REVUE SCIENTIFIQUE



AMINOGram







20 ans d'expertise et d'innovation continue.









Table des matières

Principes de la Bioimpédancemétrie (BIA) 4

Les domaines d'application de la bio-impédancemétrie 5

Les choix technologiques du Biody Xpert^{ZM}3 avec la mesure tétrapolaire 6

Validation de la mesure assise et allongée versus DEXA 7

Comparaison des résultats obtenus entre le Biody Xpert^{ZM} et le DEXA 8

La BIA monofréquence (MF), multifréquences (MF-BIA) et en spectroscopie (BIS) 9

Etudes réalisées avec nos dispositifs 11

Liste complète des études publiées (mise àjour : 26 juin 2026) 12

Partenaires et centres utilisateurs 14

Notes de littérature 15



Principes de la Bioimpédancemétrie (BIA)

La BIA est une technique d'analyse de la composition corporelle, non invasive et indolore.

Elle consiste à délivrer un ou plusieurs courants de très faible intensité pour mesurer la résistance des tissus au passage du courant.

Ces mesures permettent d'obtenir des valeurs de résistance, de réactance et d'impédance.

Plus précisément :

- la résistance est reliée à l'état d'hydratation (résistance transitive)
- la réactance est reliée à la quantité et l'intégrité de la membrane cellulaire (résistance capacitive)[1]
- l'impédance, quant à elle, est calculée à partir de ces deux paramètres selon la formule suivante :

$$Z(\omega)=R(\omega)+j\times Xc(\omega)$$

Où **Z** représente l'impédance, **R** la résistance, **Xc** la réactance, **j** la composante imaginaire du signal, et **ω** la fréquence du courant.

Elle est ensuite utilisée au sein d'équations prédictives afin d'évaluer la composition corporelle, incluant par exemple l'hydratation, la masse musculaire squelettique ou la masse grasse.

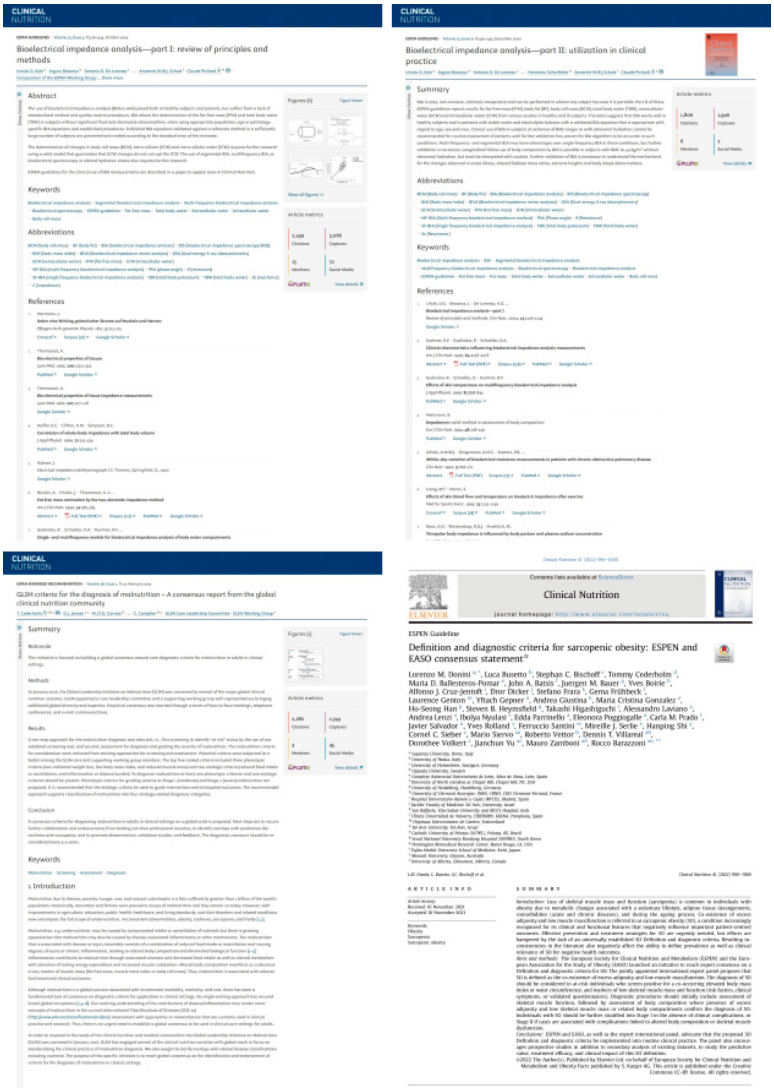
En plus des paramètres de composition corporelle, la BIA permet également d'obtenir des paramètres bruts liés à l'état de santé global et au niveau d'inflammation systémique, comme l'angle de phase et le ratio d'impédance[2,3].

D'un point de vue technique, ces données bioélectriques peuvent être obtenues par deux modes de mesure : en utilisant 4 électrodes (tétrapolaire) ou 8 électrodes (octopolaire), qui seront reliées à la main et au pied.

Les domaines d'application de la bio-impédancemétrie

Actuellement, la BIA est utilisée lors de la prise en charge clinique, du suivi de l'état de santé ou durant la préparation physique d'athlètes afin de :

- détecter d'éventuels déséquilibres pathologiques de la composition corporelle ou des situations à risque d'apparition de ces déséquilibres,
- orienter la prise en charge clinique, nutritionnelle et/ou sportive ciblant la composition corporelle,
- évaluer l'efficacité de cette prise en charge pour la réorienter au besoin.



