

ETUDE DES ASYMETRIES DU MEMBRE INFERIEUR A PARTIR DE MESURES ANTHROPOMETRIQUES ET DU TEST SUR ERGO-JUMP CHEZ DES SPORTIFS ALGERIENS DE HAUT NIVEAU

Auteurs :

F.LAMMARI^{1,3,4}, **N.MIMOUNI**^{1,4}, **D.HANNOUN**²

1. Laboratoire des Adaptations et de la Performance Motrice, INFS/STS Dely Ibrahim-Bp71.El Biar Alger.

2. INSP d'Alger

3. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne (USTHB), BP32 El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie.

4. Agence Nationale du Développement et de la Recherche en Santé (ANDRS), Es Senia, Oran

Objectifs:

L'objectif premier est de mettre en évidence l'asymétrie des membres inférieurs observés chez une population de 113 sportifs de haut niveau (selon que la discipline soit unilatérale ou pas) et 55 non sportifs.

En second objectif, étudier les conséquences de cette asymétrie sur la masse et la puissance du segment inférieur à partir du test sur ergojump.

Méthodes: Les mesures ont été effectuées selon les techniques anthropométriques de base (Points de repères osseux, les diamètres, les périmètres et les plis cutanés). Estimation de la masse des segments avec l'équation de régression L'équation de ZatsiorskyV. et Seluyanov V.(1985), et test du saut vertical (ergojump). Dans le cadre de cette recherche, nous avons utilisé les statistiques descriptives, le t student pairé, les ANOVA et une analyse multivariée (ACP).

Résultats: L'ANOVA appliquée sur les masses segmentaires nous a permis de retenir globalement une asymétrie statistiquement significative ($p=0,001$). Les inter-relations entre les valeurs enregistrées par les composantes des masses segmentaires et des tests de sauts, nous ont permis de relever pour les masses des segments de la cuisse aussi bien droite ($r=0,88$) que gauche ($r=0,87$) qu'elles étaient significatives ($p(<0,001)$) et présentent un lien très élevé avec le temps d'envol à deux pieds et tout particulièrement pour le temps d'envol côté gauche ($r=0,89$) aussi bien pour la cuisse droite que pour la cuisse gauche. Pour les masses des segments des jambes aussi bien pour la jambe droite que pour la jambe gauche, on note un lien élevé et significatif ($p<0,01$) avec le temps d'envol à deux pieds, et tout particulièrement pour la jambe gauche ($r=0,64$).

Conclusion : On pourrait considérer que cette asymétrie est liée à la pratique intense de ces sports.

Mots clés : Sports ; asymétrie ; anthropométrie ; saut ; masses segmentaires

INTRODUCTION

L'anthropométrie du sport est une méthode des plus développées de la morphologie sportive en comparaison avec les méthodes telles la radiographie, les ultrasons, l'histologie, etc... Elle étudie notamment les liens existants entre les structures morphologiques individuelles et la pratique d'une activité sportive.

La morphologie du corps est très complexe aussi bien dans la forme générale du corps, que dans ses divers éléments constitutifs et sa variabilité interindividuelle est pour l'essentiel comme dans toute espèce vivante, une variabilité naturelle et biologique. Les sportifs n'échappent pas aux lois de la nature. L'idée d'une différenciation morphologique entre sportifs, liée à la nature des disciplines pratiquées n'est plus à contester.

L'homme " normal " est symétrique mais nombreux auteurs GUILLODO et AL. (1992), BRICOT B. (1996) et GAGEY (1995) reconnaissent que 95% des sujets qu'ils ont observé sont asymétriques. FECTEAU P. (1996) insiste sur les fortes relations entre la latéralité manuelle et certaines asymétries posturales. La plupart des conduites motrices humaines résultent de postures dynamiques asymétriques qui mettent en jeu des latéralités complexes pour obéir à un niveau de performance élevé : entraînement et répétition (AZEMAR, 1981). L'activité sportive intense provoque parfois de manière très importante le développement de la musculature d'un sportif, en raison de nombreuses répétitions, de mouvements identiques et de la spécificité de l'entraînement. Environ 10 % des hommes ont des membres inférieurs égaux, 80 % ont des variations entre 0 et 10 mm, et 10 % au-delà de 10 mm [BOURDIOL R. J. (1980), BRUNIQUEL L. et AL. (1994), DIMEGLIO A. (1994), LAURENT et AL. (1994)]. La mise en évidence d'une inégalité de longueur des membres inférieurs est d'une telle fréquence que certains la considèrent comme une variante de la normale, tant qu'elle demeure en deçà des 20 mm de différence (BONNEAU D. 1998). L'organisme va ainsi utiliser toutes les ressources biomécaniques disponibles pour corriger cette perturbation. D'ailleurs certaines disciplines sportives telles que le volleyball ont été classées d'un point de vue biomécanique et cinématique, comme étant une discipline à mouvements complexes, asymétriques provoquant un développement asymétrique du corps (par exemple celui des composantes musculaires, force etc..), acycliques et locomoteurs par la diversité des gestes techniques tels les déplacements, sauts, chutes, fentes, courses etc. La nature de ces mouvements dans l'espace est mixte, c'est à dire de translation et de rotation (HANTALA C. 1998). D'autres études, orthopédiques et radiographiques montrent que les sportifs qui ont commencé très tôt une carrière dans le tennis présentent une inégalité de hauteur des épaules et du bassin, une différence de longueur de jambes et une scoliose, qu'ils ont d'autre part un taux de minéralisation excessif et une musculature plus développée du côté du bras avec lequel ils jouent (STEINBÜCK K., SOMMER, 1983 H.M.). En athlétisme par exemple, 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 (SOLIN J. 1990). MANNING et PICKUP (1998), ont fait remarquer une asymétrie directement liée à la performance sportive. L'asymétrie est souvent associée au phénomène de latéralisation. Le phénomène de latéralisation ne concerne pas uniquement les mains, mais aussi toute une série d'autres organes qui vont de paire [WEINECK, J., 2003]. L'utilisation asymétrique du corps dans certaines activités qui élaborent les latéralités segmentaires est l'étape intermédiaire entre schéma corporel et structuration spatiale. Il existe donc une latéralisation fonctionnelle et morphologique. La latéralisation fonctionnelle se rapporte comme son nom l'indique à l'apparence d'une partie du corps qui est utilisée de préférence. La latéralisation morphologique concerne l'aspect extérieur de l'organe en question. Le bras dominant se

remarque essentiellement par le fait qu'il est plus épais, qu'il a des os plus développés et une musculature plus forte. Cette dernière fera l'objet de notre étude.

L'acquisition de la technique sportive est le fruit d'une longue préparation et de répétitions. Cette répétition intensive peut avoir des effets sur l'appareil musculo-squelettique. Ainsi, il est probable que le caractère asymétrique de la discipline, du côté dominant, entraîne des modifications particulières et propres sur l'organisme de ces sportifs.

