



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the authors institution and sharing with colleagues.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

<http://www.elsevier.com/copyright>

ELSEVIER
MASSON

Reçu le :
18 février 2012
Accepté le :
10 septembre 2012
Disponible en ligne
31 octobre 2012

Disponible en ligne sur

SciVerse ScienceDirect

www.sciencedirect.com

Répercussions des danses traditionnelles béninoises (Zinli, Tchinkounmè et Akonhou) sur la musculature lombopelvienne

Effects of beninese traditional dances (Zinli, Tchinkounmè and Akonhou) on trunk and pelvis member muscles

G.T. Kpadonou^{a,*}, B. Awèdè^b, E. Alagnidé^a, D. Niama Natta^a,
G. Houngbédji^a, H. Ahoissi^a

^a Service de rééducation et de réadaptation fonctionnelle, CNHU de Cotonou, 04 BP 808, Cotonou, Bénin

^b Unité de physiologie, faculté des sciences de la santé de Cotonou, Cotonou, Bénin

Summary

Effects of dance on skeletal muscles are variable.

Objective. To determine the impact of the practice of three similar beninese traditional dances (Zinli, and Tchinkounmè Akonhou) on the lumbopelvic musculature.

Method. This is a prospective, cross-sectional case-control descriptive and analytical study. Matching of controls was done by age, sex, Body Mass Index and marital status of the dancers.

Results. Subjects were aged 26.16 ± 6.82 years. They had a body mass index of $23.56 \pm 4.96 \text{ kg/m}^2$. Monthly frequency of practice of the dances was 10.16 ± 5.80 and seniority in the practice of 11.30 ± 8.45 years. Iliopsoas muscles of the practitioners of these traditional dances had a greater hypoextensibility ($P = 8.10^{-5}$) while the right thigh, the hamstring and the tensor of fascia-lata had a normal stretch. They presented a weakness in the muscles of the right thigh, hamstring, medius and large gluteus and tensor of fascia-lata and developed better strength on abdominal ($P = 0.0001$) and paraspinal muscles ($P = 0.0043$). Otherwise, endurance increased on the paravertebral ($P = 9.10^{-5}$).

Conclusion. Beninese traditional dances (Zinli, Tchinkounmè and Akonhou) induced variables modifications, either beneficial or deleterious on lumbo-pelvic musculature.

© 2012 Published by Elsevier Masson SAS.

Résumé

Les effets des danses sur les muscles sont variables.

Objectif. Déterminer les répercussions de la pratique de trois danses traditionnelles béninoises similaires (Zinli, Tchinkounmè et Akonhou) sur la musculature lombopelvienne.

Méthode. Il s'agit d'une étude prospective, transversale, cas-témoin, descriptive et analytique. Un appariement des témoins a été fait selon l'âge, le sexe, l'indice de masse corporelle et la situation matrimoniale des danseurs.

Résultats. Les sujets sont âgés de $26,16 \pm 6,82$ ans. Leur indice de masse corporelle (IMC) a été de $23,56 \pm 4,96 \text{ kg/m}^2$. La fréquence mensuelle de pratique des danses a été de $10,16 \pm 5,80$ et l'ancienneté dans la pratique de $11,30 \pm 8,45$ ans. Une plus grande hypoextensibilité de l'iliopsoas a été retrouvée chez les pratiquants de ces danses traditionnelles ($p = 8,10^{-5}$) alors que leur muscle droit de la cuisse, les ischio-jambiers et le tenseur du fascia-lata ont présenté une extensibilité normale. Ils ont présenté une parésie au niveau des muscles droit de la cuisse, ischio-jambiers, grand et moyen glutéal et tenseur du fascia-lata et développé une meilleure force dans les abdominaux ($p = 0,0001$) et les paravertébraux ($p = 0,0043$). Par ailleurs, une endurance accrue est observée au niveau des paravertébraux ($p = 9,10^{-5}$).

Conclusion. Les danses traditionnelles béninoises (Zinli, Tchinkounmè et Akonhou) ont entraîné des modifications variables tant

* Auteur correspondant.
e-mail : kpadonou_toussaint@yahoo.fr

Keywords: Beninese traditional dances, Trunk and pelvis member muscles

bénéfiques que délétères sur la musculature lombopelvienne des pratiquants.

