

EFFET DU PORT DE CHAUSSURES A TALONS HAUTS SUR LA POSTURE DU SQUELETTE AXIAL

KOUSSIHOUÉDE F. E N¹, FALOLA J-M^{1,2}, FALOLA S M D³, FIOGBE M A⁴, DANSOU H. P⁵

RESUME

Le port de chaussures à talons est un comportement vestimentaire qui se répand dans les pays en voie de développement du fait de la mondialisation et de l'uniformisation. Les risques liés au port de chaussures à talons hauts ne peuvent être quantifiés que par la connaissance exacte des modifications apportées par ce comportement sur l'organisme. L'objectif de cette étude est de rechercher les effets du port de chaussures à talons sur la posture du squelette axial. Soixante douze femmes volontaires des villes à statut particulier du Bénin ont effectué des examens radiographiques du rachis lombaire et du pelvis dans le plan sagittal en posture debout sous les conditions pieds nus et avec chaussures à talons hauts de $8,1 \pm 2,1$ cm. Les résultats indiquent une augmentation significative des hauteurs des disques inter vertébraux (L1-L2, L2-L3 et L3-L4), du porte à faux, de l'incidence lombo-pelvienne et de l'angle de la courbure lombaire. En revanche, aucune modification significative n'a été observée au niveau de la pente sacrée et des hauteurs des disques inter vertébraux (D12-L1, L4-L5 et L5-S1). Le port de chaussures à talons affecte fortement l'équilibre postural axial.

Mots-clés : Chaussures – talons hauts – posture – rachis.

ABSTRACT

EFFECT OF WEARING HIGH HEEL SHOES ON AXIAL SKELETON POSTURE

Wearing high heels is a dress behavior that spreads in developing countries due to globalization and standardization. The risks associated with wearing high-heeled shoes cannot be quantified by the exact knowledge of the amendments made by this behavior on the body. The objective of this study was to investigate the effects of wearing heels on the posture of the axial skeleton. Seventy-two female volunteers cities with special status in Benin performed radiographic examinations in the sagittal plane of the lumbar spine and pelvis. The examinations were performed in standing posture barefoot and shoes with high heels of 8.1 ± 2.1 cm. The results indicate a significant increase in vertebral height of intervertebral discs (L1-L2, L2-L3 and L3-L4) of the cantilever, the lumbo-pelvic incidence and the angle of the lumbar curvature. In contrast, no significant change was observed at the sacral slope and heights of inter vertebral discs (D12-L1, L4-L5 and L5-S1). Wearing heels strongly affects the axial postural balance.

Keywords: shoes - high heels - posture – spine.

1. Laboratoire de Biomécanique et performance (LABIOP), Institut National de la Jeunesse, de l'Education Physique et du Sport (INJEPS) - 01 BP 169 Porto-Novo BENIN
2. Laboratory of Human Motricity, Education Sport and Health (LAMHESS) Unité de Formation et de Recherche en Activité Physique et Sportive- Université du Sud France
3. Laboratoire Activités Physiques, Sportives et Motricité (APS et Motricité) - Institut National de la Jeunesse, de l'Education Physique et du Sport (INJEPS) - 01 BP 169 Porto-Novo BENIN
4. Unité de Recherche en Chirurgie Pédiatrique (URCP) – Faculté des Sciences de la Santé (FSS) – BP 188 COTONOU
5. Laboratoire de physiologie de l'effort (LPE) – Institut National de la Jeunesse, de l'Education Physique et du Sport (INJEPS) - 01 BP 169 Porto-Novo BENIN

Auteur correspondant : Professeur FALOLA Jean-Marie – 06 BP 1245 PK3 AKPAKPA COTONOU
– mjfalola@hotmail.com – Tél +229 97 880 076 – Fax : +229 20 212 828 (INJEPS)

Remerciements au Conseil Scientifique de l'Université d'Abomey-Calavi qui a financé le TEAM POS-PROFES pour la réalisation de cette étude dans le cadre des Projets de Recherche Interdisciplinaire et Inter facultaire du Programme Fonds Compétitifs de Recherche de l'Université d'Abomey-Calavi (2ème phase).