L'intérêt de ce travail de recherche portera sur :

- Le premier objectif: Mettre en évidence l'asymétrie observée chez cette population de sportifs de hauts niveaux pour le membre inférieur selon que la discipline est unilatérale ou pas.

- Le second objectif: Étudier les conséquences de cette asymétrie sur la masse et la puissance du segment inférieur à partir du test sur ergojump.

MOYENS ET METHODES

POPULATION

L'étude a été réalisée sur un échantillon de sportifs masculins de haut niveau (équipes nationales ou clubs sportifs de 1^{ère} division). Le deuxième groupe expérimental est composé par des non sportifs adultes masculins.

Tableau 1: Répartition par groupe de sport de notre population.

Sports unilatéraux ou acycliques (asymétriques)	Sports bilatéraux ou cycliques (symétriques)	Non sportifs (n=55)
Volley-ball (n=80)	Cyclistes (n=18)	
Basket-ball (n=19)	Course de fond (n=15)	
Taekwondo (n=12)		
Sauteurs (n=11)		
Tennis (n=14)		
Total (n=224)		

Tous les participants ont subi l'évaluation anthropométrique. Par contre certains sujets n'ont pas pu participer au test de détente en raison des différentes programmations de stages ou de compétitions. Notre population a été réduite comme suit : Pour les sports unilatéraux (acycliques ou asymétriques) volley-ball (n=59), basket-ball (n=09), taekwondo (n=12), sauteurs (n=05). Pour les sports bilatéraux (cycliques ou symétriques) course de fond (n=15), cyclistes (n=18) et les non sportifs (n=28).

PROTOCOLE

Les caractères anthropométriques ont été mesurés côté droit et côté gauche séparément. Les traits (caractères) qui ne faisaient pas partie d'une paire bilatérale (exemple : circonférence du thorax, de l'abdomen) ont été exclus.

Dans cette expérience, le mot dominance ne signifie pas préférence mais plutôt l'usage. La présence de gauchers au sein de notre échantillon nous a poussé à présenter les résultats en tenant compte du côté dominant (CD) et du côté non dominant (CND); et non pas selon le côté droit ou le côté gauche.

Pour le test du squat jump, le sujet commence le test en position fléchie à 90° (articulation du genou) pour effectuer une « poussée » maximale vers le haut tout en gardant le buste droit. Les mains sont sur les hanches pour éviter une participation des bras (2 essais),

il ne doit pas y avoir de contre mouvement. Le saut est d'abord effectué à deux jambes, ensuite avec la jambe droite puis avec la jambe gauche afin de pouvoir comparer la force explosive entre les deux jambes.

MÉTHODES

Les méthodes utilisées sont les suivantes :

- Méthodes anthropométriques : Les mesures ont été effectuées selon les techniques anthropométriques de base. Les points de repère osseux et les mensurations seront standardisés par MARTIN R., (1928), puis par ROSS ET COLL.,(1982).

Le poids corporel sera déterminé par une balance médicale, pieds nus.

La stature (la distance entre le vertex et le sol) sera mesurée à l'aide d'un anthropomètre.

Les hauteurs anthropométriques : Epine iliaque antéro supérieure (EIAS), la hauteur tibiale et sphyrion seront mesurés à l'aide d'un anthropomètre du système Martin, sa précision est de 0,5cm.

Les diamètres transversaux du corps : Diamètre transversal et distal de la cuisse (bi condylien du fémur), diamètre transversal et distal de la jambe seront mesurés à l'aide d'un compas à bouts olivaires.

Les périmètres : Proximal, moyen et distal de la cuisse, de la jambe et la circonférence du pied. Un mètre ruban sera utilisé pour la mesure de ces périmètres.

Les plis cutanés : De la cuisse et celui de la jambe. Pour la mesure des panicules adipeuses, nous utiliserons une pince à plis du type Harpenden avec une précision de 10 g/mm.²

- Méthode de calcul des masses : Pour estimer la masse des segments nous avons utilisé l'équation de Zatsiorsky V. & Selouyanov V; (1985).

- Test du saut vertical (squat jump) : Pour cela nous avons utilisé l'ergotest (tapis de Bosco) qui nous a permis d'effectuer de façon rapide le test de détente (saut). Il est entièrement programmable et permet d'enregistrer le nombre de sauts sélectionnés, les temps de contact et de suspension de l'athlète et les transforment en centimètre d'élévation du centre de gravité avec une précision au 1/1000 s.

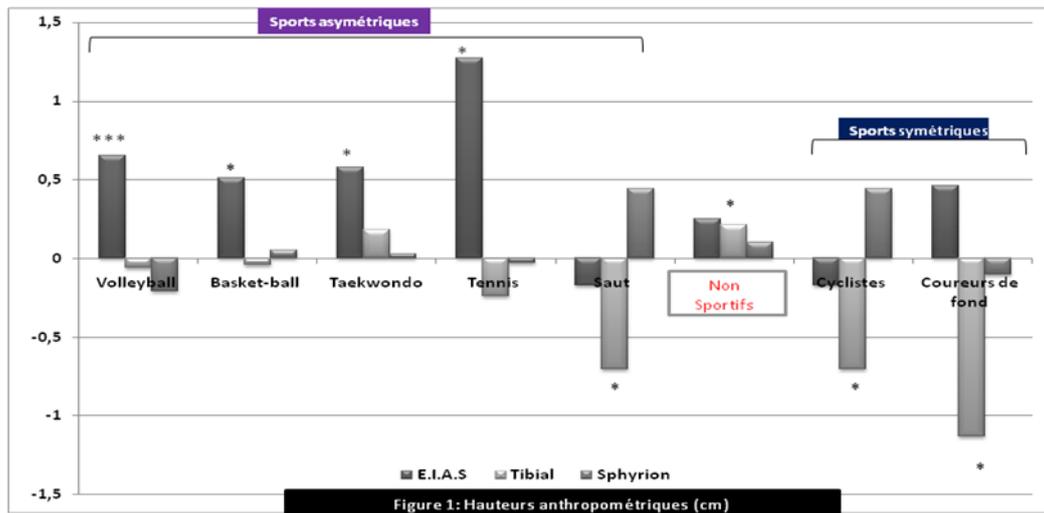
- *Statistique*. SPSS version 13.0 a été utilisée pour l'analyse des données. La comparaison des valeurs moyennes des différents caractères anthropométriques côté dominant et non dominant est effectuée par le test « t » de Student pairé. Une ANOVA a été utilisée pour mesurer et traduire si globalement l'asymétrie diffère selon les groupes. Pour rechercher des sous populations en fonction des caractéristiques anthropométriques et de la pratique d'un sport de haut niveau, nous avons effectué une analyse en composante principale.