© 2012 Publié par Elsevier Masson SAS.

Mots clés : Danses traditionnelles béninoises, Répercussions, Muscles, Tronc et membres pelviens

Introduction

Les danses peuvent entraîner des effets aussi bien bénéfiques que délétères sur l'organisme et spécifiquement sur les muscles [1–3].

Au Bénin, les danses traditionnelles Zinli, Tchinkounmè et Akonhoun sont spécifiquement pratiquées dans l'ère culturelle Adja Tado par les ethnies fons et apparentées. À l'origine, elles étaient utilisées pour animer les cérémonies destinées aux divinités du culte vodou et dans les palais royaux [4]. Avec le temps, elles se sont répandues dans la région méridionale du Bénin et sont pratiquées par le ballet national et par des groupes folkloriques. Dans ces danses gracieuses, tout le corps humain est en mouvement, sollicitant toute la colonne vertébrale. Le rachis lombaire apparaît dès lors comme étant le centre articulaire autour duquel s'effectuent des mouvements de flexion–extension, de rotation droite–gauche et d'inclinaison droite–gauche, spécifiques à ces danses. Le rythme et l'amplitude des mouvements constituent les paramètres de différenciation entre ces trois types de danses. En effet, alors que dans Zinli les mouvements sont de grandes amplitudes et plus lents, dans Akounhoun, ils sont plus rapides et de faibles amplitudes. Tchinkounmè fait l'intermédiaire entre les deux. L'examen des sollicitations imposées au rachis lombaire et aux ceintures pelvienne et scapulaire par ces danses, incite à s'interroger sur leur influence chez les pratiquants à long terme. Le but de cette étude est de déterminer les répercussions de la pratique continue de ces danses sur la musculature lombopelvienne.

Patients et méthode d'étude

Type d'étude

Il s'agit d'une étude prospective, transversale, cas-témoins, descriptive et analytique.

Patients

L'étude a porté sur deux groupes de sujets adultes des deux sexes. Le premier groupe, ou groupe « cas » est celui des danseurs évoluant dans un (ou des) groupe(s) folklorique(s) de Zinli, Tchinkounmè et Akonhoun, dans les communes de Cotonou, Bohicon et Calavi et ayant accepté de participer à l'étude.

Le second groupe est celui des témoins. À cet effet, à chaque sujet danseur cas, a été apparié un sujet non danseur, selon

l'âge (avec une différence maximum de cinq ans), le sexe, l'indice de masse corporelle (différence tolérée de 5 kg/m²) et la situation matrimoniale.

Ont été exclus les sujets portant une grossesse, ayant un diastasis des grands droits de l'abdomen ou une crise aiguë de lombalgies pendant la période d'étude.

Au total, 117 danseurs ont été appariés avec 117 témoins.

Méthode d'étude

La collecte des données a été faite grâce à un questionnaire standardisé. Les données socio-épidémiologiques ont été obtenues par interrogatoire. L'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé à partir de la taille et du poids mesurés chez les sujets. Pour ce qui est de l'extensibilité, de la force et de l'endurance des muscles, les sujets ont été examinés.

L'extensibilité musculaire a été explorée de la manière suivante :

- pour les muscles ischio-jambiers, le sujet est installé en décubitus dorsal, hanche positionnée à 90° puis une extension passive du genou est réalisée. Avec un goniomètre, l'angle poplité est mesuré. Le muscle est dit hypoextensible lorsque cet angle est supérieur ou égal à 10° ;
- l'extensibilité de l'iliopsoas est appréciée par le test de Thomas : sur un sujet en décubitus dorsal, bassin positionné en rétroversion par la triple flexion du membre pelvien opposé tandis que l'autre membre pelvien est resté libre. Avec un mètre ruban, le degré d'extensibilité est apprécié en mesurant la distance entre le creux poplité et le plan de travail. Pour une distance supérieure ou égale à 3 centimètres, l'iliopsoas est dit hypoextensible ;
- pour le muscle droit de la cuisse, l'extensibilité est recherchée sur un sujet en décubitus ventral. De cette position, l'extension passive de la hanche suivie de la flexion passive du genou est réalisée. En cas d'hypoextensibilité, la flexion du genou est difficile ;
- l'extensibilité du tenseur du fascia-lata est appréciée par le test d'Ober modifié : sur un sujet en décubitus latéral, membres en appui, nous soutenons le membre homolatéral et nous faisons une abduction, une flexion, et une rotation médiale de hanche genou tendu, puis nous lâchons soudainement le segment de membre après avoir obtenu un relâchement total du sujet. Le muscle est dit hypoextensible lorsque le segment est suspendu en l'air.

