

Asymétrie des membres inférieurs chez les volleyeurs Algériens: effet sur la détente verticale

Lower limbs asymmetry in Algerian volleyball athletes: effect upon vertical jump

F. Lammari ^(1,2), R. Massarelli ⁽³⁾, H. Hariti ⁽⁴⁾, D. Hannoun ⁽⁵⁾, T. Rabahi ⁽³⁾

- (1) Laboratoire des Adaptations et de la Performance Motrice, INFS/STS Dely Ibrahim, Bp71. El Biar Alger.
- (2) IEPS, Institut de l'éducation physique et sportive, université Alger3, Mehelma, Zeralda, Alger
- (3) Université de Lyon, Université Claude Bernard, Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport (EA 647), 69622 Villeurbanne cedex, France
- (4) Institut de l'éducation physique et sportive, université Alger3, Mehelma, Zeralda, Alger.
- (5) Institut National de la Santé Publique 4, chemin El Bakr, El Biar- 16 035 Alger.

Résumé

Objectif. - Mettre en évidence par la méthode anthropométrique une asymétrie des membres inférieurs chez des volleyeurs de haut niveau et chez des sujets non sportifs.

Méthode. - Les mesures anthropométriques des participants ont été mesurés côté dominant et côté non dominant selon les techniques classiques, le calcul des masses des segments a été réalisé par l'équation de régression de Zatsiorsky et Seluyanov et le test du saut vertical effectué par un ergojump.

Résultats. - Une asymétrie entre le côté dominant et le côté non dominant a été mise en évidence. Elle ne semble pas être uniquement due à l'activité sportive pratiquée. Aucune asymétrie n'a pas été trouvée dans les masses segmentaires, aussi bien chez les volleyeurs que chez les non sportifs. Pour le test de saut, aucune différence significative n'a été relevée entre la jambe dominante et la jambe non-dominante.

Conclusion. - Des asymétries ont été relevées pour de nombreux paramètres anthropométriques bilatéraux chez les sujets sportifs indiquent un effet de leur niveau de pratique.

Abstract

Objective. - The search of an asymmetry of the two lower limbs of volleyball players and non sportsman by classical anthropometric method and its effects upon squat jump.

Method. - The anthropometric measures were performed on the right and left lower limbs, the masses were calculated by regression equations and the test of vertical jump measured by an ergojump.

Results. - An asymmetry was found between the dominant and the not dominant side probably independent to the practiced sport activity. No asymmetry was found concerning the masses, as well at the volleyball players as at the not sportsman. Concerning the effect of the asymmetry upon the squat jump, no significant difference was found between the dominant and non-dominant leg.

Conclusion. – Asymmetries have been observed in several anthropometric parameters among the athletes indicating the effect of the practice level.
Mots clés : Volleyball ; asymétrie ; anthropométrie ; squat jump ; masses segmentaires

Keywords: Volleyball; asymmetry; anthropometry; squat jump; segmental masses

Introduction

Comme tout vertébré, l'homme "normal" présente une structure symétrique autour d'un axe central, mais il est bien connu comme le montre les travaux de Guillodo, Sébert, & Barthélemy (1992), Bricot (1996), Gagey & Weber (1995), que 95% des individus présentent une asymétrie marquée au niveau des organes et de leurs membres. Selon l'article de Serrien, Ivry, & Swinnen (2006) cela se retrouve aussi dans le cortex moteur cérébral en raison de la latéralité manuelle et de certaines asymétries posturales qui en dérivent au cours du développement de l'organisme, ceci étant confirmé par les études de Fecteau, (1996) Boles, Barth, & Merrill (2008). En effet, Azémar & Ripoll (1981), Laurent (1994) mettent en exergue que la plupart des conduites motrices humaines résultent de postures dynamiques asymétriques qui mettent en jeu des latéralités complexes, développées pour obéir à un niveau de performance élevé, comme par exemple l'entraînement sportif et/ou la répétition des mouvements. L'activité sportive intense provoque, parfois de manière très importante, le développement de la musculature en raison de la répétition de mouvements que demande la spécificité de l'entraînement. Ainsi, environs 10 % des individus ont des membres inférieurs égaux, 80 % ont des variations entre 0 et 10 mm, et 10 % au-delà de 10 mm.

L'étude de Bonneau (2000) révèle que L'inégalité des longueurs des membres inférieurs est d'une telle fréquence que certains la considèrent comme une variante de la norme anthropologique, tant qu'elle demeure en deçà des 20 mm de différence.

D'autres études tels que Steinbrück & Sommer (1983), montrent que les sportifs ayant débuté très jeunes une carrière dans le tennis, présentent une inégalité au niveau de la hauteur des épaules et du bassin et de la longueur des jambes. Ils souffrent fréquemment d'une scoliose, d'un taux de minéralisation excessif et d'une musculature plus développée du côté du bras dominant. Dans une de ses études Solin (1990) explique qu'en athlétisme, le seul fait que la course s'effectue toujours dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, provoque des déséquilibres musculaires et des lésions dans la région du bassin. Plus généralement, Manning & Pickup (1998), Weineck (2003) révèle qu'une asymétrie directement liée à la performance sportive est souvent associée à la latéralisation.