RESULTATS

1. Mesures anthropométriques

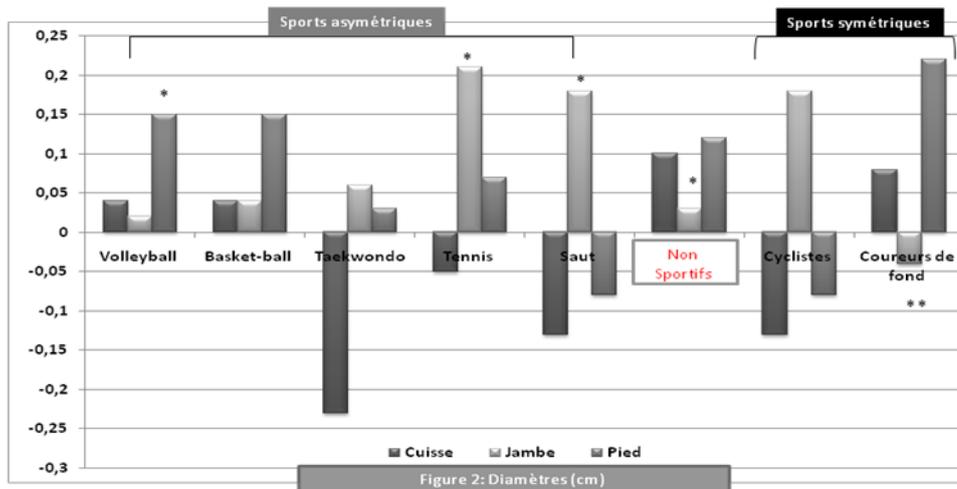
Nous examinerons les données concernant les différences moyennes des hauteurs anthropométriques, des diamètres, des circonférences et des plis cutanés du membre inférieur. Les données sont reportées sous forme de graphiques aux figures 1,2,3,4, 5 et 6.

La figure 1 : Y sont reportées les hauteurs anthropométriques (épine iliaque antéro-supérieure (EIAS), tibial et le sphyrion). Il est intéressant de remarquer que l'asymétrie du point EIAS ($p < 0,05$) est relevée pour presque tous les sports dits asymétriques particulièrement chez les volleyeurs ($p < 0,001$) à l'exception des sauteurs qui présentent une asymétrie ($p < 0,05$) pour le point tibial, les valeurs positives révèlent une asymétrie du côté dominant. L'asymétrie ($p < 0,05$) de ce même point (tibial) est observée au niveau des sports symétriques (cyclisme et coureurs de fond) mais également chez les non sportifs, les valeurs négatives reflètent une asymétrie en faveur du côté non dominant (CND).



Légendes : E.I.A.S : Epine iliaque antéro-postérieur ; NS : Non significatif ; * : significatif à $p < 0,05$; *** significatif à $p < 0,001$.

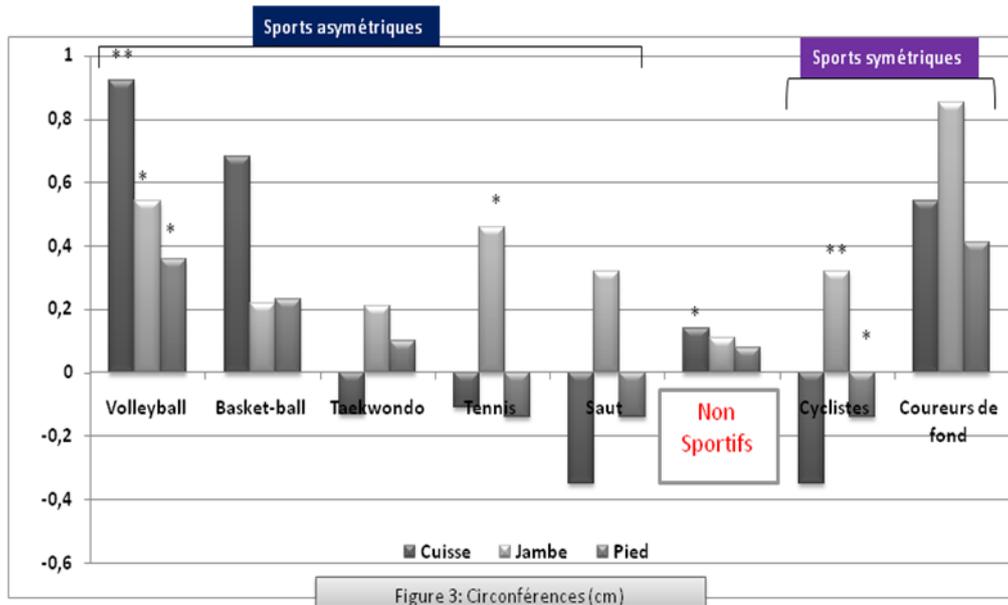
L'examen de la figure 2 présente les différences moyennes des diamètres de la cuisse pour laquelle nous n'enregistrons aucune différence significative pour l'ensemble de l'échantillon, toutefois des valeurs négatives en faveur du CND sont relevées dans les sports asymétriques (taekwondo, tennis, et saut) et dans les sports symétriques pour le cyclisme. Les différences sont significatives ($p < 0,05$) pour le diamètre de la jambe pour les sports symétriques (tennis et saut) et chez les non sportifs avec des valeurs positives en faveur du CD et chez les coureurs de fond (sport symétrique) avec des valeurs négatives (CND), $p < 0,01$. L'analyse de la variance montre des différences significatives $p < 0,05$.



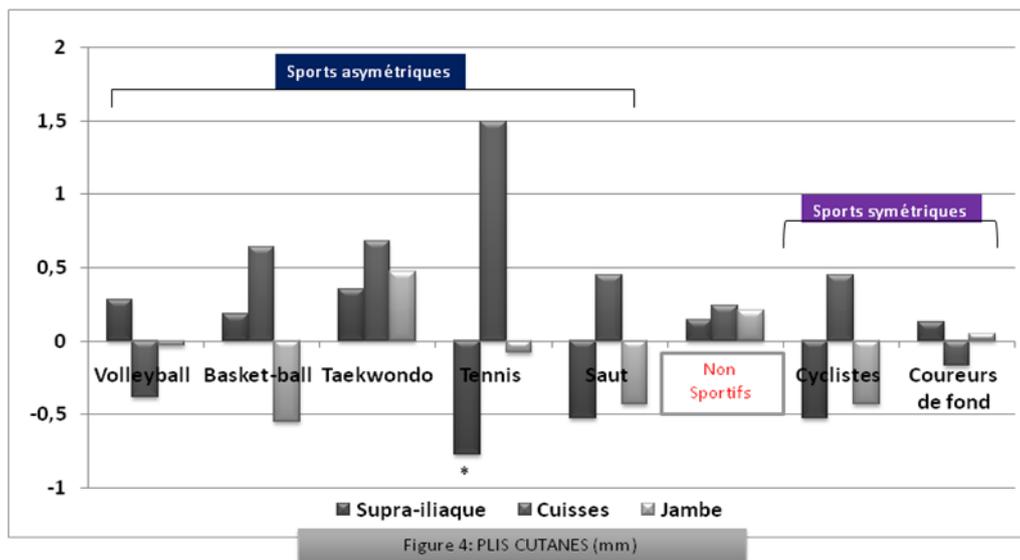
NS : Non significatif ; * : significatif à $p < 0,05$; ** significatif à $p < 0,01$.