En 2004, la Société Européenne de Nutrition Clinique (ESPEN) a émis des recommandations pour l'utilisation de la BIA chez le sujet sain et le patient atteint de pathologies chroniques, selon un mode tétrapolaire et les équations développées pour celui-ci, pour une utilisation clinique de routine[4, 5].

Elle est notamment recommandée pour la détection de la dénutrition[6] et de la sarcopénie[7], ainsi que dans le diagnostic de l'obésité[8] et de l'obésité sarcopénique[9].

Dans un contexte sportif, elle est également utilisée pour le suivi de la composition corporelle lors de la préparation physique, et en prévention du syndrome de restriction énergétique chronique (RED-S)[10].

Généralement, les paramètres utilisés lors de la prise en charge incluent la masse non grasse, la masse grasse, la masse musculaire squelettique (totale et segmentaire), ainsi que l'hydratation corporelle et l'équilibre entre les compartiments intra- et extracellulaires.

Comparée à d'autres techniques, la BIA se distingue par sa facilité d'utilisation, sa rapidité de mesure, sa commodité pour le sujet, ainsi que par son faible coût[11].

Comme toute méthode, elle présente cependant certaines limites, en particulier dans des contextes cliniques où l'état d'hydratation est fortement perturbé. Ces situations spécifiques nécessitent une interprétation adaptée, en croisant les données cliniques avec les résultats obtenus.

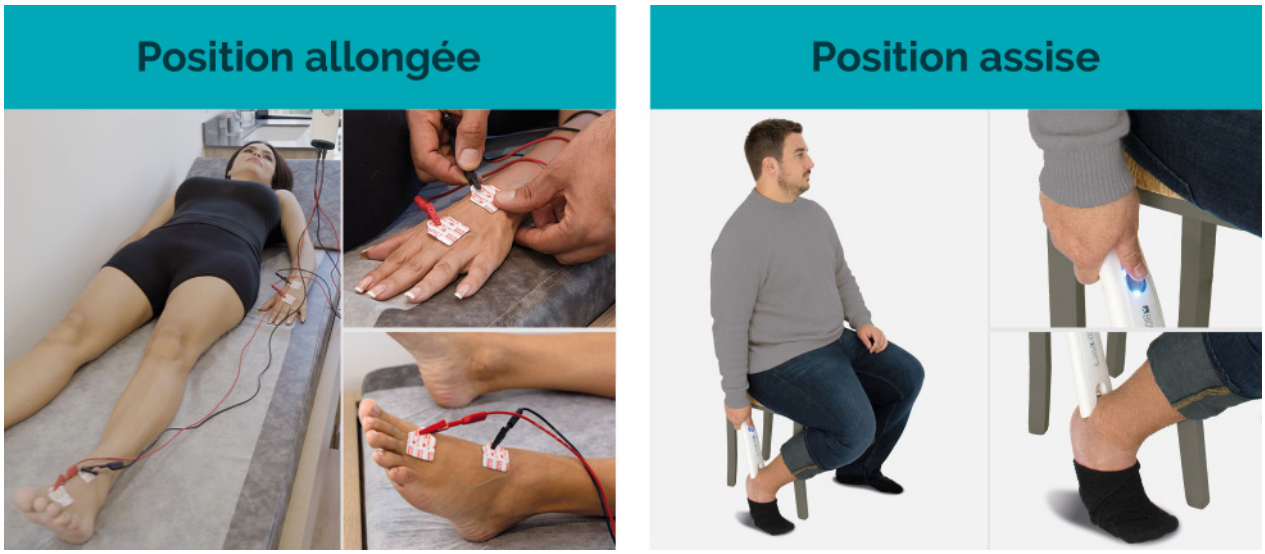
Les choix technologiques du Biody Xpert^{ZM}3 avec la mesure tétrapolaire

La mesure tétrapolaire consiste à placer deux paires d'électrodes sur la main et le pied : l'une émet un courant électrique de faible intensité, l'autre mesure la tension générée. Cela permet d'obtenir les données bioélectriques nécessaires à l'évaluation de la composition corporelle.

Comme indiqué en partie 1, ce mode de mesure est recommandé dans la littérature pour la prise en charge clinique, car les équations utilisées et validées sont spécifiquement adaptées à la mesure tétrapolaire. Dans ce contexte, Aminogram a choisi d'utiliser des équations prédictives issues de la littérature scientifique, validées face à des méthodes de référence :

- Une équation modifiée à partir de celle de Kyle et al.[12] pour la masse non grasse ;
- L'équation de Kushner & Schoeller[13] pour le volume d'eau totale ;
- L'équation de Deurenberg et al.[14] pour le volume d'eau extracellulaire ;
- L'équation de Kyle et al.[15] pour la masse musculaire squelettique des membres.

Le contenu minéral osseux est estimé à partir d'un algorithme développé en interne. Les autres compartiments corporels sont déduits à partir de la modélisation en compartiments. Par exemple, si l'on connaît l'eau totale et l'eau extracellulaire, on peut calculer l'eau intracellulaire grâce à la formule :



Eau intracellulaire = Eau totale – Eau extracellulaire.