Du point de vue biomécanique et cinématique Hantala (1998) présente le volley-ball comme étant une discipline aux mouvements asymétriques, acycliques et locomoteurs complexes en raison de la diversité des gestes techniques (déplacements, sauts, chutes, fentes, courses etc.) dont la nature est mixte, de translation et de rotation. De plus dans leurs travaux Jacquemoud (1996), Fontani, Ciccarone & Giulianini (2000), caractérisent le volley-ball par des mouvements explosifs des membres inférieurs (déplacements) et supérieurs (frappes). En effet, le saut en volley-ball représente 50 à 60% du nombre total d'actions, les mouvements de grandes vitesses 30% et les chutes 15% dans le cas des passeurs, on note que 70% des passes sont en suspension contre 20% avec les pieds à terre, ce qui pourrait suggérer le développement d'une asymétrie musculaire des membres inférieurs.

Le but de la recherche ici rapportée, a été d'étudier la présence d'une éventuelle asymétrie musculaire, entraînant des modifications particulières de la morphologie des membres inférieurs avec des muscles plus développés du côté dominant, en raison de la pratique intensive de la spécialité sportive.

Matériels et méthodes

Population.

L'étude a porté sur une cohorte de 135 adultes algériens de sexe masculin, âgés de 17 à 35 ans, divisés en deux groupes: un groupe de 80 sportifs de haut niveau pratiquant le volleyball (VB ; avec un entraînement de 5 jours/semaine, un poids de $83,1 \pm 3,2$ kg et une taille moyenne de $189,6 \pm 1,5$ cm) et un groupe de 55 non sportifs (NS ; ayant moins de 3 h/semaine d'entraînement, un âge moyen $23,3 \pm 2,9$, un poids moyen de $70,9 \pm 9,0$ kg et une taille moyenne de $172,5 \pm 6,09$ cm). En raison des différentes programmations de stages, de compétitions ou de blessures, certains sujets n'ont pas pu participer au test de saut, pour lequel la cohorte comprenait 68 volleyeurs et 21 non sportifs.

Les mesures anthropométriques ont été effectuées en suivant les points de repère osseux standardisés [21,22]. Elles ont été effectuées à l'aide d'un anthropomètre du type Martin, d'un compas à bouts olivaires, un simple mètre ruban et une pince à plis du type Harpenden.

Calcul des masses : L'équation de Zatsiorsky & Seluyanov (1985) a permis d'estimer la masse musculaire des segments du corps.

Test du saut vertical. Le test de détente (*squat jump* : les mains sur les hanches, genoux à 90° et sans contre mouvement) a été mesuré par un tapis de contact (Ergotest). Les sujets ont d'abord exécuté un saut à deux jambes, ensuite avec chacune des deux afin de pouvoir comparer la force explosive des membres inférieurs.

Statistique. Le logiciel R 2.4.0 a été utilisé pour le traitement des résultats obtenus. Le t-test apparié a mesuré les différences du coté dominant (CD) versus non dominants (CND) au niveau du membre inférieur. Les différences « intergroupe » entre VB et NS ont été calculées avec le t-test indépendant.

Résultats

Chez les volleyeurs, une asymétrie statistiquement significative, a été trouvée dans la hauteur des membres inférieurs, le diamètre des jambes, les circonférences des cuisses, des jambes et pieds et dans les plis adipeux de la cuisse (Tableau 1). Elles confirment la présence d'une asymétrie chez ces athlètes de haut niveau avec des significativités très importantes (obtenues avec les deux méthodes décrites dans la précédente section) avec une probabilité inférieures à .001.

Tableau 1- Mesures anthropométriques des volleyeurs (VB) et non sportifs (NS)

		VB			NS		
		CD	CND	P	CD	CND	P
Hauteurs (cm)	E.I.A.S	108.59±4.7 4	107.94±5.1 1	<0.01	98.50±5.06	97.90±4.92	0.02
	Tibial	55.47±5.09	55.53±5.05	0.50	48.51±3.04	48.23±3.01	Ns
	Sphyriion	9.03±1.49	9.24±1.55	0.02	8.79±0.64	8.98±0.58	0.04
Diamètres (cm)	Cuisse	10.26±0.62	10.22±0.65	Ns	9.29±0.86	9.44±0.68	Ns
	Jambe	7.67±0.40	7.65±0.41	Ns	7.39±0.46	7.26±0.51	<0.01
	Pied	10.51±0.68	10.36±0.79	0.02	10.37±2.44	10.39±2.27	Ns
Circonféren ces (cm)	Cuisse	58.70±3.89	57.8±3.98	<0.01	53.92±2.93	53.61±3.30	0.03
	Jambe	37.02±2.62	36.46±2.97	<0.01	35.10±1.51	34.91±1.56	Ns
	Pied	26.50±1.42	26.14±1.42	<0.01	25.16±1.35	24.69±1.17	<0.01
Plis adipeux (mm)	Supra- iliaque	10.56±3.74	10.28±3.75	Ns	5.88±3.03	6.05±2.52	Ns
	Cuisse	13.97±5.40	14.35±5.29	0.03	9.55±4.44	9.79±4.16	Ns
	Jambe	13.07±4.69	13.10±4.97	Ns	8.86±3.53	9.08±3.47	Ns

Les hauteurs, diamètres, circonférences et plis adipeux ont été mesurés comme décrit dans les méthodes. E.I.A.S : Epine iliaque antéro-postérieur ; CD : Côté dominant ; CND : Côté non dominant, NS : Non significatif ; * significatif à $p<0,05$; *** significatif à $p<0,001$; cm : centimètre.