La figure 3 illustre les différences moyennes des circonférences entre le côté dominant et non dominant au niveau de la cuisse, de la jambe et du pied. Seul les volleyeurs présentent des asymétries significatives pour les trois mesures soit $p < 0,01$ pour la cuisse et $p < 0,05$ pour la jambe et le pied. Les joueurs de tennis présentent une asymétrie ($p < 0,05$) en faveur du CD uniquement pour la circonférence de la jambe. Un fait surprenant chez les cyclistes (sport symétrique) qui présentent des différences significatives et pour la jambe ($p < 0,01$) et pour le pied ($p < 0,05$), seule la valeur de la circonférence de la jambe est en faveur du CD. Pour les coureurs de fond et les non sportifs les valeurs moyennes sont en faveur du CD, les non sportifs présentent des différences significatives ($p < 0,05$) pour la circonférence de la cuisse.

Des différences significatives ($p < 0,05$) sont obtenues entre les différents groupes de sports étudiés.

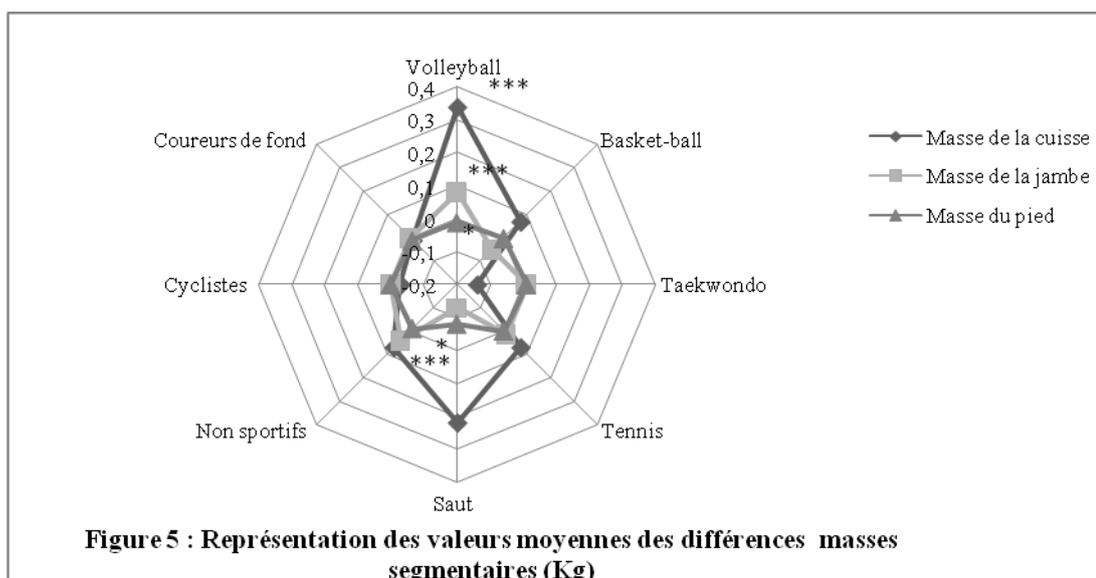


Hormis le pli supra-iliaque ($p < 0,05$) pour les joueurs de tennis, aucune différence significative n'est relevée pour l'ensemble de la population (figure 4). L'analyse de variance montre des différences significatives ($p < 0,05$) pour le pli de la cuisse.



2. Les masses segmentaires

De tous les types de sports étudiés, le volleyball enregistre les plus grandes valeurs moyennes des différences ($p < 0,001$) entre les deux côtés en faveur du côté dominant pour la masse de la cuisse, la jambe et du pied ($p < 0,05$). Il est surprenant de retrouver une importante asymétrie pour le segment de la jambe ($p < 0,001$) et du pied ($p < 0,05$) chez les non sportifs. L'analyse de variance appliquée aux masses montre des différences significatives ($p < 0,001$) pour le segment de la cuisse et de la jambe.



3. Test de saut par groupe de sport

Les volleyeurs et les sauteurs enregistrent les plus grandes valeurs moyennes pour le saut à deux pieds et sur un pied. Aucune différence significative n'est enregistrée entre le côté dominant et non dominant. Toutefois l'analyse de la variance pour la hauteur de saut est significative ($p=0,03$).

TABLEAU 2 - TEST DE SAUT PAR GROUPES DE SPORT

Test de saut	Moyennes \pm écart types			t
	2 jambes	CD	CND	
Volley-ball (n=68)				
Temps d'envol (m/sec)	628,50 \pm 84,21	498,54 \pm 85,42	497,78 \pm 77,38	Ns
Hauteur de saut (cm)	50,16 \pm 9,24	31,86 \pm 9,72	31,09 \pm 9,88	Ns
Basket-ball (n=19)				
Temps d'envol (m/sec)	582,63 \pm 77,40	472,00 \pm 41,72	471,63 \pm 39,30	Ns
Hauteur de saut (cm)	41,73 \pm 10,51	27,43 \pm 4,67	27,24 \pm 4,78	Ns
Taekwondo (n=12)				
Temps d'envol (m/sec)	563,58 \pm 27,14	437,25 \pm 32,56	417,42 \pm 25,28	Ns
Hauteur de saut (cm)	39,14 \pm 3,80	23,55 \pm 3,62	21,41 \pm 2,61	Ns
Saut/ hauteur (n=05)				
Temps d'envol (m/sec)	602,40 \pm 27,65	580,00 \pm 29,47	573,00 \pm 56,30	Ns
Hauteur de saut (cm)	44,56 \pm 4,04	41,32 \pm 4,17	34,32 \pm 13,96	Ns
Course de fond (n=07)				
Temps d'envol (m/sec)	500,57 \pm 110,13	429,14 \pm 80,89	423,57 \pm 28,09	Ns
Hauteur de saut (cm)	40,43 \pm 26,09	26,93 \pm 8,65	22,09 \pm 2,95	Ns
Non sportif (n=21)				
Temps d'envol (m/sec)	558,81 \pm 53,80	423,48 \pm 44,28	422,00 \pm 46,34	Ns
Hauteur de saut (cm)	38,619 \pm 7,14	22,21 \pm 4,69	22,41 \pm 4,57	Ns

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 : millièmes de seconde ; cm : centimètre.

4. Analyse factorielle

Nous avons ensuite recherché une classification de nos groupes de sports et des non sportifs en effectuant une analyse en composante principale à partir des mesures anthropométriques, des masses segmentaires, de la hauteur de saut et du temps d'envol. Cette analyse a permis l'extraction de quatre composantes principales justifiant 94,81% de la variance.