Lorsqu'une mesure est réalisée en position allongée, une des limitations de ce mode de mesure est la nécessité de maintenir un temps minimum de plusieurs minutes dans cette position avant d'effectuer la mesure, afin de permettre un équilibre des liquides corporels à la suite du changement de posture, et ainsi obtenir des résultats optimaux. Ce temps d'attente peut limiter l'utilisation de la technique dans un contexte de prise en charge courante, par une durée de mesure qui peut s'opposer au temps de consultation disponible.

De plus, l'utilisation d'électrodes autocollantes sous la forme de consommables implique un coût financier non négligeable, particulièrement pour des structures hospitalières effectuant un grand nombre de mesures, pouvant aussi limiter l'utilisation de la technique. À partir de ce constat, Aminogram a choisi de développer un dispositif offrant deux possibilités : une mesure en position allongée avec câbles et électrodes autocollantes, ou une mesure en position assise avec électrodes intégrées, permettant d'éviter l'usage de consommables et de réduire le temps de mesure. Le résultat de ce développement est la gamme Biody Xpert^{ZM}, pensée pour s'adapter aux contraintes cliniques tout en garantissant la qualité des données.

Validation de la mesure assise et allongée versus DEXA

Donnée clé de l'étude INEFc (2024) :

Seulement 3,7 Ω de différence moyenne d'impédance entre les positions assise et allongée.

Écart moyen avec le DEXA : 0,3 à 0,8 kg selon les paramètres.

La position de mesure ainsi que le placement des électrodes sont des paramètres déterminants en bioimpédancemétrie. Si les données bioélectriques mesurées (résistance, réactance, impédance) ne varient pas selon la position, les résultats de composition corporelle peuvent être considérés comme comparables.

Une étude réalisée par l'Institut National d'Éducation Physique de Catalogne (INEFc) sur 30 sujets sains a évalué la précision du Biody Xpert^{ZM}3[16] en positions assise et allongée (publiée dans Measurement (IF: 5,6)). Les mesures à 50 kHz étaient très proches :

	Assise	Allongée
Résistance	486,2 ± 51,5 Ω	489,5 ± 49,7 Ω
Réactance	60,9 ± 6,3 Ω	64,3 ± 7,5 Ω
Impédance	493,7 ± 50,0 Ω	490,0 ± 51,7 Ω

L'analyse par Bland-Altman indique une différence moyenne de :

- 3,3 Ω pour la résistance
- 3,3 Ω pour la réactance
- 3,7 Ω pour l'impédance

Le coefficient de concordance de Lin confirme une très bonne cohérence :

- 0,92 pour la résistance
- 0,79 pour la réactance
- 0,92 pour l'impédance

Les données de composition corporelle ont également été comparées avec celles obtenues par DEXA :

	Masse non grasse	Masse maigre	Masse grasse
Allongée	62,8 ± 4,7 kg	59,9 ± 4,5 kg	16,3 ± 5,2 kg
Assise	62,9 ± 5,5 kg	60,0 ± 5,3 kg	16,3 ± 4,6 kg

Les écarts avec le DEXA étaient faibles :

- Masse non grasse : 0,6 kg (allongée), 0,8 kg (assise)
- Masse maigre : 0,8 kg / –0,1 kg
- Masse grasse : 0,3 kg / 0,4 kg

Ces résultats confirment l'équivalence des mesures entre les positions assise et allongée, ainsi qu'une bonne concordance avec le DEXA. Bien que les données concernent un échantillon restreint, elles apportent des éléments solides qui vont dans le sens d'une fiabilité de la méthode, et ouvrent la voie à des études complémentaires sur des populations plus larges.

Comparaison des résultats obtenus entre le Biody Xpert^{ZM} et le DEXA

Pour renforcer ces résultats et élargir leur portée, Aminogram a compilé des données issues de 234 sujets représentatifs de la population générale. Ces comparaisons entre le Biody Xpert^{ZM}II et le DEXA ont été réalisées dans le cadre du Suivi Clinique Après Commercialisation (SCAC).

La concordance entre les deux techniques a été évaluée selon des méthodes statistiques reconnues : biais moyen (différence moyenne) selon Bland-Altman, et coefficient de corrélation intraclasse (ICC).

Les résultats obtenus confirment une forte cohérence entre les deux approches pour les quatre paramètres analysés : masse non grasse, masse grasse, masse musculaire squelettique des membres et contenu minéral osseux (voir figure ci-dessous).