Chez les non sportifs (Tableau 1) des asymétries apparaissent avec quelques différences. Ainsi l'asymétrie est présente dans les hauteurs de l'EIAS et du Sphyriion, dans le diamètre des jambes, dans la circonférence des cuisses et des pieds, alors qu'aucune significativité n'a été trouvée dans les plis.

Les résultats montrent que l'asymétrie des membres inférieurs est bien plus importante chez les sportifs (Tableau 2) que chez les non sportifs. Aucune différence n'a été mesurée en ce qui concerne les pieds (hauteur du sphyriion, circonférence ou diamètre des pieds). La différence entre les deux groupes concernant les plis, laisse penser à un majeur contenu graisseux chez les sportifs qui en réalité doit être rapporté aux dimensions corporelles (taille et poids) bien plus importantes chez ceux-ci que chez les non-sportifs.

Tableau 2 - Mesures anthropométriques : comparaison entre volleyeurs (VB) et non sportifs (NS)

		VB	NS	P
Hauteurs (cm)	E.I.A.S CD	108.59±4.74	98.50±5.06	<<.001
	E.I.A.S CND	107.94±5.11	97.90±4.92	<<.001
	Tibial CD	55.47±5.09	48.51±3.04	<<.001
	Tibial CND	55.53±5.05	48.23±3.01	<<.001
	Sphyrion CD	9.03±1.49	8.79±0.64	0.2152
	Sphyrion CND	9.24±1.55	8.79±0.64	0.1669
Diamètre (cm)	Cuisse CD	10.26±0.62	9.29±0.86	<<.001
	Cuisse CND	10.22±0.65	9.44±0.68	<<.001
	Jambe CD	7.67±0.40	7.39±0.46	<<.001
	Jambe CND	7.65±0.41	7.26±0.51	<<.001
	Pied CD	10.51±0.68	10.37±2.44	0.6435
	Pied CND	10.36±0.79	10.39±2.27	0.8936
Circonférences (cm)	Cuisse CD	58.7±3.89	53.92±2.93	<<.001
	Cuisse CND	57.8±3.98	53.61±3.30	<<.001
	Jambe CD	37.02±2.62	35.10±1.51	<<.001
	Jambe CND	36.46±2.97	34.91±1.56	<<.001
	Pied CD	26.50±1.42	25.16±1.35	0.6435
	Pied CND	26.14±1.42	25.16±1.35	0.8936
Plis adipeux (mm)	Supra-iliaque CD	10.56±3.74	5.88±3.03	<<.001
	Supra-iliaque CND	10.28±3.75	6.05±2.52	<<.001
	Cuisse CD	13.97±5.40	9.55±4.44	<<.001
	Cuisse CND	14.35±5.29	9.79±4.16	<<.001
	Jambe CD	13.07±4.69	8.86±3.53	<<.001
	Jambe CND	13.10±4.97	9.08±3.47	<<.001

E.I.A.S : Epine iliaque antéro-postérieur ; CD : Côté dominant ; CND : Côté non dominant, NS : Non significatif ; << : la valeur de p est inférieur à 0.001.

Les masses segmentaires n'ont pas montré une symétrie significative du côté dominant chez les sportifs et les non-sportifs (Tableau 3). Les différences entre VB et NS, toutefois ont montré une significativité statistique à $p \ll 0.01$.

Tableau 3 - Masses segmentaires des membres inférieurs

VB (n=80)	CD	CND	P
Cuisse	10.81±1.81	10.60±1.82	0.06
Jambe	3.81±0.62	3.78±0.63	0.52
Pieds	1.17±0.09	1.18±0.09	0.15
NS (n=55)			
Cuisse	8.21±1.15	8.31±1.13	0.47
Jambe	2.84±0.44	2.83±0.45	0.32
Pieds	1.03±0.08	1.02±0.13	0.23

Les masses segmentaires (en kg) ont été calculées comme décrit dans Méthodes. CD : Côté dominant ; CND : Côté non dominant. Les valeurs du p sont toutes non significatives.

Pour mieux visualiser les différences relevées dans les mesures anthropométriques et les masses segmentaires, une analyse en composante principale a été réalisée. Cette analyse a permis d'extraire sept composantes qui expliquent plus de 71 % de la variabilité observée. Seulement les trois premières composantes, les plus significatives, seront ici présentées.

La 1^{ère} composante (14,8 % de la variance expliquée) (Figure 1) représente l'asymétrie du pied et concerne plus particulièrement la hauteur sphyrion (H ; $r = .73$) et la masse du pied (MS ; $r = .81$).