L'endurance des muscles abdominaux et paravertébraux est évaluée respectivement par le test d'Ito et le test de Sorensen :

- le test d'Ito : le sujet est installé en décubitus dorsal. Les hanches et genoux sont fléchis à 90°. Les mollets reposent sur un tabouret. Les bras sont croisés sur la poitrine et les mains reposent sur les épaules. Le sujet doit décoller les scapulas du sol, la nuque en position de flexion. Il doit maintenir cette position le plus longtemps possible. Nous notons le temps en secondes sans encourager le sujet [5] ;

- le test de Sorensen : le sujet est installé en décubitus ventral, en bout de table, bassin reposant sur les épines iliaques antéro-supérieures (EIAS). Le bassin et les chevilles sont maintenus fermement, par l'examineur ou par des sangles. Le sujet doit maintenir le plus longtemps possible, en isométrie, le poids de son tronc. Le temps de maintien réalisé est chronométré et noté en secondes [6].

L'appréciation de la force des muscles iliopsoas, ischio-jambiers, droit de la cuisse, moyen glutéal, grand glutéal, tenseur du fascia-lata, paravertébraux et abdominaux se fait par le testing musculaire classique avec la cotation de 0 à 5. Nous disons qu'il y a parésie pour une force musculaire cotée à moins de 4.

Analyse statistique

Le test exact de Fisher a été utilisé pour comparer les variables chez les sujets dans les deux groupes. Ce test a été fait pour chaque variable, qui a été considérée comme dichotomisée. Pour ce qui est de l'endurance des paravertébraux et des abdominaux, le Chi² (X²) a été calculé. Le risque d'erreur de première espèce choisi a été de 5 %.

Considérations éthiques

Les danseurs comme les non-danseurs ont bénéficié d'informations éclairées sur les objectifs de l'étude. Ils y ont alors adhéré avec un libre consentement. Il n'y avait aucun conflit d'intérêt dans la réalisation de l'étude.

Résultats

Données sociodémographiques

Les sujets de l'étude ont été des deux sexes, comportant 61,5 % d'hommes avec une sex-ratio de 1,60 :

- leur âge a été de 18 à 40 ans avec une moyenne de 26,16 ± 6,82 ans ;
- l'indice de masse corporelle a varié entre 18,50 et 29,50 kg/m² avec une moyenne de 23,56 ± 4,96 kg/m² ;
- 54,7 % étaient célibataires, 39,3 % mariés et 7 % veufs ou divorcés.

Le [tableau I](#) montre la répartition des sujets des deux groupes selon leur profession.

Données sur la danse

Le [tableau II](#) montre la répartition des danseurs selon le type de danse.

Tableau I
Répartition des sujets des deux groupes selon leur profession.

	Danseurs		Non-danseurs	
	n	%	n	%
Ouvriers/artisans/ revendeurs	98	83,8	82	70,1
Élèves/étudiants/ enseignants	19	16,2	35	29,9
Total	117	100	117	100

p = 0,0097 (Fischer).

Tableau II
Répartition des danseurs selon le type de danse.

	n	%
Akonhoun	17	14,5
Zinli	20	17,1
Tchinkounmè	32	27,4
Les trois danses	48	41,0
Total	117	100,0

La fréquence mensuelle des séances de danses par mois a varié de deux à 18 avec une moyenne de 10,16 ± 5,8.

L'ancienneté dans la danse a été de trois à 25 ans, la moyenne étant 11,30 ± 8,45.

Données cliniques

Extensibilité musculaire

Le [tableau III](#) montre la répartition des enquêtés selon l'existence de l'hypoextensibilité de certains muscles.

Force musculaire

Le [tableau IV](#) montre la répartition des enquêtés selon l'existence de parésie de certains muscles.

Endurance musculaire

Le [tableau V](#) montre la répartition des enquêtés selon l'endurance des paravertébraux lombaires.