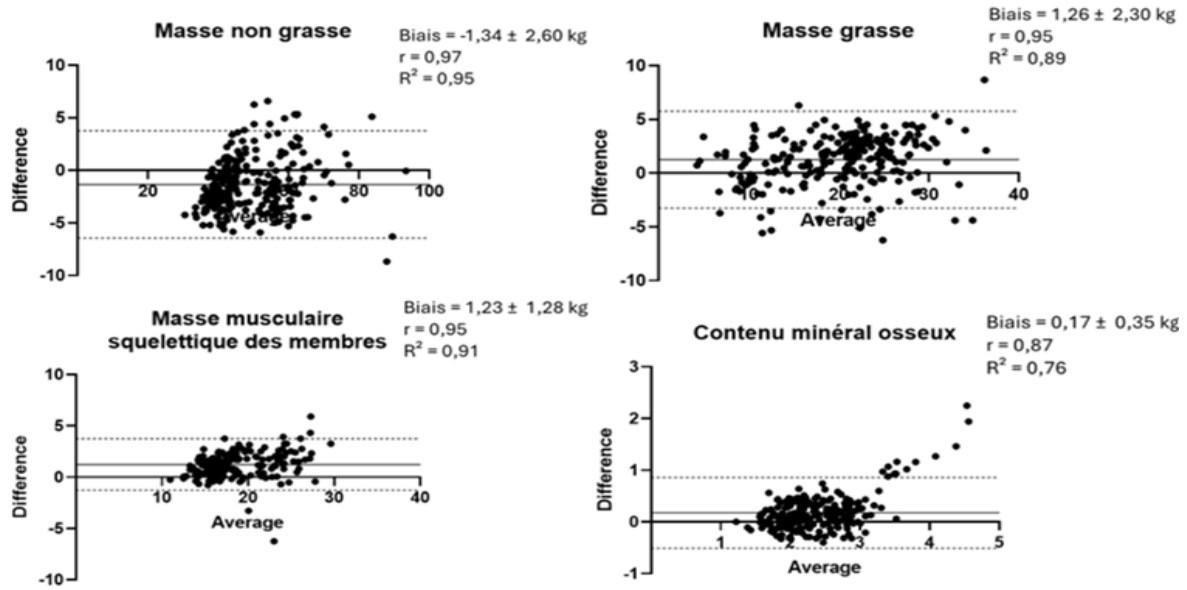


Figure : Représentation de Bland-Altman des résultats obtenus par le Biody XpertZMII et le DEXA pour la masse non grasse, la masse grasse, la masse musculaire squelettique des membres et le contenu minéral osseux. Le coefficient de corrélation interclasse r et de régression R² sont également donnés pour chaque paramètre.

La différence moyenne pour la masse non grasse, la masse grasse et la masse musculaire squelettique des membres est légèrement supérieure à 1 kg avec des valeurs de r très supérieures à 0,90, indiquant une excellente concordance entre les deux techniques. Pour le contenu minéral osseux, le biais moyen obtenu est de 170 grammes avec un r légèrement inférieur à celui des trois autres paramètres mais qui indique, toutefois, une très bonne concordance entre les deux techniques pour ce paramètre. Il est intéressant d'observer qu'une dizaine de points se trouvent en dehors des limites de l'intervalle de confiance à 95 %, i.e. les lignes en pointillées, indiquant une différence importante entre les deux techniques pour ces individus. Ils correspondent à des joueurs de rugby qui se caractérisent par une densité osseuse extrêmement élevée, causée par les contraintes de leur pratique sportive. En tant que technique, le DEXA est sensible à la densité minérale osseuse contrairement à la BIA, expliquant ainsi les différences observées pour ces individus.

En conclusion, ces données montrent que pour ces 4 paramètres, le Biody Xpert^{ZM}II, et le Biody Xpert^{ZM}3 par extension, possède une équivalence dans les résultats obtenus par rapport au DEXA dans la population générale.

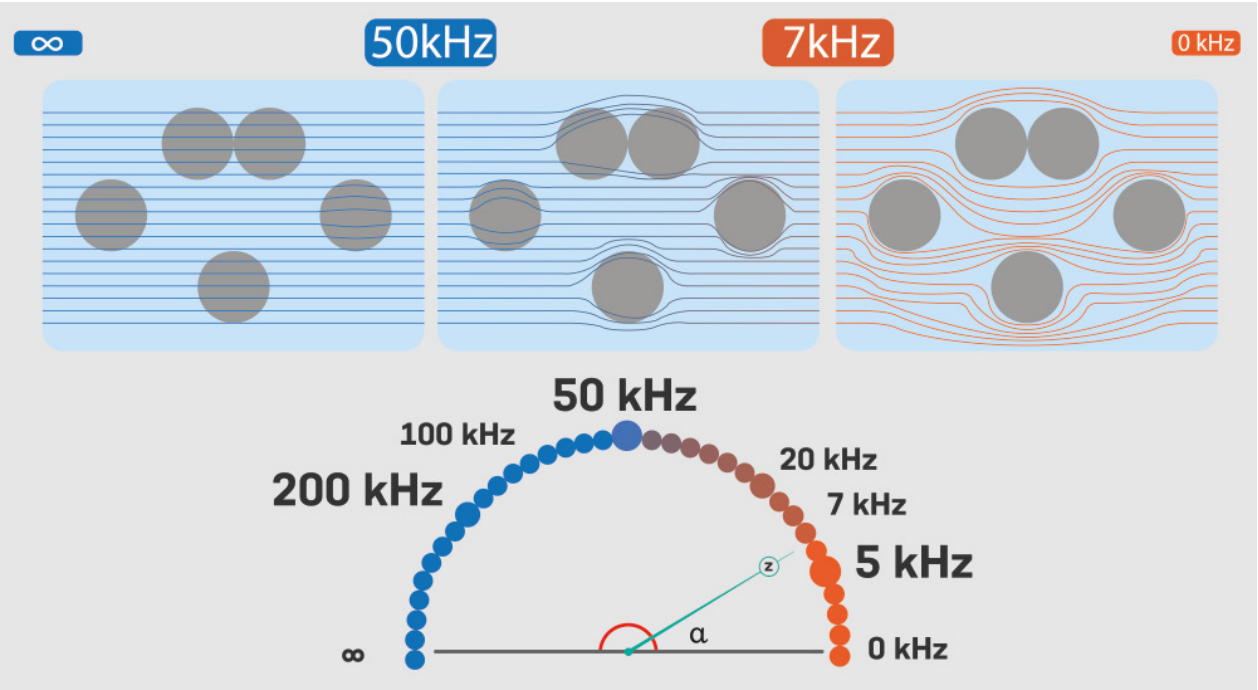
La BIA monofréquence (MF), multifréquences (MF-BIA) et en spectroscopie (BIS)