La 2^{ème} composante (12,87 % de la variance expliquée) représente l'asymétrie de la cuisse sur le plan circonférence, masse et diamètre. Elle représente donc l'asymétrie de la masse musculaire de ce segment du membre inférieur. Les autres caractères sont assez mal représentés par cette composante 2 (Tableau 4). La projection des VB et des non sportifs dans ce plan (Figure 2), confirme l'existence de l'asymétrie du membre inférieur. Ainsi, les VB sont près des variables caractérisant une plus grande asymétrie du pied, notamment hauteur et masse, et de la cuisse, plus particulièrement de sa masse circonférence et diamètre, (MS ; $r = .73$, C ; $r = .69$ et D ; $r = .45$ respectivement). Ce qui peut s'expliquer par leur entraînement.

Le Tableau 4 récapitule les principales caractéristiques des composantes principales, et leurs corrélations avec les quinze variables analysées.

Tableau 4 - Coefficient de corrélation entre les variables et l'ACP.

	Composantes		
	1	2	3
MS/Pied	,813	-,455	,308
H/Sphyrion	,733	-,449	,341
C/Pied	-,391	-,057	,342
MS/Cuisse	,437	,732	-,097
C/Cuisse	,452	,689	-,018
D/ cuisse	,221	,446	-,226
C/Jambe	-,186	,103	,619
MS/Jambe	-,334	,308	,585
P/Cuisse	,036	-,150	-,470
II/EIAS	-,089	-,120	-,367
D/ pied	-,349	,104	,015
P/Jambe	,293	,318	,210
II/Tibial	-,145	,113	,246
D/ jambe	-,092	-,211	-,206
P/Suprailiaque	-,178	-,014	,064

Ici sont représentés les coefficients de corrélation entre chacune des 15 variables et chacune des 3 composantes. Légende : MS :Masse, H :Hauteur, C : Circonférence, D :Diamètre, P :Pli, EIAS : Épine iliaque antéro supérieure

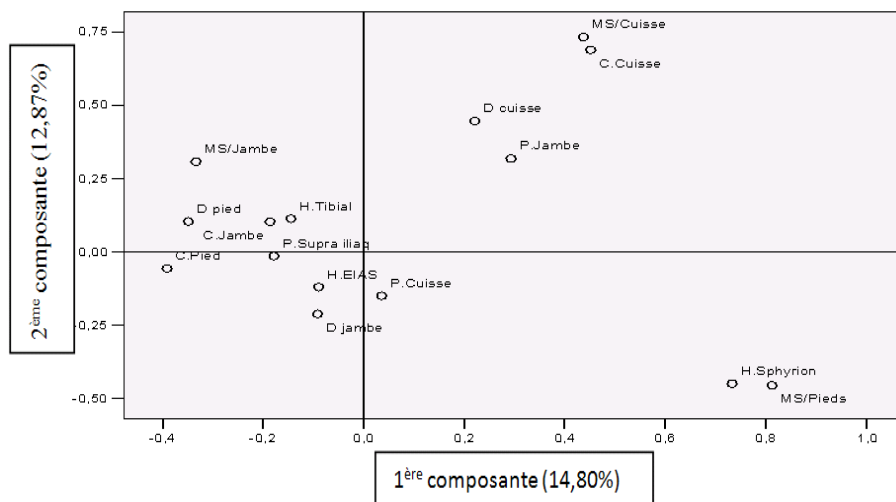


Figure 1. Représentation des variables dans les deux premiers plans factoriels obtenus par l'analyse en composantes principales. La hauteur du sphyrion, la masse du pied, la masse et la circonférence de la cuisse sont bien mise en évidence.

Légende : H :Hauteur, D :Diamètre, C : Circonférence, P :Pli, MS :Masse.

La projection des volleyeurs et non sportifs sur le plan factoriel formé des composantes 1 et 2, montre que les volleyeurs et les non sportifs sont en nette

opposition (Figure 2) ; les non sportifs se situant en bas à gauche du premier plan, et les volleyeurs en haut à droite. Cela veut dire que nous retrouvons chez les volleyeurs une asymétrie pour la hauteur et la masse du pied et de la masse musculaire et la circonférence de la cuisse. A l'opposé cette asymétrie est minime chez les non sportifs.

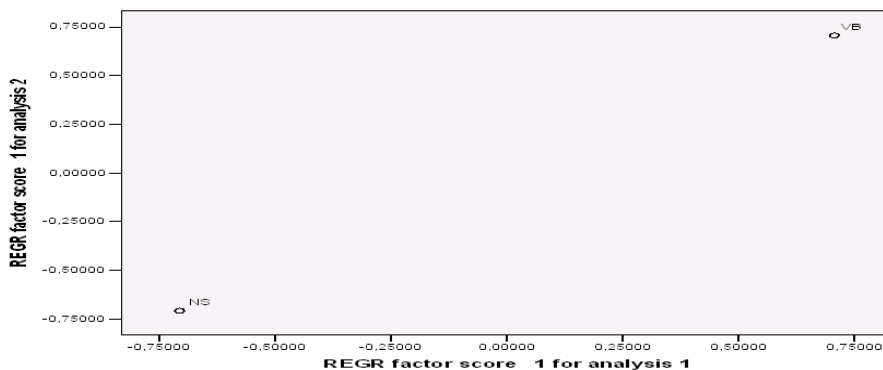


Figure 2 : Projection des sujets sportifs et non sportifs à partir de la valeur moyenne des facteurs de régression de la 1^{ère} et 2^{ème} composante. Dans le plan de cette composante nos deux groupes n'évoluent pas dans le même sens.

