rachis à plus de 100% de leur masse corporelle (Akplogan et al., 2016). Cette pratique n'est pas sans conséquence sur la santé des enfants en pleine croissance. L'ignorance ou les habitudes culturelles de ces comportements à risques pourraient affecter dangereusement cette période fragile dans le développement des enfants et partant les stades ultérieurs de la vie.

Les études réalisées sur le port de charge céphalique chez les enfants ont du point de vue biomécanique, montré des traumatismes et des dysfonctionnements induits sur le rachis (Hounmenou et al., 2014). En effet, lors du port de charge sur la tête, la quasi-totalité de la charge portée repose sur la structure principale qui est la colonne vertébrale (Agarwal et al., 1997). Cette colonne subit des contraintes considérables conduisant à l'altération discale (Jäger et al., 1997). En plus, des études établissent que le port de charge sur la tête engendre des déviations du rachis cervical susceptibles de conduire à des pathologies comme les cervicalgies et les lombalgies chez des adultes (Dansou et al., 2006). Cette activité de portage provoque aussi des tassements des disques intervertébraux cervicaux et lombaires chez les enfants (Hounmenou et al., 2014). En Afrique du Sud, le transport d'eau sur la tête est à l'origine de troubles musculo-squelettiques (TMS) chez les enfants (Geere et al., 2010).

Les études portant sur le port de charge céphalique chez les enfants restent peu fournies dans la littérature encore moins celles relatives à la perturbation que cette technique de portage pourrait avoir sur la qualité de la marche. Toutefois, plusieurs auteurs ont travaillé sur l'effet induit par le port du sac à dos sur la cinématique de la marche chez les enfants (Song et al., 2014) (Hong & Cheung, 2003). Ainsi lorsqu'une personne s'éloigne de la vitesse de locomotion qu'elle a librement choisie, la performance cognitive réalisée simultanément à cette locomotion se dégrade (Brisswalter et al., 1995). C'est dire donc qu'il existe une vitesse adoptée naturellement par l'être humain pour laquelle la stabilité est optimale puis le coût attentionnel et énergétique est faible. En amont ou en aval de cette vitesse, le coût attentionnel et énergétique est élevé (Zarrugh et al., 1974). En déplacement, dès qu'une personne s'éloigne de l'allure préférentielle, le

patron locomoteur est modifié (Brisswalter et al., 1995). La perturbation du patron locomoteur de la marche peut affecter la qualité de la marche et engendrer une diminution progressive de l'autonomie du sujet (Falola et al., 2009) (Warzee & Petermans, 2007). Le principal risque de cette déstabilisation du patron locomoteur de la marche est la chute avec des conséquences telles que les fractures ou les foulures. Cependant, lorsqu'il se déplace sans aucune contrainte, l'être humain tend à choisir naturellement et automatiquement une vitesse qui sera à la fois, la plus stable et la moins coûteuse en attention, ce pour la marche ou la course (Dorgans et al., 2005).

Le port de charge considéré comme une pratique de manœuvre qui consiste à garder sur soi un objet externe ou interne au cours d'un déplacement constitue donc une contrainte supplémentaire susceptible d'influencer certains paramètres de la marche (Falola et al., 2009). Aussi, d'autres travaux de recherche rapportent qu'une charge additionnelle sur le dos, supérieure à 15% de la masse corporelle (MC) crée une augmentation de la durée du cycle de marche et de la phase d'appui (Song et al., 2014). Quand la charge atteint 20% de la MC, elle induit une diminution de la durée de la phase d'oscillation (Song et al., 2014) (Hong & Cheung, 2003). Aussi la fréquence de pas et la vitesse de marche connaissent une diminution significative au fur et à mesure que la charge portée augmente (Hong & Cheung, 2003).

Au regard de ce qui précède, nous avons voulu à travers cette étude évaluer l'influence du port de charge céphalique sur les paramètres cinématiques de la marche chez les enfants.

2. Matériels et Methodes

Il s'agit d'une étude de type expérimentale réalisée au sein de l'Unité de Recherche en Biomécanique et Performance (URBioP) de l'Institut National de la Jeunesse, de l'Éducation Physique et du Sport (INJEPS) de Porto-Novo au Bénin. Les participants à l'étude étaient constitués des enfants (filles et garçons) âgés de 8 à 11 ans porteurs de charge céphalique de la ville de Porto-Novo ayant au moins trois ans d'expérience. Tous les enfants étaient apparemment sains. Les parents ou tuteurs ont donné leur accord quant à la participation de leurs enfants à l'étude en signant une fiche de consentement libre éclairée et écrite. L'échantillon d'étude constitué par la méthode non aléatoire et la technique à choix raisonné a permis de recueillir les données chez 36 sujets dont 18 garçons et 18 filles.