INTRODUCTION

Les chaussures à talons hauts font partie des habitudes vestimentaires qui donnent une stature plus imposante et élégante aux porteuses. Les pays en voie de développement comme le Bénin, ne sont pas en marge de ce phénomène. Les accidents dus au port de chaussures à talons hauts sont plus fréquents chez les femmes que chez les hommes (Connell, 2002). Certaines études réalisées au plan postural indiquent que le port de chaussures à talons hauts entraîne une modification de la courbure lombaire due au déplacement de la ligne de gravité vers l'avant (Menant et al, 2008 ; Snow et William, 1994). De même, le non alignement des genoux déclenche un changement dans la position du bassin et la base de la colonne vertébrale (Hsue et al, 2009). Ce qui provoque des subluxations qui ont pour conséquences les problèmes de santé tels que l'augmentation du creux lombaire, le redressement de la tête vers l'arrière avec étirement des muscles du bassin (Russell, 2010), l'arthrose du genou, de la hanche et de la colonne vertébrale (Davis et al, 1991). L'étude de la posture debout résulte de la position des différents segments du corps dans le plan sagittal (Gangnet et al, 2003). L'équilibre postural dépend alors du positionnement de la ligne de gravité. qui part de l'apophyse odontoïde de la C2, traverse le centre du corps vertébral de la L3, puis le promontoire sacré pour être projetée dans le polygone de sustentation (Laurentiu, 2009). Par contre l'axe de gravité du segment corporel supérieur se projette en arrière des structures lombaires et des têtes fémorales (Lagaye et Duval-Beaupère, 2008). Or dans les travaux de la littérature, les paramètres descriptifs du rachis n'ont pas été étudiés au plan postural en chaussures à talons hauts. L'objectif de cette étude est donc d'analyser les paramètres pelviens et rachidiens afin d'apprécier l'équilibre sagittal du squelette axial en chaussures à talons hauts.

2. METHODES

2.1. Type d'étude et cadre de réalisation

Il s'agit d'une étude prospective contrôlée, réalisée dans les trois villes à statut particulier de la République du Bénin d'Octobre 2012 à Janvier 2013. Cette étude a eu pour cadre le Laboratoire de Biomécanique et Performance de l'Institut National de la Jeunesse, de l'Education Physique et du Sport et les Services d'Imagerie Médicale du Centre Hospitalier de Pneumo-phtisiologie de Porto-Novo, de l'Hôpital de zone d'Akpakpa Suru Léré (Cotonou) et du Centre Hospitalier et Départemental Borgou Alibori (Parakou).

2.2. Population d'étude et échantillonnage

La population cible est celle des femmes porteuses

de chaussures à talons hauts des services et institutions financières publics et privés des trois villes. Les sujets ayant participé à l'étude ont été choisis selon la méthode non probabiliste et la technique par choix raisonné a permis d'identifier les 25 institutions dont les agents ont été sollicités. Ils ont été retenus à l'issue des examens radiographiques dans le plan sagittal du rachis lombaire et du pelvis, en condition pieds nus, au cours desquelles 72 femmes sur 124 pré-sélectionnées avaient présenté les valeurs normales des variables étudiées. Ces normes sont définies par De Mauroy, (2006) à savoir : le porte à faux ($2,5 \text{ cm} \pm 1$), l'incidence lombo-pelvienne ($53^\circ \pm 10$) ; la pente sacrée ($37^\circ \pm 9$), l'angle de la courbure lombaire ($45^\circ \pm 9$). Les femmes, volontaires, ont toutes signé un consentement éclairé pour participer à l'étude et sont caractérisées par le port de chaussures à talons hauts comme exigence vestimentaire professionnelle.