Le [tableau VI](#) montre la répartition des enquêtés selon l'endurance des muscles abdominaux.

Tableau III
Répartition des enquêtés selon l'existence de l'hypoextensibilité de certains muscles.

	Danseurs		Non-danseurs		<i>p</i>
	n	%	n	%	
Droit de la cuisse	63	55,6	57	49,6	0,2566
Ischio-jambiers	84	72,6	93	83,8	0,1115
Iliopsoas	116	99,1	100	88,0	8,10 ⁻⁵
Tenseur du fascia-lata	2	98,3	4	97,4	0,3417

Tableau IV
Répartition des enquêtés selon l'existence de parésie de certains muscles.

	Danseurs	Non-danseurs	p
Abdominaux	8	30	0,0001
Paravertébraux	4	16	0,0043
Droit de la cuisse	0	0	1,0000
Grand glutéal	5	1	0,1063
Ischio-jambiers	2	4	0,3417
Iliopsoas	18	24	0,1973
Moyen glutéal	2	0	0,2489
Tenseur du fascia-lata	4	4	0,6391

Tableau V
Répartition des enquêtés selon l'endurance des muscles paravertébraux lombaires (en secondes).

	Danseurs		Non-danseurs	
	n	%	n	%
[0-25[	17	5,78	39	33,33
[25-50[	31	26,5	40	34,19
[50-75[	25	21,37	20	17,09
[75-100[	44	37,61	18	15,38
Total	117	100	117	100

$\chi^2 = 21,23$; $ddl = 3$, $p = 9,10^{-5}$.

Tableau VI
Répartition des enquêtés selon l'endurance des muscles abdominaux (en secondes).

	Danseurs		Non-danseurs	
	n	%	n	%
[0-25[	46	39,32	45	38,46
[25-50[	34	29,06	44	37,61
[50-75[	16	13,68	13	11,11
[75-100[	21	17,95	15	12,82
Total	117	100	117	100

$\chi^2 = 2,60$; $ddl = 3$; $p = 0,4575$.

Discussion

Données sociodémographiques

Parmi les sujets de l'étude, 61,5 % ont été de sexe masculin avec une sex-ratio de 1,60. Cette supériorité numérique des hommes observée dans notre étude, alors que dans la population générale il y a une prédominance féminine, pourrait se justifier par les pesanteurs socioculturelles qui, en milieu traditionnel, empêchent la femme de s'exposer. Ces résultats sont contraires à ceux obtenus par les médecins du travail du Centre médical de la bourse (CMB) à Paris qui, dans leur série portant sur 876 danseurs professionnels, ont obtenu une prédominance féminine avec 77,78 % [7]. Le recensement des artistes au Canada en 2001 a révélé également une prédominance féminine 85 % [8].

L'âge des danseurs de notre échantillon est compris entre 18 et 50 ans avec une moyenne de 26,16 ans. La population des danseurs est donc jeune. En effet, ces danses traditionnelles nécessitent, pour leur exécution, beaucoup d'efforts physiques réduisant ainsi leur pratique aux jeunes. Les médecins du CMB, dans leur étude, ont rapporté également une population jeune avec une prédominance de la tranche d'âge allant de 17 à 35 ans (57 %) [7]. Ledoux et al. [9] en explorant les risques du métier dans le domaine des arts de la scène au Canada, ont trouvé aussi une population jeune avec 60 % de danseurs de moins de 35 ans.

L'IMC moyen a été de 23,56. La plupart des sujets de l'étude ont donc une corpulence normale. Sachant que l'appariement des sujets a été fait tenant compte d'abord de la corpulence des danseurs, nous pouvons dire que la danse est une activité qui aide à maintenir la corpulence et la bonne forme physique. Ainsi, les danses béninoises étudiées, véritables exercices physiques avec une dépense énergétique importante, participent au maintien du poids corporel. Des constats semblables ont été faits par l'agence de santé et des services sociaux de l'université Montréal au Canada en 2007 pour qui : « la danse est un complément à toute perte et maintien de poids, et peut diminuer, même à faible intensité, le tour de taille » [10].

La répartition des sujets selon leur statut matrimonial serait probablement en rapport avec l'âge des sujets. En effet, la majorité étant jeune, il n'est point étonnant de constater que plus de la moitié des danseurs était célibataire.