- Une fiche de recueil de données a permis de consigner les informations concernant le vécu du sujet et sa pratique dans le cadre du portage céphalique.
- Un pese-personne électronique, (QU-2003A, Seca France) d'étendue 150 kg et de précision 0,1 kg, a été utilisé pour mesurer la masse corporelle du sujet.
- Une toise murale (body mètre Séca 206, France) de portée 2,20 m et de précision 1 mm près a servi pour mesurer la taille du sujet.

- Un cardio-fréquence-mètre électronique, (Polar RS 800 sd, Finlande) a été utilisé pour la mesure de la fréquence cardiaque.
- Un système Opto-Jump Next (Microgate, version 1.8.10.0, Suisse) a été utilisé pour recueillir les paramètres cinématiques de la marche. Un système de câbles de connexion relié à l'ordinateur permet le transfert et l'enregistrement automatique des paramètres cinématiques lorsque le sujet marche sur le tapis roulant.
- Un tapis roulant (WNG, F1-5000 J, Chine) d'une inclinaison -5° à $+25^{\circ}$ a été utilisé comme support de marche.

Deux sessions séparées par un intervalle de trois jours au laboratoire ont été nécessaires pour chaque sujet selon le protocole mis en place. La première session a permis aux sujets de se familiariser au matériel de laboratoire et de déterminer la vitesse de marche librement choisie. La deuxième session fut consacrée au recueil des données. Le temps de passage est de 6 minutes pour chaque charge portée. Après chaque passage, le sujet est mis au repos jusqu'à ce que la valeur affichée par le cardio-fréquence-mètre indique une récupération complète avant un second passage.

Les données obtenues ont été traitées avec le logiciel statistique R 3.1.0 sous l'interface Rstudio. La statistique descriptive a permis d'explorer les paramètres cinématiques. Pour chaque variable, la moyenne et l'écart type ont été calculés. L'analyse de variance à mesures répétées a été effectuée pour déterminer de façon générale les paramètres affectés par la charge portée. Le Test t de Student pour échantillons indépendants a permis de déterminer les différences significatives entre la condition de portage sans charge et celle avec charge. Le niveau de significativité des tests statistiques fixé à $p < 0,05$.

3. Resultats

Les caractéristiques biométriques de la population d'étude se présente comme suit : 36 enfants dont 18 garçons et 18 filles âgés en moyenne de $9,61 \pm 1,23$ ans, ayant une taille et un IMC moyen respectif de $130,38 \pm 8,37$ cm puis $15,16 \pm 1,6$ kg/m². Les différences entre les individus étaient non significatives ($p > 0,05$), quel que soit le paramètre biométrique considéré. L'échantillon de l'étude se révèle être un groupe homogène (Tableau 1).

Tableau I : Caractéristiques anthropométriques des sujets

	Moyennes \pm écart types
Age (ans)	$9,61 \pm 1,23$
Taille (cm)	$130,38 \pm 8,37$
MC (kg)	$25,94 \pm 4,62$
IMC	$15,16 \pm 1,6$

MC : Masse Corporelle IMC : Indice de masse corporelle.

3.1 Les paramètres de la phase d'appui

Tableau II : Variation des paramètres de la phase d'appui de la marche à différents niveaux de charges portées