Légendes : VB : Volleyball, NS : Non sportif

Le deuxième plan factoriel (Figure 3) est représenté par le plan formé par la première et troisième composante principale. Cette dernière représente essentiellement l'asymétrie de la jambe. Cette asymétrie touche surtout les circonférences et les masses musculaires de la jambe. La projection des individus sur ce dernier plan met en exergue, comme précédemment, deux populations, les volleyeurs, situés en haut à droite et les non sportifs situés en bas à gauche. On peut noter que l'asymétrie est bien plus marquée chez les sportifs que les non sportifs ; ceci peut s'expliquer par le fait que pour les volleyeurs de haut niveau, l'amélioration des performances en compétition impose un travail de conditionnement physique quotidien et c'est surtout la puissance explosive qui est décisive.

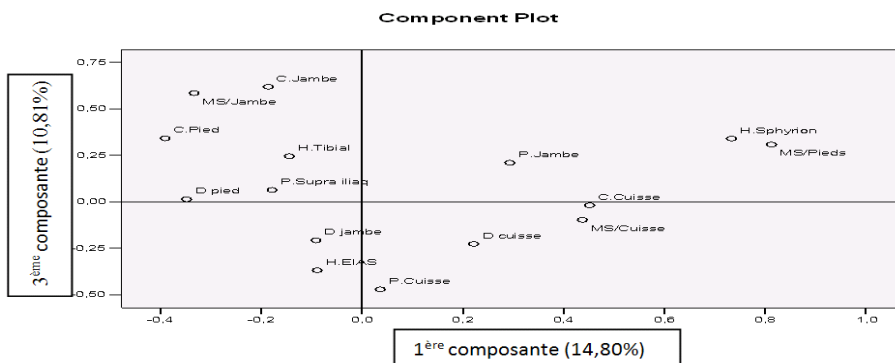


Figure 3 : Représentation des variables dans les plans factoriels 1 et 3 obtenus par l'analyse en composantes principales. Les caractères à retenir sont la masse du pied et la hauteur sphyrion.

Légende : H. :Hauteur, D. :Diamètre, C. : Circonférence, P. :Pli, MS. :Masse

La projection sur le plan factoriel des composantes 1 et 3 montre (Figure 4) que les VB sont en nette position d'éloignement des NS avec une forte similitude aux résultats obtenus avec les composantes 1 et 2 (cf. Figure 2).

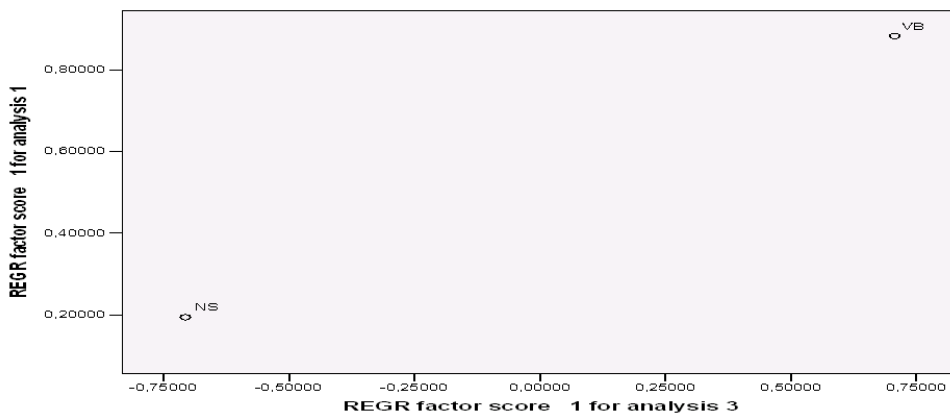


Figure 4 : Projection des sujets sportifs et non sportifs à partir de la valeur moyenne des facteurs de régression de la 1^{ère} et 3^{ème} composante. Le plan de cette composante montre que nos deux groupes n'évoluent pas dans le même sens.

Légendes : VB : Volleyball, NS : Non sportifs

La hauteur du saut et le conséquent temps d'envol sont légèrement plus importants, non significativement, chez le VB (Tableau 5) que chez les NS alors que la différence entre les deux groupes est hautement significative ($p < 0.01$).

Tableau 5. Mesures de hauteur du saut vertical (squat jump) des Volleumeurs (VB) et non sportifs (NS).

	2 jambes	CD	CND	p (CD vs CND)
VB				
Hauteur du saut (cm)	51.20±7.64	29.78±7.14	28.62±6.86	0.069
Temps de vol (msec)	0.643±0.052	0.488±0.057	0.479±0.056	0.095
NS				
Hauteur du saut (cm)	38.62±7.14	22.4±4.58	22.21±4.69	0.77
Temps de vol (msec)	0.558±0.053	0.422±0.046	0.423±0.044	0.83

Le squat jump a été effectué comme décrit dans les méthodes. CD : Côté dominant ; CND : Côté non dominant ; p : seuil de signification ; Ns : non significatif ; msec : millième de seconde ; cm : centimètre.

