



**HAL**  
open science

## Composition corporelle mesurée par impédancemétrie segmentaire (BIAS) et performance de sprint chez les rugbymen

M. Guiraudou, Laurent Maïmoun, J.-M. Dumas, M. Julia, I. Raingeard,  
Jean-Frédéric Brun

### ► To cite this version:

M. Guiraudou, Laurent Maïmoun, J.-M. Dumas, M. Julia, I. Raingeard, et al.. Composition corporelle mesurée par impédancemétrie segmentaire (BIAS) et performance de sprint chez les rugbymen. *Science & Sports*, 2015, 30 (5), pp.298 - 302. 10.1016/j.scispo.2015.08.002 . hal-01756009

**HAL Id: hal-01756009**

<https://hal.umontpellier.fr/hal-01756009v1>

Submitted on 5 Feb 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Composition corporelle mesurée par impédancemétrie segmentaire (BIAS) et performance de sprint chez les rugbymen

*Body composition measured by bioimpedance segmental (BIAS) analysis and sprint performance in rugby players*

M. Guiraudou<sup>a,b</sup>, L. Maimoun<sup>e</sup>, J.-M. Dumas<sup>b</sup>, M. Julia<sup>d</sup>,  
I. Raingeard<sup>c</sup>, J.-F. Brun<sup>a,\*,b</sup>

<sup>a</sup> Inserm U1046, CNRS UMR9214, « physiologie et médecine expérimentale du cœur et du muscle », université de Montpellier, 34090 Montpellier, France

<sup>b</sup> Équipe d'exploration métabolique (CERAMM), département de physiologie clinique, hôpital Lapeyronie, 34295 Montpellier cedex 5, France

<sup>c</sup> Équipe d'endocrinologie, diabétologie, nutrition, hôpital Lapeyronie, CHU de Montpellier, 34295 Montpellier, France

<sup>d</sup> Fédération de médecine du sport, hôpital Lapeyronie, CHU de Montpellier, Montpellier, France

<sup>e</sup> Service de médecine nucléaire, hôpital Lapeyronie, CHRU de Montpellier, 391, avenue du Doyen-Giraud, 34295 Montpellier cedex 5, France

## MOTS CLÉS

Masse maigre ;  
Impédancemétrie  
bio-électrique ;  
Absorptiométrie  
biphotonique (DEXA) ;  
Impédancemétrie  
segmentaire

## Résumé

**Introduction.** – La bio-impédancemétrie (BIA) perd en précision chez les athlètes très minces ou très lourds à cause de limitations du modèle traditionnel qui assimile le corps à un cylindre. Ces limitations sont corrigées par un modèle plus proche de la réalité anatomique, utilisé par la BIA segmentaire.

**Synthèse des faits.** – Nous avons testé un nouveau dispositif utilisant cette approche, le Biacorus RX4000 (Healthnesslink, France), que nous avons validé d'abord contre la DEXA et ensuite utilisé chez une équipe de rugbymen. La validation chez 96 sujets couvrant un éventail de IMC 13–48 kg/m<sup>2</sup> a montré pour la masse grasse (MG) une concordance remarquable ( $r = 0,988$  ; erreur moyenne 0,532 [95 % intervalle de confiance, IC :  $-0,495$  ;  $1,56$ ]) avec DEXA. La composition de chaque segment est prédite avec précision ( $r = 0,823$ – $0,958$ ). Dans une équipe de 29 rugbymen (âge : 18–31 ans ; indice de masse corporelle moyen : 29 [allant de 21 à 41 kg/m<sup>2</sup>]), nous avons trouvé un % moyen de masse grasse de 18,46 %, la masse musculaire étant en moyenne

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [j-brun@chu-montpellier.fr](mailto:j-brun@chu-montpellier.fr) (J.-F. Brun).

du double de la masse grasse. Alors que ni la masse musculaire mesurée avec BIA, ni la BCM n'étaient prédictifs des mesures de performance de sprint, le temps de 10 m en sprint était fortement corrélé à la masse grasse ( $r=0,738$ ,  $p<0,01$ ) et au pourcentage de masse grasse ( $r=0,750$ ,  $p<0,01$ ). De même le temps mis à effectuer le test de sprints répétés de Gacon 45-15 était corrélé à la masse grasse ( $r=0,783$ ,  $p<0,01$ ) et au % FM de masse grasse ( $r=0,693$ ,  $p<0,01$ ).