Paramètres de la phase d'appui									
	Lp	TC	DDA	DSA	LCM	DCM	DP	Dist	
SC	38,11 ± 5,37	0,59 ± 0,10	0,07 ± 0,01	0,58 ± 0,12	76,55 ± 10,87	1,13 ± 0,20	0,56 ± 0,09	21672,06 ± 2795,65	
C ₁₀	40,05 ± 11,44	0,62 ± 0,22	0,07 ± 0,01	0,61 ± 0,21	80,42 ± 22,83	1,21 ± 0,45	0,59 ± 0,23	20821,06 ± 4430,93	
C ₁₅	40,10 ± 11,92	0,61 ± 0,21	0,07 ± 0,01	0,62 ± 0,22	80,58 ± 23,80	1,20 ± 0,46	0,59 ± 0,22	21507,31 ± 3301,80	
C ₂₀	39,64 ± 11,46	0,60 ± 0,22	0,07 ± 0,01	0,60 ± 0,22	79,67 ± 22,98	1,15 ± 0,48	0,57 ± 0,22	21639,44 ± 2785,43	
C ₂₅	37,12 ± 5,81	0,55 ± 0,10	0,07 ± 0,01	0,55 ± 0,15	75,24 ± 11,27	1,03 ± 0,26	0,51 ± 0,11	21622,08 ± 2828,26	
C ₃₀	39,38 ± 10,85	0,58 ± 0,21	0,07 ± 0,01	0,59 ± 0,22	79,20 ± 21,72	1,09 ± 0,46	0,54 ± 0,21	21672,14 ± 2763,53	
C ₃₅	37,53 ± 5,55	0,53 ± 0,10	0,07 ± 0,01	0,55 ± 0,13	75,45 ± 11,34	0,99 ± 0,28	0,50 ± 0,11	21625,42 ± 2813,31	
C ₄₀	37,17 ± 4,65	0,54 ± 0,11	0,08 ± 0,06	0,54 ± 0,14	74,91 ± 9,31	1,01 ± 0,28	0,50 ± 0,11	21307,89 ± 3051,33	

Note : Les chiffres dans le tableau représentent les valeurs moyennes ± écart types. SC : Sans Charge correspondant à 0% de la MC ; C₁₀ : Charge correspondant à 10% de la MC ; C₁₅ : Charge correspondant à 15% de la MC ; C₂₀ : Charge correspondant à 20% de la MC ; C₂₅ : Charge correspondant à 25% de la MC ; C₃₀ : Charge correspondant à 30% de la MC ; C₃₅ : Charge correspondant à 35% de la MC ; C₄₀ : Charge correspondant à 40% de la MC; Lp : Longueur de pas; TC : Temps de Contact ; DDA: Durée de Double Appui; DSA : Durée de Simple Appui ; DCM : Durée du Cycle de Marche ; LCM : Longueur du Cycle de Marche; DP : Durée du Pas ; Dist : Distance parcourue.

Tableau III : Variation des paramètres de la marche à différents niveaux de charges portées

Les paramètres de la phase d'oscillation				
	DPO	PPO	DPP	DMC
SC	0,58 ± 0,12	46,73 ± 9,21	0,56 ± 0,07	0,03 ± 0,01
C ₁₀	0,61 ± 0,21	46,88 ± 4,74	0,60 ± 0,21	0,03 ± 0,01
C ₁₅	0,62 ± 0,22	47,05 ± 4,87	0,60 ± 0,21	0,03 ± 0,01
C ₂₀	0,60 ± 0,22	47,58 ± 5,62	0,59 ± 0,20	0,03 ± 0,00
C ₂₅	0,54 ± 0,14	45,51 ± 6,93	0,55 ± 0,08	0,03 ± 0,01
C ₃₀	0,59 ± 0,22	46,79 ± 5,17	0,58 ± 0,20	0,03 ± 0,01
C ₃₅	0,55 ± 0,13	46,29 ± 6,37	0,56 ± 0,09	0,02 ± 0,01*
C ₄₀	0,54 ± 0,14	46,07 ± 7,71	0,54 ± 0,07	0,02 ± 0,01 *

Note : Les chiffres dans le tableau représentent les valeurs moyennes ± écart types. SC : Sans Charge correspondant à 0% de la MC ; C₁₀ : Charge correspondant à 10% de la MC ; C₁₅ : Charge correspondant à 15% de la MC ; C₂₀ : Charge correspondant à 20% de la MC ; C₂₅ : Charge correspondant à 25% de la MC ; C₃₀ : Charge

correspondant à 30% de la MC ; C₃₅: Charge correspondant à 35% de la MC ; C₄₀: Charge correspondant à 40% de la MC ; DPO : Durée de la Phase d'Oscillation ; PPO : Pourcentage de la Phase d'Oscillation ; DPPO : Durée de la Phase de Pré Oscillation ; DPP : Durée de la Phase Propulsive ; DMC : Durée de la Mise en Charge ; *: Différence significative à $p < 0,05$.