Les premiers dispositifs de BIA étaient monofréquences, c'est-à-dire qu'ils utilisaient un seul courant à une fréquence de 50 kHz. Ils reposaient sur des équations de prédiction et des valeurs de référence basées sur la résistance, la réactance ou l'impédance. La principale limite de cette approche réside dans son incapacité à évaluer précisément le volume d'eau extracellulaire et donc la répartition entre les compartiments intra- et extracellulaires. En effet, à 50 kHz, le courant traverse les membranes cellulaires, ce qui empêche de cibler spécifiquement le compartiment extracellulaire. Ce type de mesure a notamment été utilisé dans les premiers appareils tels que le RJL Systems Quantum II, considéré comme une référence historique dans le développement des équations de prédiction.



RJL Systems Quantum II

L'évaluation du compartiment extracellulaire est rendue possible grâce à l'utilisation de courants de basse fréquence (inférieurs à 7 kHz), incapables de traverser les membranes cellulaires[17]. Sur cette base, des dispositifs multifréquences ont été développés, utilisant au minimum trois fréquences : une basse (généralement 5 kHz), une intermédiaire (50 kHz) et une haute (100 ou 200 kHz). Leur principal avantage est de permettre une estimation distincte de l'eau totale et de l'eau extracellulaire, via des algorithmes combinant les données obtenues à 5 et 50 kHz. Ces dispositifs donnent aussi accès à des équations validées dans la littérature, utilisables à 50 kHz. L'introduction d'une troisième fréquence permet en outre de calculer le ratio d'impédance (impédance à 200 kHz / impédance à 5 kHz), un marqueur associé à l'inflammation systémique[3, 18].





Xitron Hydra 4200

Les dispositifs de référence les plus avancés, tels que le Xitron Hydra 4200, reposent sur une approche spectroscopique. Celle-ci consiste à balayer un large spectre de fréquences — des très basses aux très hautes — pour analyser finement les propriétés électriques des tissus corporels. Le Biody Xpert ZM3 s'inscrit pleinement dans cette approche, avec une analyse sur 54 fréquences allant de 1 kHz à 1000 kHz, incluant

les fréquences les plus basses (1, 2, 3 et 4 kHz). Cette spécificité en fait le seul dispositif de bio-impédancemétrie portable à spectroscopie à fournir des mesures sur ces fréquences particulièrement sensibles aux compartiments extracellulaires.

Le traitement de ces données permet de générer une courbe de Cole-Cole, représentée ci-dessous, dont la cohérence entre modélisation théorique (courbe) et points mesurés garantit la qualité de la mesure.

Grâce à cette finesse d'analyse, il devient possible d'estimer trois résistances fondamentales associées aux compartiments hydriques du corps humain :

Paramètre estimé	Signification physiologique
Résistance à 0 Hz (R_0)	Correspond à l'eau extracellulaire (hors cellules)
Résistance intracellulaire	Reflète les fluides contenus à l'intérieur des cellules
Résistance à l'infini (R∞)	Estimation de l'eau corporelle totale (intra + extracellulaire)

Ces données permettent d'alimenter des équations de prédiction de la composition corporelle plus fiables que celles fondées sur une seule fréquence à 50 kHz, et adaptées à une diversité de populations[19].

Par ailleurs, plusieurs études récentes montrent que certains paramètres extraits de l'analyse spectroscopique sont corrélés à des indicateurs cliniques majeurs, notamment :

- l'insulinorésistance[20],
- la perméabilité et les échanges membranaires[21],
- ou encore la qualité fonctionnelle et architecturale du muscle squelettique[22, 23].