2.3. Matériel et technique

- Une fiche individuelle de renseignements a permis d'obtenir chez chaque sujet les informations relatives à l'âge ; la masse corporelle et la taille ont été mesurées en utilisant respectivement un pèse personne (Seca) précis à 0,5 kg près, un body mètre Seca 206, de portée 2,20 m, précis à 1 mm près.

- Un appareil, à rayon X de marque Apelem GTI 50 Hz et de type 400 V $\pm 10\%$ a été utilisé pour les examens radiographiques par un médecin, spécialiste en imagerie médicale. De grandes cassettes format 30 x 90 cm ont été utilisées pour les examens et la même distance foyer-film (1 m) a été respectée pour tous les sujets.

2.4. Procédures

- Toutes les mesures et examens radiographiques ont été effectués de façon randomisée sur des sujets en posture debout de profil, dans les conditions pieds nus et port de chaussures à talons de hauteur moyenne de $8,1 \pm 2,1 \text{ cm}$.

- Les paramètres pelviens et rachidiens ont été mesurés par le même médecin spécialiste en imagerie médicale à partir des repères anatomiques standards définis par De Mauroy (2006) (confère annexe 1 : paramètres pelviens et annexe 2 : paramètres rachidiens)

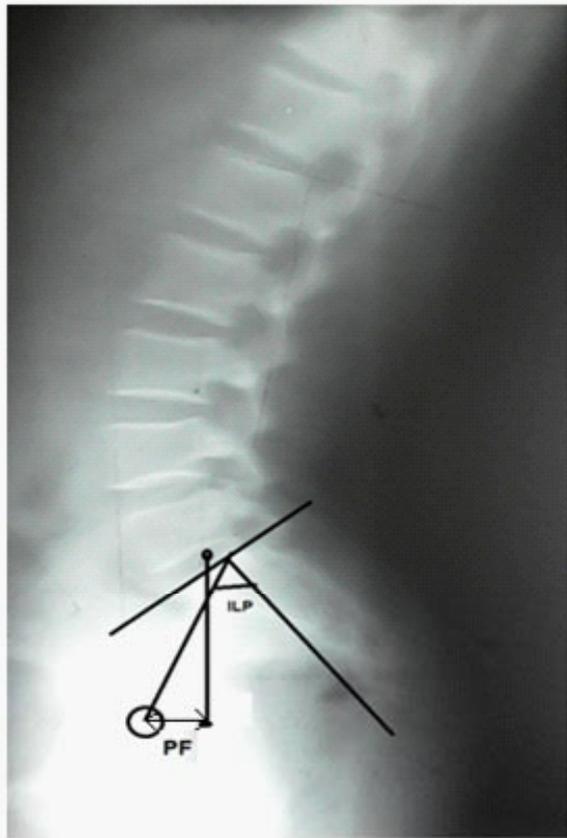
- Le porte à faux a été obtenu par la mesure de la distance entre le centre des têtes fémorales et la verticale abaissée du centre du disque L5-S1,

- L'angle entre la perpendiculaire au plateau sacré en son centre et la droite unissant le centre du plateau sacré puis le centre de l'axe bi-coxo-fémoral, a permis d'enregistrer l'incidence lombo-pelvienne (ILP),

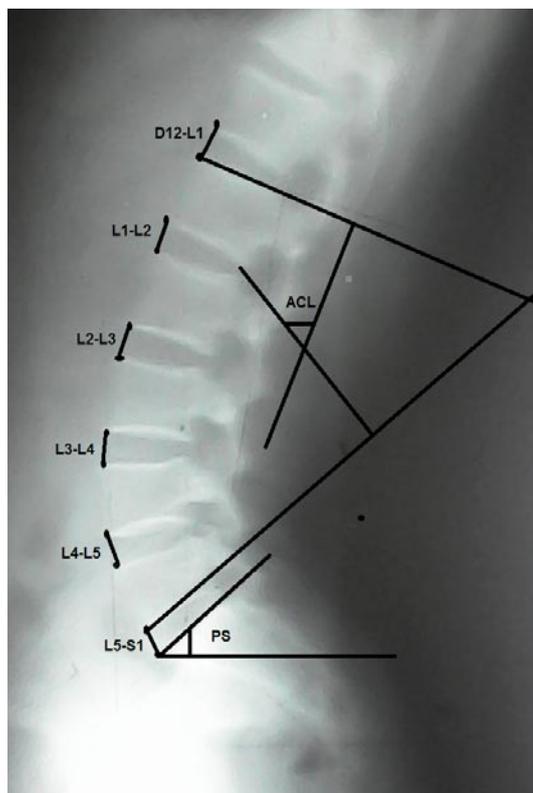
- la pente sacrée (PS) a été obtenue par la mesure de l'angle formé par la tangente au plateau supérieur de S1 avec l'horizontale,