Les danseurs de l'étude ont tous eu une activité secondaire, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que la profession de danse n'est pas bien rémunérée. En effet, pour pouvoir subvenir à leurs besoins, les danseurs sont obligés de mener d'autres activités génératrices de revenus. De même, l'absence d'école professionnelle de danse et d'une politique de reconversion des danseurs ne pourrait-elle pas expliquer cet état de chose ? Peu d'élèves, étudiants et enseignants pratiquent les danses étudiées. Cela reflète la difficulté à concilier les études et la pratique de la danse vu la contrainte de temps que chacune d'elles impose.

Données sur la danse

Les pratiquants des trois danses à la fois ont été les plus nombreux (41 %) suivis respectivement des danseurs isolés de Tchinkounmè 27,4 %, Zinli 17,1 % et Akonhoun 14,5 %. La forte représentation des pratiquants des trois danses se justifierait par la ressemblance de ces danses dans la manière de les pratiquer et la professionnalisation de plus en plus grandissante des danses traditionnelles en Afrique.

La fréquence moyenne mensuelle de séance de danse est supérieure à 10, soit plus de deux séances par semaine. Cela témoignerait de l'hyperactivité relative des danseurs traditionnels. Une bonne fréquence de l'entraînement est le gage non seulement du maintien des acquis mais aussi du développement des performances.

L'ancienneté des sujets dans la pratique de ces danses va jusqu'à 25 ans, avec une moyenne de 11 ans. La majorité des enquêtés a donc commencé l'activité de la danse à un jeune âge, souvent même depuis l'enfance ; ce qui serait dû au fait que ces danses perdent de plus en plus leur caractère absolu de culte aux ancêtres pour se hisser au rang des danses profanes, populaires.

Données cliniques

Il n'y a pas de différence significative entre l'extensibilité des muscles ischio-jambiers, droit de la cuisse et tenseur du fascia-lata au niveau des deux populations ($p > 0,05$). En revanche, la danse a influencé significativement l'extensibilité de l'ilio-poas ($p = 8,10^{-5}$). Ainsi l'hypo-extensibilité de ce muscle observée chez la majorité des enquêtés a été beaucoup plus fréquente chez les danseurs. Cela pourrait s'expliquer par la sollicitation plus intense de ces muscles pendant l'exécution de ces trois danses traditionnelles. En effet, chaque fois que le danseur décolle ses pieds du sol, tout en suivant le rythme et la cadence, il met l'ilio-poas puis les ischio-jambiers sous tension durant tout le temps de la danse. Comme pour toute activité sportive, il serait alors intéressant que les pratiquants de ces danses traditionnelles s'exercent à effectuer des étirements musculaires. Les effets bénéfiques de ces étirements ont été rapportés dans la littérature, à condition qu'ils soient réalisés surtout après l'activité sportive [11-13]. La méconnaissance des règles d'hygiène en matière de pratiques sportives ou leur non mise en pratique expliquerait également ces hypo-extensibilités.

Nous avons noté une similitude entre les deux populations en ce qui concerne la parésie des muscles ischio-jambiers, droit de la cuisse, tenseur du fascia-lata, ilio-poas, grand et moyen glutéaux. À l'inverse, la danse a significativement amélioré la force des muscles abdominaux ($p = 0,0001$) et paravertébraux ($p = 0,0043$). Les danses Zinli, Tchinkounmè et Akonhoun auraient cette capacité à renforcer les muscles abdominaux et para vertébraux. La bonne force de ces muscles et l'inexistence de déséquilibre entre eux sont protectrices des lombalgies [14,15].

L'endurance des paravertébraux est meilleure chez les danseurs ($p = 9,10^{-5}$) comparée à celle des non-danseurs. Cette forte proportion des paravertébraux endurants chez les danseurs serait révélatrice de la qualité des danses Zinli, Tchinkounmè et Akonhoun à renforcer les muscles du dos. Quant aux muscles abdominaux, il n'y a pas eu de différence de leur endurance entre les deux populations ($p = 0,4575$). Dans tous les cas, la place de l'endurance des muscles du tronc dans la prédisposition ou non aux lombalgies reste encore discutée [16,17].