*Conclusion.* – Ainsi, cette technique nouvelle de BIA segmentaire fournit une détermination plus précise de la masse maigre et de la masse grasse chez les sujets minces et obèses, et fournit des mesures fortement corrélées avec la performance au sprint et au test de Gacon chez les rugbymen, mettant en évidence l'effet négatif d'un excès de masse grasse sur cette performance.

### Summary

*Introduction.* – We previously reported highly significant correlations between body cell mass (BCM) measured by BIA and aerobic capacity in rugby players. However, BIA loses precision in slim or heavy athletes due to limitations of the model that are overcome with segmental BIA.

*Synthesis of the facts.* – We tested a new device using this approach, the RX4000 Biacorus (Healthnesslink, France), that we validated first against DEXA and then applied to a team of rugby players. Validation in 96 subjects covering a range of BMI 13–48 kg/m<sup>2</sup> showed for fat mass (MG) a remarkable agreement ( $r=0.988$ ; average error 0.532 [95% confidence interval, CI: –0.495; 1.56]) with DEXA. The composition of each segment is accurately predicted ( $r=0.823$ – $0.958$ ). In a team of 29 rugby players (age: 18–31 yr; mean body mass index 29 (ranging from 21–41 kg/m<sup>2</sup>), we found an average % of fat mass of 18,46% and muscle mass was on the average two-fold bigger than fat mass. However, neither muscle mass nor BCM measured with BIA were predictor of measurements of sprint performance, while the time of 10 m sprint was strongly correlated to fat mass ( $r=0.738$ ,  $P<0.01$ ) and to % fat mass ( $r=0.750$ ,  $P<0.01$ ) as did the time to perform Gacon's 45-15 repeated sprint test (FM  $r=0.783$ ,  $P<0.01$ ; % FM  $r=0.693$ ,  $P<0.01$ ).

*Conclusion.* – Thus, this new segmental BIA technique provides a markedly improved determination of fat and fat free mass in lean and obese subjects and provides measurements strongly correlated with sprint and repeated test performance in rugby players, emphasizing the negative effect of excess fat mass on this performance.

### KEYWORDS

Fat-free mass;  
Bioelectrical  
impedance analysis;  
Dual-energy X-ray  
absorptiometry;  
Segmental BIA

## 1. Introduction

La bio-impédancemétrie (BIA) est une méthode qui consiste à mesurer le passage d'un courant alternatif de faible intensité à travers les tissus de l'organisme et d'en déduire la masse grasse et les compartiments hydriques à partir de modèles mathématiques [1]. La précision de l'impédancemétrie pour prédire la composition corporelle est donc fortement dépendante de la validité de ces modèles dans une population donnée [2].

Parmi les populations dans lesquelles la fiabilité de cette méthode pour évaluer la composition corporelle n'était pas jusqu'à présent pleinement satisfaisante, on notait en particulier les sujets présentant une faible masse grasse, qu'il s'agisse des états de maigreur ou des sportifs.

L'application d'un modèle plus réaliste assimilant le corps à un assemblage de plusieurs cylindres est à l'évidence un progrès [3]. Ces méthodes ont pourtant mis du temps à se développer. Nous nous sommes intéressés à un nouvel impédancemètre segmentaire qui a été développé plus spécifiquement pour permettre aussi une évaluation fiable des états de maigreur. Nous avons confirmé sa précision chez des sujets très maigres [4].