Tableau IV : Evolution des paramètres de variabilité du cycle de marche à différents niveaux de charges portées

Les paramètres de variabilité	RM	Fp
SC	0,0019 ± 0,0046	47,33 ± 21,71
C ₁₀	0,0013 ± 0,0026	47,92 ± 18,62
C ₁₅	0,0022 ± 0,0047	44,58 ± 22,60
C ₂₀	0,0016 ± 0,0024	47,17 ± 23,05
C ₂₅	0,0029 ± 0,0061	43,31 ± 25,90
C ₃₀	0,0024 ± 0,0053	44,17 ± 23,95
C ₃₅	0,0019 ± 0,0025	42,06 ± 22,49
C ₄₀	0,0019 ± 0,0049	44,44 ± 23,56

Note : Les chiffres dans le tableau représentent les valeurs moyennes ± écart types. SC : Sans Charge correspondant à 0% de la MC ; C₁₀: Charge correspondant à 10% de la MC ; C₁₅: Charge correspondant à 15% de la MC ; C₂₀: Charge correspondant à 20% de la MC ; C₂₅: Charge correspondant à 25% de la MC ; C₃₀: Charge correspondant à 30% de la MC ; C₃₅: Charge correspondant à 35% de la MC ; C₄₀: Charge correspondant à 40% de la MC ; RM : Rapport de marche ; Fp : Fréquence de pas.

4. Discussion

Les résultats obtenus chez les 36 enfants (18 garçons et 18 filles) de notre échantillon montrent qu'ils sont très jeunes au regard de l'âge moyen qui est de 9,61 ans et de l'expérience (trois ans au moins) acquise dans le domaine du portage.

Les caractéristiques physiques et morphologiques de nos sujets indiquent bien qu'il s'agit d'une population vulnérable (Érikson, 1946). Leur croissance non achevée les expose davantage à d'énormes risques de traumatismes, notamment le mal de dos préjudiciable à l'âge adulte (Chansirinukor et al., 2001).

Les résultats de l'étude révèlent également que les enfants porteurs ont un profil d'enfants scolarisés (100% de l'échantillon), cela montre l'ampleur du phénomène vu que les enfants non scolarisés sont beaucoup plus actifs dans des activités domestiques et commerciales. La réalité du vécu quotidien des enfants sur le port de charge céphalique au Bénin est donc vérifiée (Nakou et al., 2014).

Du point de vue biomécanique, l'observation des différents paramètres de la phase d'appui (Lp; TC; DDA; DSA; DCM; LCM; DP; Dist) ne révèle pas de différences significatives quelle que soit la charge portée. Ces résultats viennent confirmer les travaux de Griffin et al. (2003) qui stipulent qu'en ce qui concerne les paramètres spatio-temporels de la marche, à vitesse constante, le portage céphalique n'induit pas de modification de la durée du cycle de marche lorsque la masse portée est inférieure à 30-40 % chez des adultes (Griffin et al., 2003). Cependant chez les enfants porteurs de sacs à dos, des adaptations de comportement apparaissent, modifiant la coordination au niveau des membres inférieurs à partir de 15% de la MC (Hong & Cheung, 2003). La technique dite axiale adoptée au cours du portage céphalique est très proche de la « position anatomique » de référence et expliquerait cette différence de résultats obtenus entre les deux techniques.

De l'analyse des résultats des paramètres de la phase d'oscillation, seule la durée de mise en charge a connu une modification. En effet, la comparaison effectuée entre la condition sans charge et celles avec charge correspondant à 35% et 40% de la MC montre une différence significative ($p = 0,0124$). Cette perturbation des paramètres de la phase d'oscillation qui se traduit par une modification de la durée de mise en charge pourrait s'expliquer par la recherche du rétablissement de l'équilibre lorsque le sujet entre en double appui.

Par contre, notre résultat est différent de celui de Hong et al. (2003) et de Song et al. (2014) où les perturbations sont observables respectivement de 20% et 15% MC sur le portage à dos. En effet cette différence de masse serait probablement due à la Technique de portage. Le portage à dos oblige le sujet à incliner le buste vers l'avant afin de supporter mieux la charge et éviter le déséquilibre. Cependant dans une situation de portage céphalique, la charge reste dans le prolongement de la ligne médiane du corps où est retrouvé le Centre de Gravité (Kapur, 1949). Le contrôle postural ou contrôle de l'équilibre du corps exige le maintien ou la restauration du centre de masse à l'intérieur

des limites de stabilité déterminées par la base d'appui ou le polygone de sustentation (Winter, 1991). Le sujet étant dans la posture érigée, les contraintes liées à la charge portée sont moindres que celles observées pour le portage à dos où la recherche de l'équilibre oblige le porteur à une inclinaison exagérée.