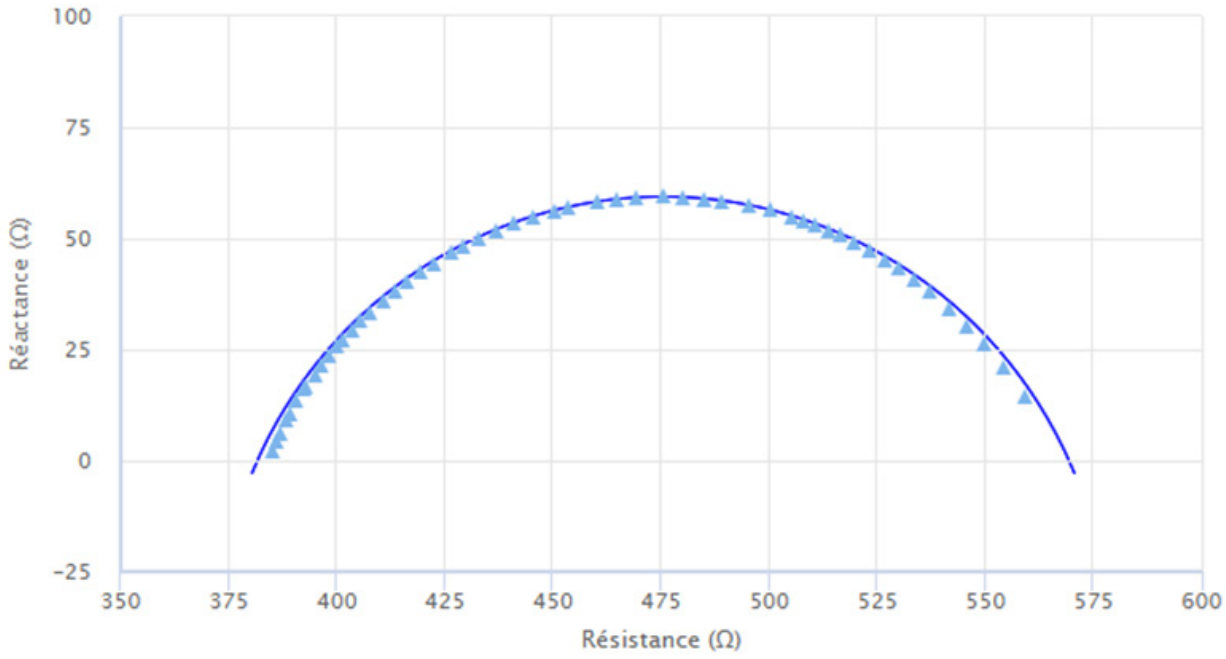


Figure : Représentation graphique de la modélisation de Cole-Cole. Chaque triangle représente une mesure des données de BIA à une fréquence précise, sur un domaine de 1 à 1000 kHz. La courbe en trait plein représente la modélisation de Cole-Cole obtenue. La position des triangles par rapport à la modélisation de Cole-Cole permet de contrôler la qualité de la mesure.

Etudes réalisées avec nos dispositifs

Piche, E.; Michel, E.; Guerin, O.; Gouraud, E.; Chorin, F. Toward Clinically Feasible Assessment of Muscle Mass: Validation of a Seated Bioelectrical Impedance Device Against Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA) in Older Adults. Sensors 2026, 26, 5112. https://doi.org/10.3390/s26165112.

Espasa-Labrador, Javier, Álex Cebrián-Ponce, Raúl Galindo-López, et al. « Intra-Rater Reliability and Agreement of a Portable Bioelectrical Impedance Analysis Device for Body Composition Assessment ». *Measurement 259 (février 2026): 119550*. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.119550.

Aliberti, S. M., Menini, A., Sacco, A. M., Romano, V., Di Martino, A., Acampora, V., Izzo, G., Sorrentino, C., Nurzynska, D., Di Meglio, F., & Castaldo, C. (2026). « A Pragmatic Two-Step Screening Algorithm for Sarcopenia and Frailty in Community-Dwelling Older Adults: A Cross-Sectional Population-Based Study ». *Life, 16(1), 106*. https://doi.org/10.3390/life16010106.

Silvère, Alain Letourneur, Jérémie Bouvier, Alexandre Fouré, Etienne Gouraud, « Reproducibility of bioimpedance spectroscopy parameters to evaluate skeletal muscle properties ». *Journal of Electromyography and Kinesiology, Volume 86, 2026, 103107, ISSN 1050-6411,* https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2026.103107.

Leyva-Vela, B., Martínez-Olcina, M., Asencio-Mas, N., Vicente-Martínez, M., Cuestas-Calero, B. J., Matłosz, P., & Martínez-Rodríguez, A. (2025). « Integrated Multivariate Predictive Model of Body Composition and Lipid Profile for Cardiovascular Risk Assessment ». *Journal of Clinical Medicine, 14(3), 781*. https://doi.org/10.3390/jcm14030781.

Tapasco-Tapasco, L O and Gonzalez-Correa, C A and Letourneur, A. (2024) « Phase angle and impedance ratio as meta-inflammation biomarkers after a colon cleansing protocol in a group of overweight young women ». P*hysiological Measurement, Volume 45, 5 055021,* https://doi.org/10.1088/1361-6579/ad46df.

Lachguer, Sara, Miloud Chakit, Jhadiel Kossou, Hasna Kachache, Boujdi Rachid, Amina Bouziani, et Hasnae Benkirane. « OBESITY AND BODY COMPOSITION DETERMINED BY BIOIMPEDANCE-METRY IN MOROCCAN ADULT POPULATION ». *Community practitioner: the journal of the Community Practitioners' & Health Visitors' Association 21 (6 juillet 2024): 7*. https://doi.org/10.5281/zenodo.12669994.

Leveque, C., Lemaître, F., Valdivia-Valdivia, J. et al. « Cumulative oxidative and inflammatory responses to repeated depth training in breath-hold divers: a multiparametric field study ». *Eur J Appl Physiol 126, 2139–2153 (2026).* https://doi.org/10.1007/s00421-025-06040-5.

Miralles-Amorós, L., Asencio-Mas, N., Martínez-Olcina, M., Vicente-Martínez, M., Frutos, J. M. G.-D., Peñaranda-Moraga, M., González-Alvarado, L., Yáñez-Sepúlveda, R., Cortés-Roco, G., & Martínez-Rodríguez, A. (2023). « Study the Effect of Relative Energy Deficiency on Physiological and Physical Variables in Professional Women Athletes: A Randomized Controlled Trial ». *Metabolites, 13(2), 168*. https://doi.org/10.3390/metabo13020168.