La figure 7 illustre les résultats d'une analyse en composante principale faite à partir des moyennes des différences par rapport au plan (1,2) qui regroupe 76,38% de la variance.

La première composante principale (50,77% de la variance expliquée), oppose les personnes avec une asymétrie marquée du diamètre de la circonférence de la jambe ($r=.97$), du diamètre du pied ($r=.93$), cuisse ($r=.91$), de la cuisse ($r=.91$), de la hauteur de saut ($r=.91$), de la masse de la jambe ($r=.83$) et du pli supra iliaque ($r=.76$), à celle ayant une asymétrie importante de la masse du pied

($r=-.98$), de la hauteur sphyrion ($r=-.90$), du diamètre de la jambe ($r=-.83$) et du pli de la cuisse ($r=-.71$).

L'axe 2 deuxième composante (25,61% de la variance expliquée) oppose les personnes avec une asymétrie marquée du pli de la jambe ($r=.80$) et supra iliaque ($r=.60$), de la hauteur EIAS ($r=.79$), à celles ayant une asymétrie importante de la hauteur de saut ($r=-.82$), de la masse de la cuisse ($r=-.76$), de la circonférence de la cuisse ($r=-.71$) et du pied ($r=-.66$) les autres caractères sont assez mal représentés par cette composante.

En superposant sur ce graphe la qualité des individus mesurés (sportifs et non sportifs), nous avons comparé la projection des différences moyennes des sujets dans les deux premiers plans factoriels (fig.6) en tenant compte des paramètres retenus (fig.5). L'examen de la figure 6 montre que les $\frac{1}{2}$ fondistes et les volleyeurs sont opposés aux sauteurs. Ceci traduirait donc que l'axe 1 représente les personnes avec une asymétrie marquée du diamètre de la cuisse et de la hauteur de saut et sont en opposition avec celles qui ont une asymétrie marquée du diamètre de la jambe le pli de la cuisse. Les basketteurs se situent au centre des 2 axes. Les taekwondistes se détachent de l'ensemble de la population et se situent en haut de la

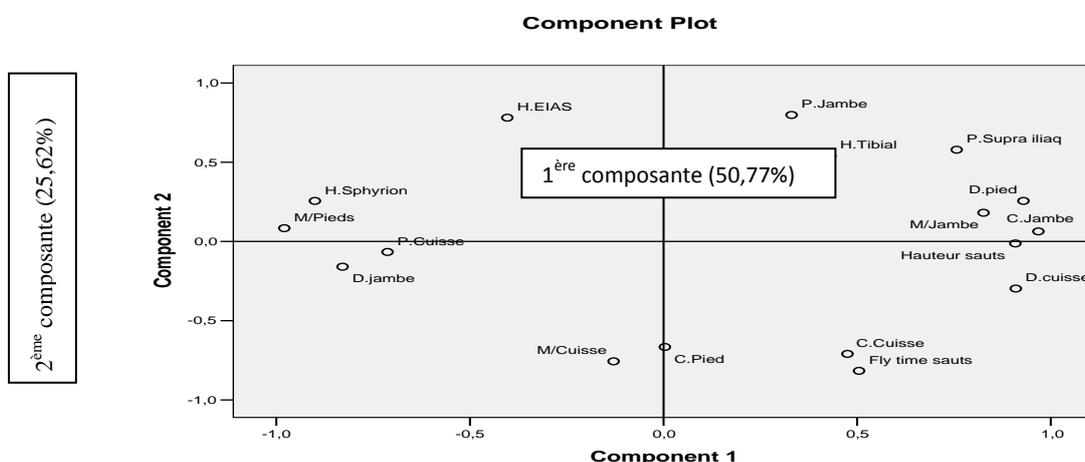


figure.

Figure 6 : Projection des variables dans le plan factoriel des 2 premières composantes (1,2)

Légende : H. :Hauteur, D. :Diamètre, C. : Circonférence, P. :Pli, MS. :Masse, Fly time saut :temps d'envol

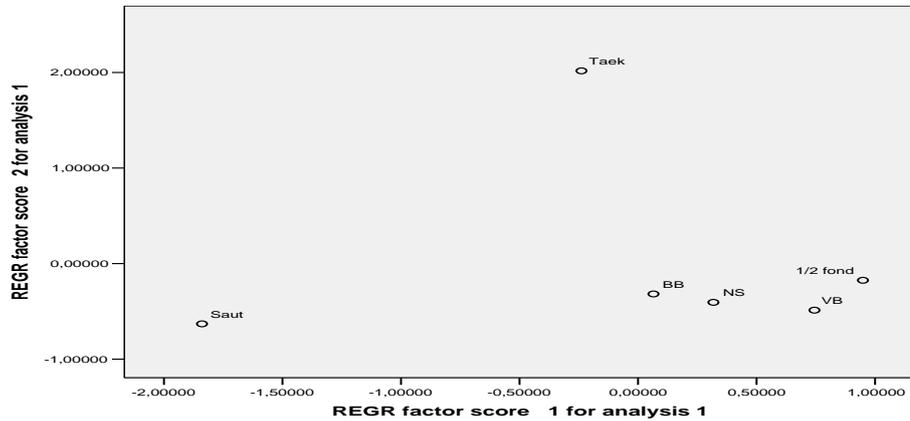


Figure 7 : Carte factorielle des groupes de sports dans le plan des composantes 1 et 2.
Légendes : VB : Volleyball, BB : Basketball, Taek : Taekwondo, 1/2 fond: Coureur de fond,
NS : Non sportif

Dans le plan factoriel (1,3) figure 8, l'axe 1 oppose les personnes ayant une asymétrie marquée du diamètre de la circonférence de la jambe ($r=.97$), du diamètre du pied ($r=.93$), cuisse ($r=.91$), de la cuisse ($r=.91$), de la hauteur de saut ($r=.91$), de la masse de la jambe ($r=.83$) et du pli supra iliaque ($r=.76$), l'axe 3 (10,35 % de la variance expliquée) représentant 86,13% des variances cumulées, représente les personnes avec une asymétrie marquée du pli de la cuisse ($r=.69$), en opposition aux personnes ayant une asymétrie de la circonférence du pied ($r=-.71$). L'examen de la figure 9, montre une dispersion de nos sports qu'il soient symétriques ou asymétriques se répartissant aux quatre points cardinaux, de chaque côté des taekwondistes placés au centre des 2 axes. Le volleyball et 1/2 fond se situent à l'opposés du saut en hauteur sur l'axe horizontal, alors que le basketball et les non sportifs sont en opposition aux non sportifs sur l'axe vertical (figure 9).