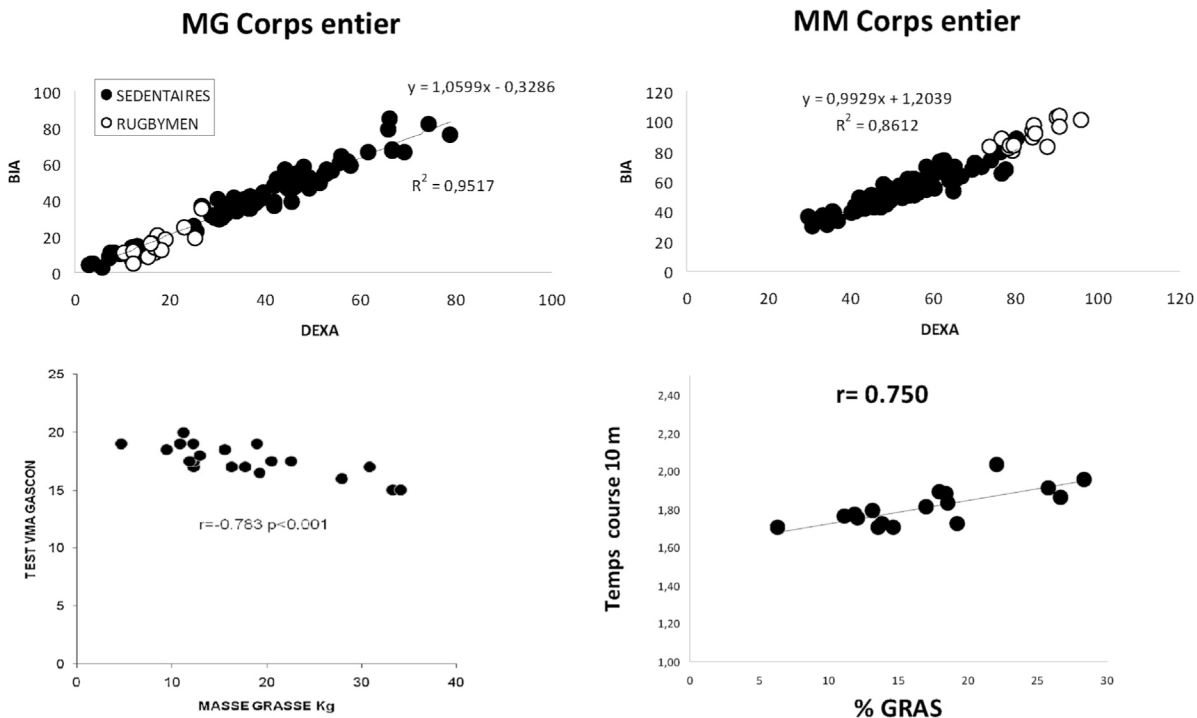
Un sport caractérisé par une composition corporelle très particulière est le rugby. Dans une étude personnelle déjà assez ancienne, nous avons observé des corrélations assez étroites entre une évaluation de l'aptitude aérobie sur ergo-cycle et la masse cellulaire active [5].

Depuis la date à laquelle nous avons effectué ces travaux, le rugby a considérablement changé et est devenu un sport professionnel, et ces nouvelles méthodes d'impédancemétrie plus précises étaient susceptibles de nous apporter des informations différentes. Nous avons donc voulu réexaminer ces relations entre composition corporelle et aptitude physique sur un échantillon de rugbymen de niveau national explorés simultanément, et cherché à corréliser ces données avec des tests de terrain en usage évaluant leur aptitude sportive.

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Échantillon

Nous avons étudié un échantillon de 29 rugbymen du centre de formation de Montpellier (âge: 18–31 ans; indice de



**Figure 1** Mise en place des rugbymen sur la droite de corrélation entre mesures DEXA et BIA-Biacorpus pour la masse grasse (MG) totale et la masse maigre (MM) totale. Sur 96 sujets sédentaires, la MG est corrélée avec un  $r^2 = 0,952$  qui passe à  $r^2 = 0,953$  si on rajoute les rugbymen, tandis que pour les rugbymen seuls  $r^2 = 0,702$ . En ce qui concerne la masse maigre, sur 96 sujets sédentaires elle est corrélée avec un  $r^2 = 0,861$  qui passe à  $r^2 = 0,923$  si on rajoute les rugbymen, tandis que pour les rugbymen seuls  $r^2 = 0,629$ .

masse corporelle moyen : 29 (allant de 21–41 kg/m<sup>2</sup>), % moyen de masse grasse de 18,46 % (4–35 kg de MG brute).

L'échantillon de comparaison DEXA-BIA segmentaire présenté dans notre travail précédent [4] a été étoffé de 60 patients supplémentaires et comprend actuellement 18 anorexiques et 78 sujets obèses (âges : 15–69 ans ; gamme d'index de masse corporelle : 13–48 kg/m<sup>2</sup>).

Nous avons réalisé la comparaison BIA-DEXA chez les 96 sédentaires et les 29 rugbymen séparément, puis en les associant dans la même analyse, comme le montre la Fig. 1.