Güler, Lale & Odabas, Ilhan & Günay, Ali. (2023). « Evaluation of Body Mass Index and Body Compositions of Elite and Non-Elite Korfball Athletes by Gender: Descriptive-Comparative Study ». *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences, 14(1).. Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences. 14. 61-68*. https://www.researchgate.net/publication/369061667.

Gouin, Emmanuel, Costantino Balestra, Jeremy Orsat, Emmanuel Dugrenot, et Erwan L'Her. « Pulmonary Effects of One Week of Repeated Recreational Closed-Circuit Rebreather Dives in Cold Water ». *Medicina 59, no 1 (janvier 2023): 81*. https://doi.org/10.3390/medicina59010081.

González-Correa, C. A., S. A. Jaimes, et J. I. Cárdenas-Jiménez. « Preliminary Study on Parameterization of Raw Electrical Bioimpedance Data with 3 Frequencies ». *Scientific Reports 12, no 1 (3 juin 2022): 9292*. https://doi.org/10.1038/s41598-022-13299-7.

Gianesini, Sergio, Joseph D. Raffetto, Giovanni Mosti, Elisa Maietti, Maria Grazia Sibilla, Paolo Zamboni, et Erica Menegatti. « Volume Control of the Lower Limb with Graduated Compression during Different Muscle Pump Activation Conditions and the Relation to Limb Circumference Variation ». *Journal of Vascular Surgery. Venous and Lymphatic Disorders 8, no 5 (septembre 2020): 814-20*. https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2019.12.073.

Donaciano-Domínguez, Jm, Id Salinas-Velarde, Y Becerril-Alarcón, et Ae Soto-Piña. « Phase angle variation and cellular hydration associated with GSTP1 gene polymorphisms in women with breast cancer ». *Journal of Physics: Conference Series 3014, no 1 (1 mai 2025): 012013*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/3014/1/012013.

Charatsi, A. M., P. Dusser, R. Freund, G. Maruani, H. Rossin, A. Boulier, M. Le Bourgeois, et al. « Bioelectrical Impedance in Young Patients with Cystic Fibrosis: Validation of a Specific Equation and Clinical Relevance ». *Journal of Cystic Fibrosis: Official Journal of the European Cystic Fibrosis Society 15, no 6 (novembre 2016): 825-33*. https://doi.org/10.1016/j.jcf.2016.05.004.

Barbry, Alexis, Annie Carton, Marjorie Bernier, Hervé Ovigneur, et JérémyBernard Coquart. « Does Brief Mindfulness Intervention Increase Performance? An Exploratory Study ». *International Journal of Sports Medicine, 22 février 2025, a-2544-7523*. https://doi.org/10.1055/a-2544-7523.

Maccarone, Maria Chiara, Daniele Coraci, Andrea Bernini, Nicola Sarandria, Marta Rossella Valente, Anna Chiara Frigo, Yannis Dionysiotis, et Stefano Masiero. « Sarcopenia Prevalence and Association with Nutritional Status in Cohort of Elderly Patients Affected by Musculoskeletal Concerns: A Real-Life Analysis ». *Frontiers in Endocrinology 14 (26 juin 2023)*. https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1194676.

Menegatti, Erica, Anselmo Pagani, Giampiero Avruscio, Marianna Mucignat, et Sergio Gianesini. « The Effects of Thermal Water Physical Exercise in Patients with Lower Limb Chronic Venous Insufficiency Monitored by Bioimpedance Analysis ». *Diagnostics 10, no 11 (novembre 2020): 889*. https://doi.org/10.3390/diagnostics10110889.

Nezondet, Charlie, Joseph Gandrieau, Philippe Nguyen, et Gautier Zunquin. « Perceived Physical Literacy Is Associated with Cardiorespiratory Fitness, Body Composition and Physical Activity Levels in Secondary School Students ». *Children 10, nº 4 (avril 2023): 712*. https://doi.org/10.3390/children10040712.

Imbert, Jean-Pierre, Axel Barbaud, Sian Stevens, Craig Miller, Hilary Peace, Helene Rossin, Alain Letourneur, Philip Bryson, Bo Damsgaard, et Costantino Balestra. « Evaluation of North Sea Saturation Procedures through Divers Monitoring ». *International Maritime Health 75, nº 2 (2024): 89-102*. https://doi.org/10.5603/imh.99606.

Cuvelier, S., C. Goetgheluck-Villaron, M. Cohen, A. Tallet, M. Berline, J. M. Boher, S. Jowett, et al. « Aqua polo: Preliminary feasibility and efficacy study of a programme of adapted, supervised water polo to reduce fatigue and improve women's psychological and social recovery after breast cancer treatment: A mixed-methods design ». *Contemporary Clinical Trials Communications 33 (1 juin 2023): 101120*. https://doi.org/10.1016/j.conctc.2023.101120.

Barbry, Alexis, Annie Carton, Hervé Ovigneur, et Jérémy Coquart. « Effects of an 8-week of brief mindfulness meditation combined with a running programme on physical performances and health in runners: a randomized controlled study », *2023*. https://laas.hal.science/UREPSSS/hal-04161969v1.