- l'angle de la courbure lombaire (ACL) a été obtenu

par la tangente au plateau supérieur de la L1 et la tangente au plateau inférieur de la L5,
 - les hauteurs des disques intervertébraux (D12 à la S1) ont été déterminées par la mesure des écarts entre le plateau inférieur de la vertèbre du dessus et le plateau supérieur de la vertèbre du dessous.



Mesure des paramètres pelviens



Mesure des paramètres rachidiens

2.5. Variables mesurées

- Le porte à faux, l'incidence lombo-pelvienne, la pente sacrée, l'angle de la courbure lombaire obtenu selon la technique de Cobb et les hauteurs des disques intervertébraux ont été mesurés sur les clichés issus des examens radiographiques.

2.6. Analyse statistique

Les données recueillies ont été traitées avec le logiciel Statistica de Stat Soft Inc (Version 7.1). Les statistiques descriptives ont été calculées pour chaque variable étudiée. Après avoir vérifié la normalité de la distribution des variables par le test de Kolmogorov Smirnov, une comparaison entre les données sous les deux conditions de mesure (avec et sans port de chaussure à talon haut) a été réalisée avec une ANOVA à un facteur qui a permis de tester l'effet du port de chaussures à talons hauts sur toutes les variables mesurées.

Le niveau de signification des tests statistiques a été fixé à $p < 0,05$.

3. RESULTATS

3.1 Caractéristiques biométriques des sujets

Le tableau I présente les caractéristiques biométriques des sujets. Il s'agit d'une population de jeunes femmes d'un âge moyen de $25,79 \text{ ans} \pm 5,07$. Elles indiquent, compte tenu de l'indice de masse corporelle (IMC moyen = $22,07 \pm 1,86 \text{ kg/m}^2$) que l'échantillon d'étude est composé de femmes normo-pondérées.

Tableau I : Caractéristiques biométriques des sujets

	Moyenne \pm écart type
Age (ans)	$25,79 \pm 5,07$
Taille (m)	$1,61 \pm 0,08$
Masse corporelle (kg)	$57,47 \pm 7,42$
Indice de masse corporelle (kg/m ²)	$22,07 \pm 1,86$

3.2 Paramètres pelviens

Les données des paramètres pelviens sont présentées dans le tableau II. Les résultats indiquent une augmentation très significative ($p < 0$) entre les conditions (sans et avec port de chaussure à haut talon) pour le porte à faux (PF) et l'incidence lombo-pelvienne (ILP).

Tableau II : Variation des paramètres pelviens avec et sans chaussures à talons hauts

Variables	Sans Talons (n = 72)	Avec Talons (n = 72)	p
PF (cm)	$2,59 \pm 0,73$	$3,67 \pm 0,68$	0
ILP (°)	$53,35 \pm 4,34$	$63,19 \pm 3,58$	0

PF: Porte à Faux, ILP: Incidence lombo-pelvienne.

3.3 Paramètres rachidiens

L'observation des paramètres rachidiens (tableau III) indique une augmentation très significative de l'angle de la courbure lombaire (ACL) due au port de talons hauts. La pente sacrée, quant à elle, n'a présenté aucune différence significative. En ce qui concerne les disques intervertébraux, le port de chaussures à talons hauts a fortement affecté les disques L1-L2, L2-L3 et L3-L4 ($p < 0,05$) alors que ceux situés entre D12-L1, L4-L5 et L5-S1 sont restés inchangés ($p > 0,05$).