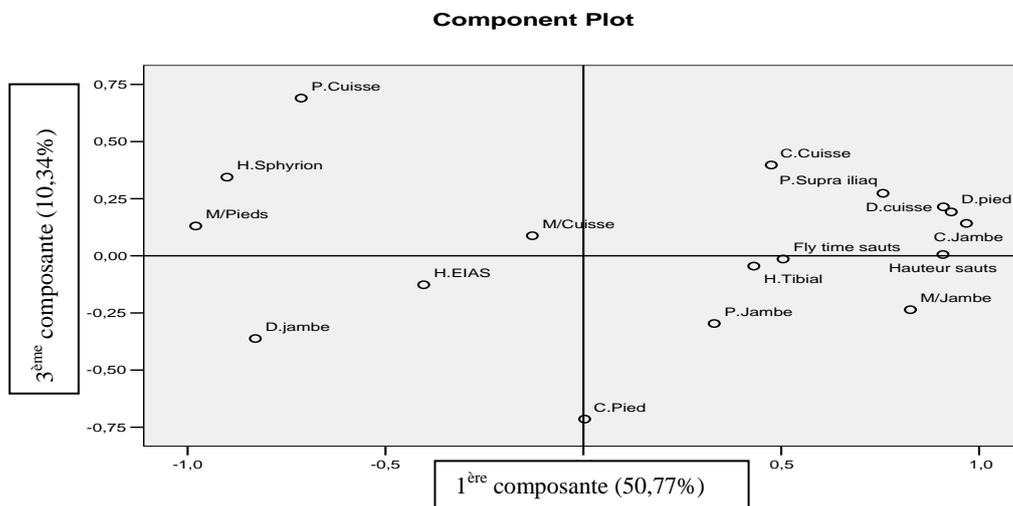


Figure 8 : Projection des variables dans le plan factoriel de la 1^{ère} et 2^{ème} composantes (1,3)
Légende : H. :Hauteur, D. :Diamètre, C. : Circonférence, P. :Pli, MS. :Masse, Fly time saut :temps d'envol

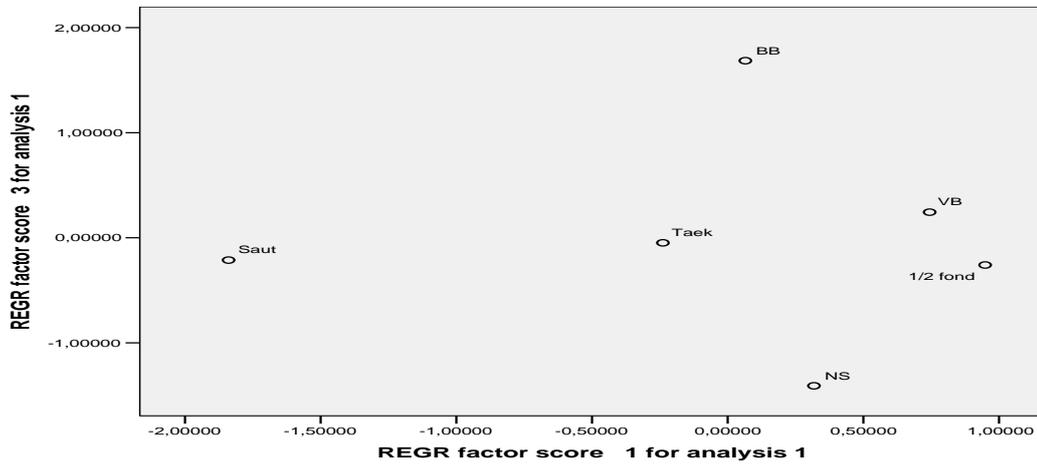


Figure 9 : Carte factorielle des groupes de sports dans le plan des composantes 1 et 3.
 Légendes : VB : Volleyball, BB : Basketball, Taek : Taekwondo, 1/2 fond: Coureur de fond,
 NS : Non sportif

De la même façon, en superposant les valeurs moyennes de nos différents groupes de sports sur le plan factoriel (composantes 2 et 3) figure 10 et 11, les basketteurs sont en opposition aux non sportifs, présentant une asymétrie marquée du pli de la cuisse. Les taekwondistes se situent à droite de la figure, ils se détachent de l'ensemble de la population et présentent une asymétrie marquée du pli de la jambe et de la hauteur EIAS (figure 12).

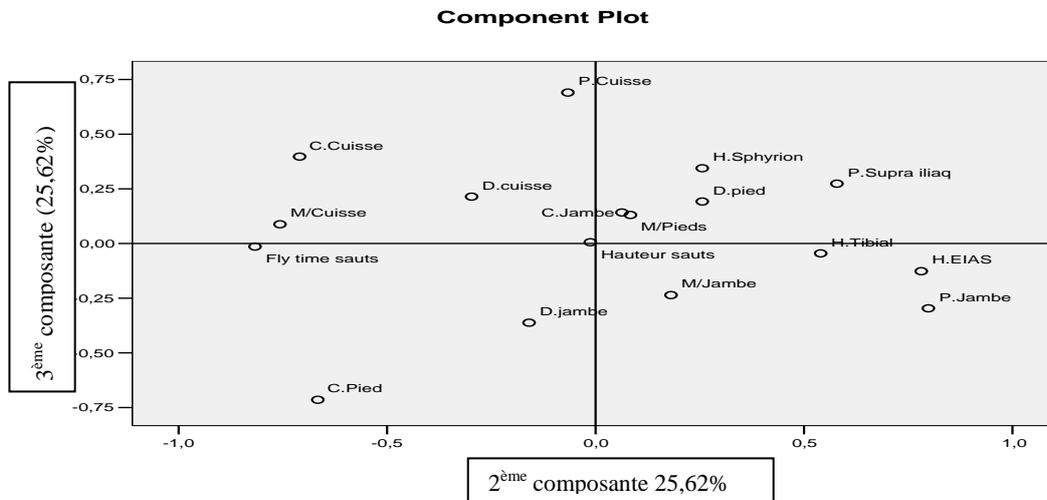


Figure 10 : Projection des variables dans le plan factoriel de la 2^{ème} et 3^{ème} composante (2,3)

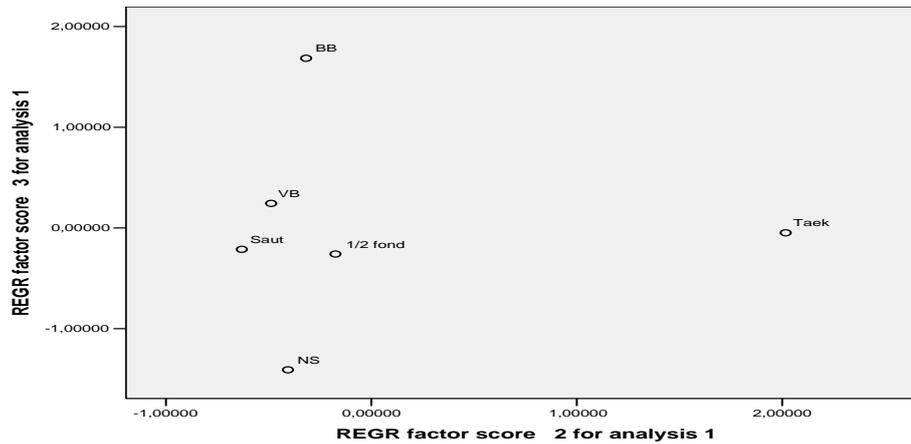


Figure 11 : Carte factorielle des groupes de sports dans le plan des composantes 2 et 3.
Légendes : VB : Volleyball, BB : Basketball, Taek : Taekwondo, ½ fond: Coureur de fond,
NS : Non sportif

DISCUSSION

Globalement, nos résultats ont montré qu'il y a des différences marquées en faveur du côté dominant, surtout dans les sports asymétriques et ce quels que soient les paramètres mesurés.