La stabilité de la marche définie par un rapport de marche invariant est fonction de la fréquence de pas et de la longueur de pas. La variabilité du rapport de la marche indique l'effet du port de charge sur le patron locomoteur. Les rapports de marche issus de cette étude ont une valeur moyenne égale à 0,0060 ce qui est en adéquation avec les données de la littérature qui indique que le rapport de marche demeure invariant entre 0,0058 et 0,0070 m pas⁻¹ min⁻¹ (Sekiya et al., 1997). Les résultats de la présente étude montrent que le patron locomoteur n'est donc pas perturbé.

5. Recommandation

Les autorités politico-administratives et les organisations non gouvernementales de protection des enfants devraient veiller à sensibiliser la population sur la diminution des charges afin d'éviter les conséquences délétères à long terme sur la santé des enfants.

6. Conclusion

Les résultats rendent compte des paramètres cinématiques affectés sous l'influence de la charge portée et du niveau de perturbation des paramètres cinématiques induite par la technique de port de charge céphalique chez les enfants. Après analyse de plusieurs charges échelonnées allant de 0% à 40% de la masse corporelle, nous avons observé une perturbation de la durée de mise en charge à partir de 35% MC. Nous pouvons conclure que les enfants de 8 à 11 ans de notre échantillon peuvent porter sur la tête, une charge correspondant à 30% MC sans aucune perturbation des paramètres cinématiques. La similitude des résultats des études chez les adultes et chez les enfants indique que ces modifications seraient liées à la technique de portage. La technique de portage céphalique serait avantageuse. En situation de portage céphalique telle que le présente notre étude, l'équilibre dynamique sera réalisé lorsque la forme ou la taille du polygone de sustentation se modifie, sans que la projection du centre de gravité de la charge portée soit en dehors de la base d'appui.

Remerciements

Nos sincères remerciements vont à l'endroit des participants et de l'administration de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

Conflit d'intérêt

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

Déclaration de conflit d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

A propos de l'auteur

André Kaboré, : Master recherche en STAPS option biomécanique du geste, Doctorat en STAPS. Intérêts de recherche : Psychomotricité

Hounmenou Mahoutin Alain : Assistant en Biomécanique du geste.

Falola Stève Marjelin Donan : Assistant en Biomécanique du geste.

Tiama Adama : Master recherche en STAPS option physiologie de l'effort, Doctorat en STAPS. Intérêts de recherche : physiologie de l'effort.

Kabore Ahmed : Maître-assistant en Développement communautaire / Management en science de l'éducation, DrPH en sciences comportementales, santé communautaire. Intérêts de recherche : maladies non transmissibles, addictions, comportements.

Tognon Hermine Akossito : Master en promotion de la santé et Doctorante en santé communautaire. Intérêts de recherche : dépression, santé mentale, activité physique, cancer du sein.

Falola Jean-Marie : Professeur titulaire en Biomécanique du geste. Intérêts de recherche : Traumatismes posturaux.

References

- Agarwal, S., Attah, M., Apt, N., Kwakye, E. A., & Turner, J. (1997). Bearing the weight : the kayayoo , Ghana's working girl child. *International Social Work*, 40, 245-263.
- Akplogan, B., Hounmenou, A. M., Aze, O., Alegbeh, S. E., & Azondekon, A. (2016). Facteurs associés au port de charge céphalique chez des enfants au Bénin: étude transversale. *Pan Afr Med J.*, 23, 136-41. <https://doi.org/10.11604/pamj.2016.23.136.7502>
- Andre-Georges, H. (1987). *La trchnologie science humaine*.
- Brisswalter, J., Durand, M., Delignieres, D., & Legros, P. (1995). Optimal and non-optimal demand in a dual task of pedalling and simple reaction time: effects on energy expenditure and cognitive performance. *Journal of Human Movement Studies*, 29, 15-34.
- Chansirinukor, W., Wilson, D., Grimmer, K., & Dansie, B. (2001). Effects of backpacks on students : Measurement of cervical and shoulder posture. *Australian Journal of Physiotherapy*, 47(2), 110-116. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60302-0](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60302-0)
- Dansou, H., Akplogan, B., Lawani, M., & Dedjan, A. (2006). Le port de charge cephalique et ses consequences sur le rachis lombraire des femmes beninoises en milieu rural. *J Rech Sci Univ*, 8(2), 203-220.