## 2.2. Impédancemétrie bio-électrique

La mesure segmentaire de la composition corporelle s'est faite grâce à l'appareil Biacorpus RX4000 (Healthneslink, 8, avenue Jean-Jaurès, 92130 Issy-les-Moulineaux, France) où les données relevées par l'appareil sont traitées par le logiciel BodyComp 8.4. Cet appareil mesure la résistance totale du corps dans un champ alternatif à une fréquence de 50 kHz, résistance résultant de la résistance ohmique et de la réactance capacitive des segments. Les mesures sont réalisées sur un sujet allongé à plat depuis 15 minutes, n'ayant pas réalisé d'activité physique depuis au moins 12 h et grâce à des électrodes, 2 sur chaque main et 2 sur chaque pied [4].

La masse musculaire est calculée à partir de la résistance à 50 kHz mesurée entre poignet et cheville gauche selon la formule de Jansen [6] qui s'écrit

$$MM = 0,401 \text{ [taille (cm)]}^2 / \text{résistance} + 3,825 \text{ sexe } [M = 1 ; F = 0] - 0,071 \text{ âge (années)} + 5,102.$$

## 2.3. Absorptiométrie biphotonique (DEXA)

Les estimations de masse maigre et la masse grasse ont été obtenues par absorptiométrie biphotonique (Hologic Inc. Waltham, MA, État-Unis). L'appareil est calibré chaque jour avec le kit de calibration standard. Les mesures sont effectuées conformément aux instructions du fabricant. Les données sont analysées en mode manuel selon la procédure standard du fabricant. La précision de la méthode pour la masse grasse corporelle totale et le pourcentage de masse grasse est de 1%.

## 2.4. Tests de terrain

Deux tests de terrain ont été étudiés. La mesure de la performance de sprint utilisée était le temps demandé pour courir 10 m en sprint. Le test de Gacon 45-15 s a été également utilisé. Il s'agit d'un test intermittent mis au point pour évaluer la vitesse maximale aérobie. Le test débute à 10 Km/h. Il faut parcourir une succession de distances données correspondant à une vitesse imposée de plus en plus élevée. L'augmentation de vitesse est de 0,5 Km/h par cycle d'une minute en alternant donc 45 secondes de course à vitesse imposée puis 15 secondes récupération à la vitesse choisie (marche, trot). Si un coureur n'arrive pas à atteindre le repère au sol imposé, il s'arrête et note le palier.



La dernière vitesse maintenue correctement est retenue comme étant la VMA.

## 2.5. Analyse statistique

Les valeurs sont exprimées en moyenne  $\pm$  SE sur la moyenne. Une analyse par régression linéaire a été utilisée afin de comparer les mesures de composition corporelle obtenues à l'aide des différentes équations validées par l'impédancemétrie et la mesure par absorptiométrie biphotonique. Deux analyses de régression multiple pas à pas ont été effectuées avec le logiciel Sigmapstat® de Jandel Scientific. La bonne concordance entre les valeurs de masse maigre prédites par les équations et les valeurs mesurées par absorptiométrie biphotonique a été visualisée à l'aide des diagrammes de Bland et Altman correspondants. Sur les diagrammes de Bland et Altman, la moyenne des résultats est obtenue par les deux méthodes (considérée comme valeur exacte) est portée en abscisse, tandis que la différence, en valeur absolue, obtenue entre les deux méthodes est portée en ordonnée (estimation de l'erreur de mesure). Le diagramme indique la différence moyenne et les différences expérimentales observées entre les deux méthodes qui pour être acceptables doivent se situer dans l'enveloppe correspondant à  $2\sigma$  (limite d'acceptation de 95%). La différence moyenne indique une surestimation ou une sous-estimation systématique de la valeur estimée.

## 3. Résultats

### 3.1. Composition corporelle

Chez les 29 rugbymen (âge : 18–31 ans ; indice de masse corporelle moyen : 29 (allant de 21–41 kg/m<sup>2</sup>), nous avons trouvé un % moyen de masse grasse de 18,46%, la masse musculaire étant en moyenne du double de la masse grasse.