Nous avons relevé une asymétrie du point EAIS ($p < 0,05$) pour tous les sports dits asymétriques particulièrement chez les volleyeurs ($p < 0,001$) à l'exception des sauteurs qui présentent une asymétrie ($p < 0,05$) pour le point tibial du côté dominant. L'asymétrie ($p < 0,05$) de ce même point (tibial) est relevée au niveau des sports symétriques (cyclisme et coureurs de fond) mais également chez les non sportifs côté non dominant (CND). Cette constatation corrobore les conclusions reprises dans l'étude de EUK et al. (2001) qui relèvent que les os de la jambe dominante sont en moyenne 2 à 4% plus longs et plus lourds que ceux du membre non dominant. Les inégalités de longueur du membre inférieur sont parfaitement banales BONNEAU D. (2000) et ne sont pas particulièrement plus fréquentes chez les sportifs. Ainsi, un décalage de 1,9 centimètres passera inaperçu dans la vie d'un informaticien, mais certainement pas dans la vie d'un sprinter ou d'un cycliste. Ce léger décalage modifie progressivement la déambulation. En course à pied par exemple, on voit clairement qu'à chaque foulée le bassin tombe du côté de la jambe la plus courte.

Les joueurs de tennis et les sauteurs présentent une asymétrie du diamètre de la jambe, alors que les ½ fondistes et les basketteurs présentent une asymétrie du diamètre du pied et de la cuisse. Ces résultats soulignent l'importance de l'activité physique intense, régulière (charge de travail : volume et intensité) et confortent les idées selon lesquelles l'asymétrie est surtout caractérisée chez les sportifs quelque soit le sport pratiqué comparativement aux non sportifs comme l'a démontré l'étude de HEYTERS C. (1986) concernant le diamètre distal de la cuisse, sur des étudiants Belges et des athlètes olympiques. D'autres études ont montré que l'âge, le niveau de pratique, l'influence de la charge physique progressive et les exigences de la spécialité, provoquent des modifications du système osseux et conditionnent l'augmentation de la solidité mécanique de l'os, ce qui est très important pour supporter de grandes charges physiques, sans compter qu'entre la naissance et l'âge adulte, la taille du fémur et du tibia se trouve pratiquement multipliée par 5 (BONNEAU D. 2000).

Concernant les plis, on retrouve une asymétrie aussi bien dans les sports à gestes symétriques qu'asymétriques pour les plis supra-iliaque et de la jambe (volleyball, cyclisme et

les taekwondo). Des différences sont relevées au niveau du pli de la cuisse chez les joueurs de tennis. Nous savons que l'entraînement intensif permet l'amélioration des performances sportives qui s'accompagnent d'une réduction de l'adiposité corporelle totale.

Nous constatons également une importante asymétrie du périmètre du pied et de la cuisse chez les sauteurs et les volleyeurs qui pour une performance optimale utilisent principalement les membres inférieurs. Dans une de ses études, ZAKAS A. (2006) explique que les quadriceps jouent un rôle important plus particulièrement dans les situations de course et de saut alors que les ischio-jambiers assurent la stabilisation du genou et contrôlent la course. Ceci conforterait notre hypothèse. Selon la littérature, ces mesures sont importantes car elles nous permettent de calculer et d'évaluer l'impact de l'entraînement sur les différentes circonférences. JANUZ (1964) remarque que les volleyeurs polonais avec une pratique sportive de huit années, ont des circonférences, des longueurs et des diamètres plus grands que ceux qui ont un nombre d'années de pratique moins important. Donc les charges physiques systématiques au cours de la pratique sportive amènent à l'hyperfonction musculaire, à l'augmentation du volume des muscles les plus sollicités.

On note également une asymétrie importante de la masse de la cuisse chez les sauteurs, les volleyeurs, les cyclistes et les non sportifs. L'asymétrie du segment de la jambe est particulièrement marquée chez les cyclistes, tandis que celle du pied est relevée chez les sauteurs. Les taekwondistes présentent une asymétrie pour tous les segments du membre inférieur.

Quelque que soit le groupe d'appartenance des sportifs aussi bien pour le temps d'envol que pour la hauteur de saut, aucune différence significative n'a été relevée entre la jambe dominante et la jambe non dominante sauf chez les taekwondistes où nous notons des différences significatives à $p < 0,05$ aussi bien pour les temps d'envol que pour la hauteur de saut. Les volleyeurs présentent une valeur moyenne dans la hauteur de saut et un temps d'envol supérieur à tous les autres sports pour le saut à deux pieds. Les sauteurs se classent juste après le volley-ball et les plus petites valeurs moyennes sont relevées chez les coureurs de fond pour le temps d'envol à deux pieds. Quand bien même nous n'enregistrons aucune différence, nous notons que notre population à l'exception des basketteurs et des coureurs de fond ont des valeurs moyennes côtés dominants supérieures à celles du côté non dominant aussi bien pour la hauteur de saut que pour le temps d'envol. Il n'est pas étonnant de retrouver ces résultats sachant que le plus important et le plus typique mouvement de jeu en volley-ball est le saut dont l'efficacité dépend de la force explosive des membres inférieurs, tout comme les sauteurs en hauteurs, sans quoi les performances en seraient affectées. Il se pourrait également que la courte session de familiarisation dont ont bénéficié les autres sujets lors de l'expérimentation a généré plus d'incidences que prévu dans le sens où hormis les basketteurs, les autres individus n'ont pas les mêmes réflexes dans la technique des sauts. Les interrelations entre les valeurs enregistrées par les composantes des masses segmentaires et des tests de sauts présentent un lien très élevé significatif avec le temps d'envol et la hauteur de saut à deux pieds, et tout particulièrement pour le temps d'envol aussi bien pour le côté dominant que pour le côté non dominant. Ceci pourrait s'expliquer comme l'a si bien souligné AZÉMAR (1981) par le fait que la plupart des conduites motrices humaines résultent de postures dynamiques asymétriques qui mettent en jeu des latéralités complexes.

Les conditions de préparation au geste, la variété des situations de jeu imposées, dont les feintes, les sauts, les sprints impliquent les deux jambes d'un individu, maintenant ainsi une force similaire des deux côtés du corps leur permettant d'éviter une asymétrie. Chez les volleyeurs la dominance du pied pour la poussée maximale contre l'apesanteur, suivie d'un mouvement de rotation vers la gauche pour les smashes et les services, alors que pour la passe, le contre au filet et la défense basse, eux nécessitent une dextérité des deux mains et des deux pieds tout comme pour les basketteurs RIPOLL H. ET AL. (1986).