DISCUSSION

Les résultats de cette étude montrent la présence d'asymétries des membres inférieurs plus marquées du côté dominant chez les volleyeurs (VB) algériens de haut niveau, par rapport à des non sportifs (NS). Ces derniers présentent aussi des différences mais elles sont moins importantes et statistiquement différentes de celles trouvées chez les VB. On remarque d'ailleurs que l'asymétrie dans la longueur et diamètres des jambes est bien similaire entre les VB et NS, bien que significativement différente entre les deux groupes sauf pour les mesures des **pieds (Tableau 2)**, ce qui démontre la nature biologique de cette asymétrie qui se retrouve généralement chez l'homme sain déjà mis en évidence dans les travaux de Auerbach & Ruff (2006), Cuk, Leben-Seljak, & Stefancic (2001), Steele & Mays (1995). La raison d'une asymétrie accrue chez les VB peut être probablement imputée à l'entraînement. D'ailleurs Kozlov & Gladisheva (1977) fait remarquer qu'après une pratique sportive de huit années, des volleyeurs polonais montraient des circonférences, des longueurs et des diamètres des jambes plus grands que ceux qui ont un nombre d'années de pratique moins important. Les charges physiques systématiques au cours de la pratique sportive amènent donc à l'hyperfonction musculaire, à l'augmentation du volume des muscles les plus sollicités.

Par contre, il a été reporté par Cavagna (2006) que l'expérience de la course à pieds permet de diminuer d'éventuelles asymétries et notamment chez des athlètes de très haut niveau qui apparaissent plus « symétriques », suite à leur entraînement, sans toutefois faire complètement disparaître une asymétrie Cavanagh, Pollock, & Landa (1977). Ce qui semble ainsi porter à la même conclusion que Carpes, Mota, & Faria (2010), que l'asymétrie morphologique est généralement présente chez l'athlète de haut niveau et accentuée par l'activité sportive choisie, comme cela est montré par les résultats présents. Une telle asymétrie d'ailleurs correspond à l'asymétrie fonctionnelle du cortex moteur (et celle hémisphérique en général) dans sa régulation des muscles volontaires Serrie, Ivry, & Swinnen (2006).

Les résultats de cette étude montrent aussi la présence d'asymétries au niveau des plis adipeux qui apparaissent bien plus développés chez les VB par rapport aux NS. Ceci peut s'expliquer par le fait que les volleyeurs sont plus grands par rapport au NS (189,6 cm \pm 1,5 et 172,5 \pm 6,09 respectivement) et plus lourds (83,1 kg \pm 3,2 et 70,9 \pm 9.0 pour les NS). Ils sont d'ailleurs considérés comme étant macroskèles, c'est-à-dire ayant des longs membres inférieurs. Ces données sont confirmées par la mesure des masses segmentaires des membres inférieurs qui sont asymétriques chez les VB, sauf pour la cuisse où l'asymétrie n'est pas significative.

L'analyse en composante principale confirme l'asymétrie plus marquée chez les VB que chez les NS lorsque l'on compare les trois composantes les plus significatives parmi celles qui ont été mesurées. Ainsi une nette séparation a pu être mise en évidence entre les deux groupes de sujets (VB et NS) à l'étude (cf Figures 2 et 4) confirmant ainsi la différence remarquée dans l'asymétrie des membres inférieurs notamment pour les cuisses (circonférence, masse et diamètre). Ceci traduirait l'augmentation de la masse musculaire du côté dominant lié aux actions de haute intensité en déplacement et impulsion au smash, au contre et au service smashé. L'asymétrie de la jambe est en faveur des sportifs, elle est moins marquée que pour les autres paramètres. Ce sont comme précédemment, les circonférences et les masses qui sont les plus touchées. Les travaux de Cometti, (2007) nous renseignent sur les performances en saut chez les volleyeurs, Il s'avère que les volleyeurs réalisent en moyenne 30 sauts par set (sachant qu'un match se joue entre 3 et 5 sets). Les muscles intervenant dans le saut à partir de la

flexion du pied, forment une chaîne qui est indissociable et dépendent les uns des autres en vue d'une bonne réalisation des différentes techniques. La répétition des gestes techniques (attaque, block, passe...) à intensité variable (déplacement, sauts, chutes...) provoquerait une augmentation du volume musculaire des membres inférieurs ce qui maintiendrait l'asymétrie du CD seulement.

Depuis longtemps on connaît l'influence des paramètres anthropométriques sur les résultats sportifs. Kozlov & Gladisheva (1977) montrent dans leurs études que les volleyeurs ont en général une constitution corporelle proportionnelle même si les attaquants ont un développement asymétrique en raison de l'hypertrophie unilatérale du bras d'attaque et du pied d'appui. Étant macroskèles, ces athlètes ont des segments supérieurs longs, et particulièrement l'avant-bras, tandis que la main est plutôt courte ; Tandis que Nikituk (1980) met en évidence les segments des membres inférieurs, particulièrement les pieds qui sont plus longs que la norme.