### 3.2. Validation contre la DEXA

La Fig. 1 montre la validation chez 96 sujets sédentaires couvrant un éventail de IMC 13–48 kg/m<sup>2</sup> et les 29 rugbymen. Pour ces 96 sédentaires étudiés isolément, la masse grasse mesurée par BIA segmentaire présente une concordance satisfaisante avec la mesure effectuée par DEXA ( $r=0,976$  ; erreur moyenne 1,89 [IC : 1,04–2,74]) et il en est de même pour la masse maigre ( $r=0,928$  ; erreur moyenne 0,828 [IC : 0,112–1,77]). La composition de chaque segment est prédite avec précision ( $r=0,823$ – $0,958$ ). Pour les rugbymen étudiés isolément, la masse grasse ( $r=0,838$  ; erreur moyenne  $-2,41$  [IC :  $-4,74$ – $0,0757$ ]) et la masse maigre ( $r=0,793$  ; erreur moyenne 5,81 [IC : 3,21–8,42]) sont un peu moins bien corrélés. Si les sujets sont étudiés tous ensemble, la masse grasse ( $r=0,976$  ; erreur moyenne 1,28 [IC : 0,442–2,11]) mesurée par BIA segmentaire est corrélée avec la mesure DEXA et il en est de même pour la masse maigre ( $r=0,961$  ; erreur moyenne 1,54 [IC : 0,609–2,47]).

### 3.3. Composition corporelle et tests de terrain

Alors que ni la masse musculaire mesurée avec BIA ni la BCM n'étaient prédictifs des mesures de performance de sprint,

le temps de 10m en sprint était fortement corrélée à la masse grasse ( $r=0,738$ ,  $p<0,01$ ) et au % de masse grasse ( $r=0,750$ ,  $p<0,01$ ).

Le temps mis à effectuer le test de sprints répétés de Gacon 45-15 était corrélée à la masse grasse ( $r=0,783$ ,  $p<0,01$ ) et au pourcentage de masse grasse ( $r=0,693$ ,  $p<0,01$ ). La performance au test de Gacon est également négativement corrélée à toute une série de paramètres de composition corporelle, appartenant à la masse grasse (MG du tronc en kg,  $r=-0,784$ ,  $p=0,00004$  ; pourcentage de masse grasse du tronc  $r=-0,718$ ,  $p=0,0004$ ) ; tour de taille  $r=-0,783$ ,  $p=0,00004$  ; pourcentage de masse grasse de la jambe gauche  $r=-0,643$  ;  $p=0,002$  ; masse grasse de la jambe gauche (kg)  $r=-0,768$  ;  $p=0,00007$  ; mg (%) masse grasse de la jambe droite  $r=-0,645$  ;  $p=0,002$  ; masse grasse de la jambe droite (kg)  $r=-0,768$  ;  $p=0,00007$ ) ou à la masse maigre (index de masse musculaire [ $r=-0,651$ ,  $p=0,002$ ]) et eau extracellulaire ( $r=-0,494$ ,  $p=0,027$ ). Par contre, la masse musculaire brute en kg ( $r=-0,320$ ,  $p=0,169$ ) et la masse cellulaire active ( $r=-0,3907$  ;  $p=0,09$ ) ne sont pas corrélés.

Deux analyses de régression multiple pas à pas ont été effectuées pour distinguer parmi ces variables liées entre elles lesquelles étaient plus étroitement liées à la performance au test de Gacon.

Un premier modèle de cette performance au test de Gacon incluant toutes les variables de composition corporelle mesurées explique celle-ci par deux variables statistiquement indépendantes : l'index de masse musculaire ( $F=5,63$ ,  $p=0,03$ ) et la masse grasse tronculaire ( $F=16,76$ ,  $p=0,0008$ ). Un second modèle n'incluant que les diverses mesures totales ou segmentaires de masse grasse ne retient que l'une d'entre elles : la masse grasse tronculaire ( $F=28,6$ ,  $p<0,0001$ ).

Des analyses de régression multiple pas à pas ont été également effectuées pour le test de marche sur 10m. Dans ce cas, seul le paramètre « moyenne de la masse grasse des jambes » est significatif.

## 4. Discussion et conclusion

Cette étude montre que la BIA segmentaire représente une approche plus précise que les techniques précédentes de la composition corporelle utilisant le modèle monocylindrique simple et plus particulièrement chez les rugbymen dont un échantillon a été inclus dans la comparaison. Par ailleurs, les tests de terrain de vitesse (Gacon, sprint de 10m) montrent une corrélation avec la masse grasse déterminée par cette méthode, indiquant que plus celle-ci est réduite plus le sportif est rapide. Pour le test de Gacon, c'est la masse grasse intratronculaire qui est pénalisante et pas les autres composantes de la masse grasse. Pour le test de sprint sur 10m, c'est la masse grasse des membres. L'index de masse musculaire déterminé à partir de la formule de Janssen est également un prédicteur de la performance au test de Gacon.