Des investigations ont permis de montrer que la course à pieds ne donne pas lieu à des poussées asymétriques des membres inférieurs, que la plus grande fréquence de l'appel du pied gauche apparaît davantage lors des sauts et particulièrement pour le saut en hauteur. Les deux facteurs précédents expliquent les résultats obtenus à la fin de la recherche. Quoi qu'il en soit il faut un potentiel minimal de puissance des deux membres inférieurs pour réaliser un bon saut et une coordination plus efficace AZEMAR G., RIPOLL H.(1981).

CONCLUSION

Les résultats en accord avec des études précédentes, montrent qu'il existe des différences entre les côtés dominants et non dominants quelque soit le groupe d'appartenance sportive ou pas. Ces asymétries semblent s'être constituées en dehors de la pratique sportive avant la spécialisation des athlètes. Ces asymétries sont significativement plus grandes du côté dominant et sont beaucoup plus présentes chez les sportifs, ce qui montre bien qu'il y a une répercussion de l'activité sportive sur l'appareil sur l'appareil musculo-squelettique des athlètes.

A un haut niveau de pratique sportive, nous avons observé que certains sujets arrivaient à éviter cette asymétrie ceci pourrait résulter d'un entraînement bien mené, où les entraîneurs encouragent la bilatéralité réduisant ainsi la surcharge subie par l'appareil moteur passif et actif.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Azémar G, Ripoll H (1981) - Études des asymétries fonctionnelles chez les sportifs de haut niveau. Exposé aux semaines de Neuropsychologie EMESS, Paris.
- Bell RDJD, Bougail M, Biller RH (1980) - Muscle fiber type and morphometric analysis of skeletal muscle in 6 year-old children. *Med Sci.Sport ex.*12, pp 28-31.
- Bonneau D (1998) - Inégalité de longueur des membres inférieurs et Médecine manuelle-ostéopathie. Clinique et Imagerie. 13e Congrès AMTMSE, Agay-St-Raphael. Médecine Manuelle-Ostéopathie.
- Bonneau D (2000) - Inégalité de longueur des membres inférieurs. In "Médecins du sport" N° 33.
- Bourdiol R J (1980) - Médecine manuelle et ceinture scapulaire. Editions médicales Maisonneuve.
- Bricot B (1996) - La reprogrammation posturale globale - Montpellier - Sauramps .
- Bruniquel L (1994) - Rachis lombaire, lombalgie et ILMI chez l'adulte. In. Les inégalités de longueur des membres. Collection de Pathologie Locomotrice. Masson : pp243-47.
- Buhl H, Gurtler H, Hacker R (1983) - Sportmedizinische biologischen. Cité par Weineck J. (2003). «Manuel d'entraînement, 4ème édition». Editions Vigot.
- Büttner G (1990) - Händigkeit und sport-eine Studie zur sportpraktischen Relevanz des Händigkeitsphänomens unter besonderer Berücksichtigung des kontralateralen Transfers. Zulassungsarbeit für das lehramt an Gymnasien, Erlangen.
- Carter JEL, Heath BH (1990) - Somatotyping. Development and applications. Cambridge: Cambridge University Press.
- Croisier JL, Crielaard JM (1999) - Méthodes d'exploration de la force musculaire : une analyse critique. *Ann Réadapt Méd Phys.* ; 42: 311-22.
- Èuk T, Leben-Seljak P, Tefanèè M (2001) - Lateral asymmetry of human long bones. Variability and Evolution. Adam Mickiewicz University, Faculty of Biology, Institute of Anthropology, Poznań. Vol. 9: 19.32, Tabs. 2, Figs. 4.
- Dimeglio A (1994) - Les inégalités de longueur des membres. Collection de Pathologie Locomotrice. Masson.

- Elliot BB, Marsh AP (1989) - *A biomechanical comparison of the topspin and backspin forehand approach shots in tennis*. J. Sports Sci. 7, pp215-27.
- Fecteau P (1996) - Influence de la latéralité et du sexe sur la bascule des épaules et la tendance varisante des pieds. Québec. Centre Bien-Être et Posture.
- Frisancho AR (1990) - Anthropometric standard for the assessment of growth and nutrition status. The University Michigan Press.
- Gagey PM, Weber B (1995) - Posturologie - Régulation et dérèglements de la station debout. Masson.
- Granouillac A (1974) - Comprendre la statistique sans mathématique. Paris : Chotard et associés, p 119.
- Guillodo Y, Sébert P, Barthélemy L(1992) - Latéralité podale et détente verticale chez le footballeur de haut niveau. Sciences et Sports, 7: pp123-24
- Heyters C (1986) - Les dangers de la méthodes des plis cutanés dans l'évaluation de la masse grasse du corps. Cinésiologie (Paris) (105), Janv/févr. pp 17-23.
- 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 volleyball. N°3, p.3.
- Januz (1954) Cité par Kozlov V.I, Gladischeva A.A. ,(1977) : « Editions Fisculture i Sport Moscou »
- Laurent et al (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 : pp248-55.
- Malina RM, Mueller WH, Bouchard C, Shoup RF, Lariviere G (1982) - Fatness and fat patterning among athletes at the Montreal Olympic Games, 1976. Medecine and science in sports and exercise 14(6), pp.445-452. Indianapolis.
- Martin R (1928) - Lehrbuch der Anthropologie. Jena Verlag Von Gustave Fisher (3 volumes).
- Mateigka J (1921) - The testing of physical efficiency. American journal of physical anthropology, n°4, pp.223-230.
- Mayer JF (1988) - Cyclisme (entraînement, pédagogie). Edition Vigot.
- Solin J (1990) - Sport et latéralité. Revue de l'amicale des Entraîneurs Français d'Athlétisme. Janv pp.29-31.
- Olivier G (1971) - Morphologie et types humains. Vigot Frères édition, Paris.
- Ross WD, Marfell-Jones MJ (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.
- Selouyanov V, Godina E, Khomyakov I, Feyofilaktov V(1988) - The distribution of muscle mass in segments as a basis for assessing the level of physical and functional status. 12-th International Congress "the Olympic and Paralympic sport and modern sport" Moscow 2008 - p.73-74
- Steinbrück K, Sommer HM (1983) - Othopädische Probleme beim Tendisspleilen im Breiten- und Leistungssport. Leistung und Gesundheit, S. 645-648. Heckn H. et al. (Hrsg.). Deutscher Arzte-Verlag, Cologne.
- Weineck J (2003) - Manuel d'entraînement, 4ème édition. Editions Vigot.
- Weiner JS, Lourie JA (1969) - Human Biology. A guide to field methods IBP. Handbook n°9. Published for the International Biological Programme by Blakwell Scientific Publication, Oxford and Edinburgh.