Concernant les effets de l'asymétrie sur l'efficacité du squat jump, les résultats montrent une légère (3,4% non significative) amélioration de la hauteur du saut chez les VB (Tableau 5). Une différence similaire de 0.7 % (significative) a été observée par Yoshioka et al. (2010). Dans la littérature, d'autres travaux Stephens, Lawson, DeVoe, & Reiser (2007), Stephens, Lawson, & Reiser (2005) ont trouvés chez des joueurs de VB catégorie masculine que le membre dominant avait une meilleure performance alors qu'aucune différence n'a été relevée chez les volleyeuses. Les résultats semblent concorder sur la possibilité que nonobstant une légère augmentation de la performance de la part du membre dominant la grandeur de la différence est telle qu'en raison de la nature multi factorielle du saut, cette amélioration ne semble pas conduire à une réelle augmentation de la performance parmi les VB. Enfin, il faut aussi remarquer que les résultats montrent, chez les NS, aucune amélioration (Tableau 5).

Les résultats auraient probablement pu être différents si l'étude avait porté sur les joueurs selon les postes de jeu occupés sur le terrain. Nous savons aujourd'hui qu'à chaque poste de jeu est associé un profil morphologique directement lié au rôle du joueur sur le terrain, aspect faisant l'objet d'une autre étude.

Conclusion

D'après les résultats de cette étude, on peut conclure que l'hypothèse d'une dissymétrie bilatérale concernant les caractères observés est plausible chez les VB algériens. Les différences entre le côté dominant et le côté non dominant existent bien mais elles semblent marquer des asymétries préexistantes accentuées par l'activité sportive pratiquée. Concernant le test de saut, les résultats de l'étude ont montré que quelque que soit le groupe d'appartenance volleyeurs ou non sportifs, les mesures étaient semblables entre la jambe gauche et la jambe droite, aucune différence significative n'a été relevée entre la jambe dominante et la jambe non-dominante, même si ces résultats sont à la limite de la significativité. Les préparateurs physiques ne devraient donc pas à trop se soucier d'un tel déséquilibre en essayant de compenser pour le membre non dominant. Il faut surtout éviter de créer des situations susceptibles de provoquer un tel déséquilibre. A un haut niveau de pratique, certains sujets arrivent à éviter cette asymétrie grâce à un entraînement équilibré.

Pour conclure, lors de la prise des mesures anthropométriques, il serait recommandable de relever les valeurs du côté dominant. Comme le signifie Oberberck (1989) dans son étude, les entraîneurs doivent encourager la bilatéralité sur le développement trop précoce d'un type de latéralisation, car les effets néfastes des

charges spécifiques sur le squelette et surtout sur la colonne vertébrale rendent médicalement nécessaire une formation diversifiée et bilatérale afin d'éviter la formation de déséquilibres musculaires. D'autant plus que l'asymétrie des membres inférieurs est aussi étudiée pour éviter des blessures et les problèmes liés à leur conséquences comme le font remarquer Kobayashi et al. (2010), Hunt, Sanderson, Moffet, & Inglis (2004), il en est de même pour les personnes âgées selon l'étude de Carabello, Reid, Clark, Phillips, & Fielding (2010). Donc le travail diversifié, plus précisément bilatéral est nécessaire pour compenser la surcharge subie par l'appareil moteur passif et actif.

BIBLIOGRAPHIE

- Auerbach, B.M., & Ruff, C.B. (2006). Limb bone bilateral asymmetry: variability and commonality among modern humans. *J Hum Evolution*, 50: 203-218.
- Azémar, G., Ripoll, H. (1981). Études des asymétries fonctionnelles chez les sportifs de haut niveau. *Exposé aux semaines de Neuropsychologie EMESS, Paris.*
- Boles, D.B., Barth, J.M., & Merrill, E.C (2008). Asymmetry and performance: toward a neurodevelopmental theory. *Brain and Cognition*, 66: 124-139.
- Bonneau, D. (2000). Inégalité de longueur des membres inférieurs. *Médecins du sport*, 33, 28-31.
- Bourdiol, R.J. (Eds.) (1980). Médecine manuelle et ceinture scapulaire. *Éditions médicales Maisonneuve.*
- Bricot, B. (Eds.) (1996). La reprogrammation posturale globale. *Montpellier. Sauramps.*
- Bruniquel, L. (Eds.) (1994) Rachis lombaire, lombalgie et ILMI chez l'adulte. In. Les inégalités de longueur des membres. *Collection de Pathologie Locomotrice. Masso., 243-47.*
- Carabello, R.J., Reid, K.F., Clark, D.J., Phillips, E.M., & Fielding, R.A. (2010). Lower extremity strength and power asymmetry assessment in healthy and mobility-limited populations: reliability and association with physical functioning. *Ageing Clin Exp Res.*, 22: 324-329.
- Carpes, F.P., Mota, C.B., & Faria, I.F. (2010). On the bilateral asymmetry during running and cycling. A review considering leg preference. *Physical Ther Sports*, 11: 136-142.
- Cavagna, G.A. (2006). The landing-take-off asymmetry in human running. *J Explor Biol.*, 209: 4051-4060.
- Cavanagh, P., Pollock, M.L., & Landa, J. (1977). A biomechanical comparison of elite and good distance runners. *Ann NY Acad Sci.*, 301: 328-345.
- Cometti, G. (2007). Musculation et sports collectifs. *CEP, UFR STAPS Dijon.*
- Cuk, T., Leben-Seljak, P., & Stefancic, M. (2001). Lateral asymmetry of human long bones. *Variabil Evolution*, 9: 19-32.
- Dimeglio, A. (Eds.) (1994). Les inégalités de longueur des membres. *Collection de Pathologie Locomotrice. Masson ;*
- Fecteau, P. (Eds.) (1996). Influence de la latéralité et du sexe sur la bascule des épaules et la tendance varisante des pieds. *Bien-Être et Posture. Québec.*
- Fontani, G., Ciccarone, G., & Giulianini, R. (2000). Nuove regole di gioco ed impegno fisico nella pallavolo. *SdS - Scuola dello Sport*, 50 : 14 - 20.
- Gagey, P.M., & Weber, B. (Eds.) (1995). Posturologie - Régulation et dérèglements de la station debout. *Masson.*
- Guillodo, Y., Sébert, P., & Barthélemy, L. (1992). Latéralité podale et détente verticale chez le footballeur de haut niveau. *Sciences et Sports*, 7: 123-24.
- Hantala, C. (1998). L'amélioration de la détente verticale chez le volleyeur par le travail en puissance maximale. *Revue technique de la Direction Technique Nationale Fédération Française de volley-ball*, 3 : 3.
- Hunt, M.A., Sanderson, D.J., Moffet, & H., Inglis, J.T. (2004). Interlimb asymmetry in persons with and without an anterior cruciate ligament deficiency during stationary cycling. *Arch Phys Med Rehabil*, 85: 1475-1478.
- Jacquemoud, C. (1996). L'évaluation des qualités physiques en équipe de France masculine de volley-ball. Cas particulier de la puissance des jambes. *Montpellier.*