Conclusion

Les danses traditionnelles béninoises Zinli, Tchinkounmè et Akonhoun ont entraîné des modifications physiques chez les

pratiquants, particulièrement sur les muscles du tronc et des membres pelviens. Ces différentes modifications ont eu des effets variables tant bénéfiques (dans la prévention et le traitement des lombalgies) que délétères (favorisant la survenue des lombalgies) sur la musculature lombopelvienne des pratiquants. Dans la recherche d'une pérennisation de ces danses, il urge de les débarrasser des aspects à l'origine de répercussions néfastes. À terme, elles pourront constituer des ressources culturelles exploitables dans les écoles de dos sous les tropiques et sous d'autres cioux.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Annexe. Matériel complémentaire

Le matériel complémentaire (Fig. S1, S2) accompagnant la version en ligne de cet article est disponible sur <http://www.sciencedirect.com> et <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrm.2012.09.001>.

Références

- [1] Westblad P, Tsai-Felländer L, Johansson C. Eccentric and concentric knee extensor muscle performance in professional ballet dancers. *Clin J Sport Med* 1995;5(1):48-52.
- [2] Keogh JW, Kilding A, Pidgeon P, Ashley L, Gillis D. Physical benefits of dancing for healthy older adults: a review. *J Aging Phys Act* 2009;17(4):479-500.
- [3] Shippen JM, May B. Calculation of muscle loading and joint contact forces during the rock step in Irish dance. *J Dance Med Sci* 2010;14(1):11-8.
- [4] Kpadonou GT, Fioffi-Kpadonou E, Paysant J, André JM. Exposition, noyade sacrée, réparation. L'infanticide rituel : un facteur réducteur de la prévalence des personnes handicapées au Bénin. *JRM* 2008;28:60-8.
- [5] Ito T, Shirado O, Suzuki H. Lumbar trunk muscle endurance testing. An inexpensive alternative to a machine for evaluation. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77:75-9.
- [6] Rannou F, Poiraudeau S, Revel M. Les lombalgies communes. In: Dougados M, editor. *La mesure*. Paris: Édition Expansion Scientifique Publications; 1997.
- [7] Zineb A, Mourad B, Devineau M-F, Laumond B, Neuhooff C, Schulmann N, et al. *Les guides du CMB : médecine et santé au travail ; la danse*. Paris: Édition CMB; 2009.
- [8] Conseil des Arts du Canada. *Regards statistiques sur les arts*. Hill Stratégies Recherche Inc, 2004;3(1):1-31.
- [9] Ledoux E, Cloutier E, Ouellet F, Gagnon F, Thuilier C, Ross J. *Les risques du métier dans le domaine des arts de la scène : Une étude exploratoire*. Montréal: IRSST; 2008.
- [10] Obésité, recommandations canadiennes 2007 : outils non pharmacologiques. <http://www.santepub-mtl.qc.ca/mdprevention/chronique/2007/01032007.html>. Consulté le 25 septembre 2011.
- [11] Kokkonen J, Nelson AG, Eldredge C, Winchester JB. Chronic static stretching improves exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(10):1025-31.

-
- [12] Gurjao AI, Gonçalves R, de Moura RF, Gobbi S. *J Strength Cond Res* 2009;23(7):2149–54.
- [13] Jamtredt G, Herbert RD, Flottorp S, Odgaard-Jensen J, Havelsrud K, Barrat A, et al. A pragmatic randomized trial of stretching before and after physical activity to prevent injury and soreness. *Br J Sports Med* 2010;44(14):1002–9.
- [14] Bayramoglu M, Akman MN, Kiliç S, Cétin N, Yavuznozker R. Isometric measurement of trunk muscle strength in women with chronic low back pain. *Am J Phys Med Rehab* 2001;80(9):650–5.
- [15] Renkawitz T, Boluki D, Grifka J. The association of low back pain, neuromuscular imbalance and trunk extension strength in athletes. *Spine J* 2006;6(6):673–83.
- [16] Hamberg-Vanreeenen HH, Ariens GA, Blatter BM, Vanmechelen W, Bongers PM. A systematic review of the relation between physical capacity and future low back and neck/shoulder pain. *Pain* 2007;130(1–2):93–107.
- [17] Sitthipornvorakul E, Janwantanakul P, Purepong N, Pensri P, van der Beek AJ. The association between physical activity and neck and low back pain: a systematic review. *Eur Spine J* 2011;20(5):677–89.