- Dorgans, M., Tlili, M., & Audiffren, M. (2005). Stabilité du patron locomoteur et coût attentionnel de la locomotion bipédique à différentes allures chez l'homme. *EDP Sciences*, 453-454.
- Érikson, É. (1946). *Ego development and historical change, psychoanal. Studychild*.
- Falola, J.-M., Gouthon, P., Lawani, M. M., & Brisswalter, J. (2009). Analyse de l'activité musculaire lors de la flexion du buste. *Movement & Sport Sciences*, 2(67), 89-98.
- Geere, J. L., Mokoena, M. M., Jagals, P., Poland, F., & Hartley, S. (2010). Child : How do children perceive health to be affected by domestic water carrying ? Qualitative findings from a mixed methods study in rural South Africa. *Child Care Health Dev.*, 36(6), 818-26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2010.01098.x>
- Grenier, J. G., Nicolas, P., Castells, J., Oullion, R., Messonnier, L., & Morin, J.-B. (2012). Energy cost and mechanical work of walking during load carriage in soldiers. *Med Sci Sports Exerc*, 44(6), 1131-1141. <https://doi.org/10.1249/MSS.ObO>
- Griffin, T. M., Roberts, T. J., Kram, R., Timothy, M., & Roberts, T. J. (2003). *Metabolic cost of generating muscular force in human walking : insights from load-carrying and speed experiments*. 27710, 172-183.
- Hong, Y., & Cheung, C. (2003). Gait and posture responses to backpack load during level walking in children. *Gait and Posture*, 17, 28-33.
- Hounmenou, A., Akplogan, B., Falola, J.-M., Alegbeh, E., Bode, G., & Dansou, P. (2014). Etude biométrique des retombées posturales du port de charge céphalique sur le rachis des enfants au Bénin. *J. Rech. Sci. Univ*, 16(2), 165-172.
- Jäger, H., Gordon-Harris, L., Mehring, U., Goetz, G., & Mathias, K. (1997). Degenerative change in the cervical spine and load-carrying on the. *Skeletal Radiol.*, 26(8), 475-481.
- Kapur, P. (1949). Theory of lord carriage by man. *Defence science journal*, 1(1), 1-9.
- Nakou, S., Akamba, S., Biga, A., & Hounmenou, A. (2014). Analyse anthropotechnique du port de charge sur la tête au Bénin : Le cas des marchandes ambulantes de Porto- Novo. *J Rech Sci Univ*, 16(3), 63-74.
- Sekiya, N., Nagasaki, H., & Ito, H. (1997). Optimal walking in terms of variability in step length. *JOSP*, 26(5), 266-272.
- Song, Q., Yu, B., Zhang, C., Sun, W., & Mao, D. (2014). Research in sports medicine : an effects of backpack weight on posture , gait patterns and ground reaction forces of male children with obesity during stair descent. *Res Sports Med.*, 22(2), 172-84. <https://doi.org/10.1080/15438627.2014.881823>
- Warzee, E., & Petermans, J. (2007). Les troubles de la marche de la personne âgée. *Rev Med Liege*, 62(12), 713-718.
- Winter, D. (1991). *The Biomechanics and motor control of human gait* (E. and Normal & Pathological (éds.); 2ème, Vol. 17, Numéro 2).
- Zarrugh, M. Y., Todd, F. N., & Ralston, I. J. (1974). *Optimization of Energy Expenditure during Level Walking*. 306(1958), 293-294.

Creative Commons licensing terms

Authors will retain the copyright of their published articles agreeing that a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) terms will be applied to their work. Under the terms of this license, no permission is required from the author(s) or publisher for members of the community to copy, distribute, transmit or adapt the article content, providing a proper, prominent and unambiguous attribution to the authors in a manner that makes clear that the materials are being reused under permission of a Creative Commons License. Views, opinions and conclusions expressed in this research article are views, opinions and conclusions of the author(s). Open Access Publishing Group and European Journal of Physical Education and Sport Science shall not be responsible or answerable for any loss, damage or liability caused in relation to/arising out of conflict of interests, copyright violations and inappropriate or inaccurate use of any kind content related or integrated on the research work. All the published works are meeting the Open Access Publishing requirements and can be freely accessed, shared, modified, distributed and used in educational, commercial and non-commercial purposes under a [Creative Commons attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).