La BIA est en soi une mesure physique de l'aptitude de passage d'un courant électrique à travers le corps et à ce niveau là sa précision ne pose pas de problèmes. Par contre, son application à la mesure de la composition corporelle est dépendante de modèles mathématiques reliant ces mesures

électriques à la teneur en eau et en graisse des tissus traversés, et c'est cet aspect là qui détermine les limites de validité de la méthode.

Les approches classiques assimilant le corps à un seul cylindre étaient d'une précision souvent jugée insuffisante chez les sujets porteurs de faibles quantités de masse grasse, qu'il s'agisse de maigreurs, d'anorexie mentale, de lipodystrophies type Seip-Berardinelli, ou plus simplement de sportifs comme étudié dans ce travail. Un avantage de la technique étudiée ici est d'être plus précise dans ces zones de faible masse grasse.

Cependant, les rugbymen dont le morphotype est dans l'ensemble assez différent du reste de la population n'avaient pas été inclus dans ces études de validation et il était intéressant de tester tout d'abord la validité de cette technique en comparaison avec la DEXA. Comme le montre la Fig. 1, même si les équations utilisées par cette méthode n'ont pas été prévues pour cette population spécifique, on voit qu'elles donnent des résultats concordants avec la DEXA.

La mesure de la masse musculaire par bioimpédancemétrie, bien qu'ayant été publiée en 2000 et rigoureusement validée, est peu employée jusqu'à présent. Janssen propose de normaliser les résultats en les rapportant au carré de la taille un peu comme l'index de masse corporelle. Ce « Skeletal Muscle Index » (SMI) calculé chez nos rugbymen est compris entre 9,8 et 15 kg/m<sup>2</sup>, soit des masses musculaires évaluées de 33 à 54 kg, beaucoup plus élevées que celles de l'ensemble de la population. L'équation de Janssen est-elle parfaitement fiable pour de telles zones inhabituelles de valeurs, c'est ce que nous n'avons pas pu vérifier. Par contre, on voit que le SMI a une valeur prédictive en tant que prédicteur statistiquement indépendant de la performance au test de Gacon, ce qui suggère que ce paramètre jusqu'ici non utilisé en médecine du sport pourrait s'avérer intéressant dans ce contexte.

La masse grasse est traditionnellement une obsession dans les milieux sportifs, mais les résultats de ce travail suggèrent qu'il est plus intéressant de l'analyser en sous-fractions. La masse grasse totale n'est pas le meilleur déterminant de la performance. La masse grasse tronculaire, dont nous postulions précédemment l'intérêt

potentiel [4] est négativement liée à la performance du test de Gacon et la masse grasse des membres inférieurs à celle du sprint sur 10 m. Il semblerait que ce soit plutôt des localisations de masse grasse que la masse grasse totale qui soient importantes dans la performance de ces sportifs lors des tests de terrain étudiés.

Au total, cette technique nouvelle de BIA segmentaire fournit une détermination plus précise de la masse maigre et de la masse grasse chez les sujets minces et obèses, et fournit des mesures fortement corrélées avec la performance au sprint et au test de Gacon chez les rugbymen, mettant en évidence l'effet négatif d'un excès de masse grasse tronculaire sur cette performance.

## Déclaration d'intérêts

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

## Références

- [1] Thomasset A. Propriétés bioélectriques des tissus. Mesure de l'impédance en clinique. *Lyon Med* 1962;207:107–18.
- [2] Varlet-Marie E, Grubka E, Karafiat M, Fédou C, Raynaud de Mauverger E, Brun J-F. Comparaison de plusieurs formules de calcul de la masse maigre par bioimpédancemétrie avec l'absorptiométrie biphotonique (DEXA). *Sci Sports* 2009;24:202–6.
- [3] Bracco D, Thiébaud D, Chioléro RL, Landry M, Burckhardt P, Schutz Y. Segmental body composition assessed by bioelectrical impedance analysis and DEXA in humans. *J Appl Physiol* 1996;8:80–7.
- [4] Guiraudou M, Mardemootoo C, Traoré A, Raingeard I, Chalançon A, Avignon A, et al. Validation de la mesure segmentaire de la composition corporelle en comparaison avec la DEXA: intérêt de la mesure de la masse grasse tronculaire. *Sci Sports* 2013;28:158–62.
- [5] Varlet-Marie E, Brun J-F, Blachon C, Orsetti A. Relations entre la composition corporelle mesurée par impédancemétrie et la performance motrice sur ergocycle. *Sci Sports* 1997;12:204–6.
- [6] Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol* 2000;89:465–71.