Tableau III : Evolution des paramètres rachidiens avec et sans chaussures à talons hauts

Variabes	Sans Talons (n = 72)	Avec Talons (n = 72)	p
ACL (°)	45,54 ± 5,93	50,19 ± 6,32	0,008
PS (°)	41,77 ± 7,93	45,42 ± 8,09	0,106
D12-L1 (mm)	8,46 ± 1,61	8,19 ± 1,30	0,509
L1-L2 (mm)	9,88 ± 1,63	11,54 ± 2,00	0,001
L2-L3 (mm)	12,27 ± 3,19	14,08 ± 2,31	0,023
L3-L4 (mm)	14,23 ± 1,92	15,85 ± 2,31	0,008
L4-L5 (mm)	16,65 ± 2,90	18,15 ± 2,85	0,065
L5-S1 (mm)	16,42 ± 4,44	17,15 ± 3,83	0,528

ACL: Angle de la courbure lombaire

PS: Pente Sacrée

D12-L1, L1-L2, L2-L3, L3-L4, L4-L5, L5-S1 : Hauteurs des disques intervertébraux

4. DISCUSSION

Les résultats importants de cette étude ont indiqué qu'il y a un effet remarquable du port de chaussures à talons hauts sur la posture du rachis et du pelvis. L'analyse de cette posture au sein de l'échantillon d'étude a permis d'étudier le positionnement de chaque segment corporel par rapport à l'axe de gravité. Les paramètres pelviens ont permis d'apprécier l'équilibre stable et économique du bassin au plan ostéologique. L'augmentation significative du porte à faux (PF) et de l'incidence lombo-pelvienne (ILP) en chaussures à talons hauts, pourrait s'expliquer par un déplacement du corps dans le plan antérieur principalement du mouvement antérieur de l'articulation coxo-fémorale (Menant et al, 2008). Ce résultat obtenu peut être comparé à celui de Lee et al (2001) qui ont montré qu'une flexion épinière de 16° est enregistrée en posture debout lors du port de chaussures à talons hauts. L'incidence lombo-pelvienne (ILP) reste quant à elle le seul paramètre pelvien dont la modification désorganise la posture du bassin (Duval-Beaupère et Legaye, 2004 ; Marty et al, 2002 ; Descamps et al, 1999 ; Legaye et al, 1998 ; Legaye

et al, 1993). Les changements qui y sont enregistrés affectent fortement le bassin et peuvent conduire à l'arthrose de la hanche (Davis et al, 1991).

Selon Legaye et Duval-Beaupère (2008), la morphologie sagittale du bassin détermine la lordose appropriée de l'individu. L'observation des paramètres rachidiens de cette étude montre une variation significative de l'angle de la courbure lombaire (ACL) due au port de chaussures à talons hauts. Ce résultat qui rend compte de l'état de la région lombaire confirme ceux de la littérature (Franklin et al, 1995 ; de Lateur et al, 1991 ; Opila-Correira, 1990 ; Lindblom, 1957). En effet, la courbure lombaire est l'une des zones faibles de la colonne vertébrale, puisqu'aucune autre structure osseuse n'est présente dans cette région pour soutenir les vertèbres lombaires. Ainsi l'état mécanique de chaque articulation intervertébrale détermine l'équilibre axial du corps (Cosson et Duval-Beaupère, 1993). L'analyse des hauteurs des disques intervertébraux montre une différence significative due au port de chaussures à talons hauts au niveau de L1-L2, L2-L3 et L3-L4. Ce résultat est en conformité avec celui de King Liu et al (1971) qui ont indiqué que le poids du train supérieur augmente au niveau du rachis lombaire et que la charge supportée par les disques intervertébraux est particulièrement dépendante de l'emplacement approprié de la ligne de gravité en arrière ou en avant de la vertèbre lombaire. Il résulte de ce fait que les modifications observées sur les disques intervertébraux (L1-L2, L2-L3 et L3-L4) peuvent provoquer une aggravation du déséquilibre postural et de la douleur pouvant induire l'arthrose au niveau de ces segments osseux.