- Kobayashi, Y., Kubo, J., Matsuo, A., Matsubayashi, T., Kobayashi, K., & Nishi, N. (2010). Bilateral asymmetry in joint torque during squat exercise performed by long jumpers. *J Strength Cond Res*, 24: 2826-2830.
- Kozlov, V.I. & Gladisheva, A.A. (Eds.) (1977). Les bases de la morphologie du sport. *Edition Fisiculture i Sport Moscou*.
- Laurent, et Al. (Eds.) (1994). Objectivation par l'électromyographie de surface de variation de sollicitation musculaire au niveau du rachis lombaire et des membres inférieurs en présence d'une ILMI. In : Les inégalités de longueur des membres. *Collection de Pathologie Locomotrice. Masson*, 248-55.
- Manning, J.T. & Pickup, L.J. (1998). Symmetry and performance in middle distance runners. *International Journal of Sports Medecine*, 19:205-209.
- Martin, R. (1928). Lehrbuch der Anthropologie. Jena Verlag Von Gustave Fisher , 3.
- Nikituk, B.A. (Eds.) (1980). Morphologie sportive générale. *Edition Ktsolitfk Moscou*.
- Oberberck, H. (1989). Seitigkeitsphänomene und Seitigkeitstypologie im Sport. *Hofmann Verlag, Schorndorf*.
- Ross, W.D. & Marfell-Jones, M.J. (1982). Physiological testing of the elite athlete. *Kinanthropometry, edited by J.Duncan Mac Dougall; Howard A.Wenger; Howard J.Green, published by The Canadian Association of Sport Sciences in collaboration with the Sport Medecine Council of Canada*.
- Serrien, D.J., Ivry, R.B., & Swinnen, S.P. 2006. Dynamics of hemispheric specialization and integration in the context of motor control. *Nature Reviews Neuroscience*, 7: 160-166.
- Solin, J. (1990). Sport et latéralité. *Revue de l'amicale des Entraîneurs Français d'Athlétisme*, 29-31.
- Steele, J., Mays, S. (1995). Handedness and directional asymmetry in the long bones of the human upper limb. *Int J Osteoarchaeol*, 5: 39-49.
- Steinbrück, K., & Sommer, H.M. (1983). Othopädische Probleme beim Tendisspleilen im Breiten-und Leistungssport. *Leistung und Gesundheit*, S. 645-648. *Heckn H. et al. (Hrsg.). Cologne : Deutscher Arzte-Verlag*.
- Stephens, T.M., Lawson, B.R., DeVoe, D.E., & Reiser R.F. (2007). Gender and bilateral differences in single-leg countermovement jump performance with comparison to a double-leg jump. *J. Appli. Biomechanics*, 23: 190-202.
- Stephens, T.M., Lawson, B.R., Reiser, R.F. (2005). Bilateral asymmetry in max effort single leg vertical jumps. *Biomed. Sci. Instrum*, 41: 317-322.
- Vagenas, G., & Hoshizaki, B. A. (1992). Multivariable analysis of lower extremity kinematic asymmetry in running. *International Journal of Sport Biomechanics*; 8:11-9.
- Weineck, J. (Eds.) (2003). Manuel d'entraînement, 4ème édition. Editions Vigot .
- Yoshioka, S., Nagano, A., Hay, D.C., & Fukashiro, S. (2010). The effect of bilateral asymmetry of muscle trngth on jumping height of the contermovement jump: a computer simulation study. *J Sports Sci*, 28: 209-218
- Zatsiorsky, V., & Seluyanov, V. (1985). Estimation of the mass and inertia characteristics of the human body by means of the best perdictive regression equations, Biomechanics IB-B, Ed. By Winter D . et al., *Human Kinetics Publisher*.