De plus, la ligne de gravité du corps passe par le rachis lombaire et précisément au niveau du corps vertébral de la 3ème vertèbre lombaire (Legaye et Duval-Beaupère, 2008). Les changements observés au niveau des disques intervertébraux L2-L3 et L3-L4 modifient à leur tour le positionnement de la L3 ce qui fait déplacer la ligne de gravité vers l'avant. La vertèbre lombaire L3 étant située entre les disques intervertébraux L2-L3 et L3-L4, l'équilibre statique du corps en dépend. Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les hauteurs des disques intervertébraux D12-L1, L4-L5 et L5-S1. Par ailleurs, l'atteinte de trois disques intervertébraux (L1-L2, L2-L3 et L3-L4) sur un total de quatre (L1-L2, L2-L3, L3-L4 et L4-L5) dans la région lombaire, explique mieux la différence significative observée sur l'angle de la courbure lombaire (ACL). Les modifications enregistrées sur les disques intervertébraux conduisent à une projection de l'axe de gravité, et un déséquilibre peut être constaté. L'atteinte des disques intervertébraux lombaires porte préjudice à la posture debout parce que la région lombaire représente le lieu du centre de gravité du corps. Il est à noter que la pente sacrée (PS) n'a présenté aucune différence significative. Ceci s'explique par le fait qu'il

n'y ait pas eu de différence significative au niveau du disque intervertébral L5-S1 d'une part et l'absence de disque intervertébral au niveau du sacrum d'autre part.

5. CONCLUSION

Les changements posturaux observés sur le rachis lombaire et le pelvis montrent à quel point le port de chaussures à talons hauts affecte l'équilibre sagittal de l'unité pelvi-rachidienne, ce qui impose un déséquilibre avant au sujet ; déséquilibre qui est compensé par l'envoi de la ligne des épaules vers l'arrière. Outre les modifications enregistrées dans cette étude, il est à noter que les disques intervertébraux L1-L2, L2-L3 et L3-L4 sont très touchés par le port de chaussures à talons hauts. Au vue des résultats pertinents de cette étude, l'approfondissement des recherches sur le phénomène du port de chaussures à talons hauts dans notre environnement au niveau des autres parties du corps se révèle d'une importance capitale.

6. REFERENCES

1. CONNELL J. The physical therapist's approach to patella femoral disorders. *Clinics in Sports Medicine*, 2002 ; 21, 363-387.
2. COSSON P.H., DUVAL-BEAUPÈRE G. Détermination personnalisée in vivo chez l'homme des efforts exercés sur les étages vertébraux thoraciques et lombaires en position debout et assise. *Rachis*, 1993; 5, 5-12.
3. DAVIS M.A., ETTINGER W.H., NEUHAUS J.M., MALLON K.P., NHANES I. Knee osteoarthritis and physical functioning: evidence from the Epidemiologic Follow up Study. *Journal of Rheumatology*, 1991; 18, 591-598.
4. DE LATEUR B.J., GIACONI R.M., QUESTAD K., KO M., LEHMANN J.F. Footwear and posture. Compensatory strategies for heel height. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 1991 ; 70, 246.
5. DE MAUROY J.C. Nouvelle biomécanique non linéaire du rachis : Tensegrity. *Résonances Européennes du Rachis*, 2006 ; Numéro spécial A6-A7.
6. DESCAMPS H., COMMARE M.C., MARTY C., HECQUET J., DUVAL-BEAUPÈRE G. Modification of pelvic angle during the human growth. *Revue Biométrie Humaine et Anthropologie*, 1999 ; 17:59-63.
7. DUVAL-BEAUPERE G., LEGAYE J. Composante sagittale de la statique rachidienne. *Revue du rhumatisme*, 2004 ; 71,105-119.
8. EBBELING C.J., HAMIL J., CRUSSEMEYER J.A. Lower extremity mechanics and energy cost of walking in high-heeled shoes. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 1994; 19, 4, 190-196.
9. FRANKLIN M.E., CHENIER T.C., BRAUNINGER L., COOK H., HARRIS S. Effect of positive heel inclination on posture. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 1995; 21, 94.
10. GANGNET N., POMERO V., DUMAS R., SKALLI W., VITAL J.M. Variability of the spine and pelvis location with respect to the gravity line: a three-dimensional stereoradiographic study using a force platform. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 2003; 25, 424-433.
11. HSUE B.J., SU F.C. Kinematics and kinetics of the lower extremities of young and elder women during stairs ascent while wearing low and high-heeled shoes. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2009; 19, 6,1071-1078.
12. KING LIU Y., MONTROE-LABORDE J., VAN BUSKIRK W.C.

Inertial properties of a segmental cadaver trunk : their implication in acceleration injuries. *Aerospace Medicine*, 1971 ; 42, 650-657.

13. LAURENTIU M.G. L'ostéopathie et micromouvement du corps – thérapeutiques application, *Revista Română de Kinetoterapie*, 2009 ; 15, 23, 37-52.
14. LEE C.M., JEONG E.H., FREIVALDS A. Biomechanical effects of wearing high heeled shoes. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2001; 28, 321.
15. LEGAYE J., AND DUVAL-BEAUPERE G. Gravitational forces and sagittal shape of the spine. *International Orthopaedics*, 2008; 32,809-816.
16. LEGAYE J., DUVAL-BEAUPERE G., HECQUET J., MARTY C. The Incidence, fundamental pelvic parameter for the tridimensional regulation of the spinal sagittal curves. *European Spine Journal*, 1998 ; 7, 99-103.
17. LEGAYE J., HECQUET J., MARTY C., DUVAL-BEAUPERE G. Equilibre sagittal du rachis. Relations entre bassin et courbures rachidiennes sagittales en position debout. *Rachis*. 1993; 3, 215-226.
18. LINDBLOM K. Intervertebral disc degeneration considered as a pressure atrophy. *Journal of Bone Joint Surgery*, 1957; 39a, 933.
19. MARTY C., BOISAUBERT B., DESCAMPS H., MONTIGNY J.P., LEGAYE J., HECQUET J., DUVAL-BEAUPÈRE G. The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants and spondylolisthesis patients. *European Spine Journal*, 2002; 11, 119-125.
20. MENANT J.C., PERRY S.D., STEELE J.R., MENZ H.B., MURNRO B.J., LORD S.R. Effects of shoe characteristics on dynamic stability when walking on even and uneven surfaces in young and older people. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2008; 89, 10, 1970-1976.
21. OPILA K.A., WAGNER S.S., SCHIOWITZ S., CHEN J. Postural alignment in barefoot and high heeled stance. *Spine*, 1988; 13, 542
22. PARK K.M., CHUN S.M., OH D.W., KIM S.Y., CHON S.C. The change in vastus medialis oblique and vastus lateralis electromyographic activity related to shoe heel height during treadmill walking. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2010; 23, 1, 39.
23. RUSSELL D.C. The effect of high-heeled shoes on lumbar lordosis: a narrative review and discussion of the disconnect between Internet content and peer-reviewed litera. *Journal of Chiropractic Medicine*, 2010; 9, 166-173.
24. SNOW R.E., WILLIAMS K.R. High heeled shoes: their effect on center of mass position, posture, three-dimensional kinematics, rearfoot motion, and ground reaction forces. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1994; 75, 5, 568-576.
25. VALENTINI R., MARTINELLI B., MEZZAROBBA S., DE MICHEL A., TOFFANO M. Optokinetic analysis of gait cycle during walking with 1 cm- and 2 cm-high heel lifts. *Foot (Edinburgh, Scotland)*, 2009 ; 19, 1, 44-49.