Morcillo-Muñoz, Jorge A., Felipe Marulanda-Mejia, Clara H. González-Correa, Andrés F. Morcillo-Muñoz, Bernardo Uribe, et Juan C. Ibarra-Jurado. « Impact of sarcopenia in clinical and functional outcomes and dependency degree in stroke patients ». *The Journal of Latin American Geriatric Medicine 8, no 1 (2022)*. https://www.jgeriatricmedicine.com/frame_esp.php?id=68

Liste complète des études publiées (mise àjour : 26 juin 2026)

Fernández-Jiménez, Rocío, Rafael Martín-Masot, Isabel Cornejo-Pareja, Isabel M. Vegas-Aguilar, Marta Herrador-López, Francisco J. Tinahones, Víctor Manuel Navas-López, Diego Bellido-Guerrero, et José Manuel García-Almeida. « Phase Angle as a Marker of Outcome in Hospitalized Pediatric Patients. A Systematic Review of the Evidence (GRADE) with Meta-Analysis » *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders 24, no 4 (1 août 2023): 751-65.* https://link.springer.com/article/10.1007/s11154-023-09817-1.

Shypailo, Roman J., et Kathleen J. Motil. « The Use of Bioimpedance in Pediatric Health, Nutrition, and Disease » *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition 67, no 4 (octobre 2018): 435-36.* https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1097/MPG.0000000000002068.

Orsso, Camila E., Maria Cristina Gonzalez, Michael Johannes Maisch, Andrea M. Haqq, et Carla M. Prado. « Using Bioelectrical Impedance Analysis in Children and Adolescents: Pressing Issues » *European Journal of Clinical Nutrition 76, no 5 (mai 2022): 659-65.* https://www.nature.com/articles/s41430-021-01018-w.

Lopot, F., B. Nejedlý, H. Novotná, M. Macková, et S. Sulková. « Age-Related Extracellular to Total Body Water Volume Ratio (Ecv/TBW)–Can It Be Used for "Dry Weight" Determination in Dialysis Patients? Application of Multifrequency Bioimpedance Measurement » *The International Journal of Artificial Organs 25, no 8 (août 2002): 762-69.* https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/039139880202500803.

Han, Byoung-Geun, Jun Young Lee, Jae-Seok Kim, et Jae-Won Yang. « Clinical Significance of Phase Angle in Non-Dialysis CKD Stage 5 and Peritoneal Dialysis Patients » *Nutrients 10, no 9 (19 septembre 2018): 1331.* https://www.mdpi.com/2072-6643/10/9/1331.

Demirci, C., G. Aşcı, M. S. Demirci, M. Özkahya, H. Töz, S. Duman, S. Sipahi, S. Erten, M. Tanrısev, et E. Ok. « Impedance Ratio: A Novel Marker and a Powerful Predictor of Mortality in Hemodialysis Patients » *International Urology and Nephrology 48, no 7 (juillet 2016): 1155-62.* https://link.springer.com/article/10.1007/s11255-016-1292-1.

Barreto Silva, Maria Inês, Ana Paula Medeiros Menna Barreto, Karine Scanci da Silva Pontes, Mariana Silva da Costa, Kelli Trindade de Carvalho Rosina, Edison Souza, Rachel Bregman, Carla M. Prado, et Márcia Regina Simas Torres Klein. « Accuracy of Surrogate Methods to Estimate Skeletal Muscle Mass in Non-Dialysis Dependent Patients with Chronic Kidney Disease and in Kidney Transplant Recipients » *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland) 40, no 1 (janvier 2021): 303-12.* https://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261-5614(20)30255-7.

La Porta E, Lanino L, Calatroni M, Caramella E, Avella A, Quinn C, Faragli A, Estienne L, Alogna A, Esposito P. « Volume balance in chronic kidney disease : evaluation methodologies and innovation opportunities » *Volume Balance in Chronic Kidney Disease: Evaluation Methodologies and Innovation Opportunities. Kidney Blood Press Res. 2021;46(4):396-410. doi: 10.1159/000515172. Epub 2021 Jul 7. PMID: 34233334.* https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34233334.

Langer, Raquel D., Sofus C. Larsen, Leigh C. Ward, et Berit L. Heitmann. « Phase Angle Measured by Bioelectrical Impedance Analysis and the Risk of Cardiovascular Disease among Adult Danes » *Nutrition 89 (1 septembre 2021): 111280.* https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0899900721001428?via%3Dihub.

Nystoriak, Matthew A., et Aruni Bhatnagar. « Cardiovascular Effects and Benefits of Exercise » *Frontiers in Cardiovascular Medicine 5 (28 septembre 2018).* https://www.frontiersin.org/journals/cardiovascular-medicine/articles/10.3389/fcvm.2018.00135.

de Borba EL, Ceolin J, Ziegelmann PK, Bodanese LC, Gonçalves MR, Cañon-Montañez W, Mattiello R. « Phase angle of bioimpedance at 50 kHz is associated with cardiovascular diseases: systematic review and meta-analysis ». *Eur J Clin Nutr. 2022 Oct;76(10):1366-1373. doi: 10.1038/s41430-022-01131-4. Epub 2022 Apr 12. PMID: 35414661.* https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35414661.

Deutz, Nicolaas E. P., Jurgen M. Bauer, Rocco Barazzoni, Gianni Biolo, Yves Boirie, Anja Bosy-Westphal, Tommy Cederholm, et al. « Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: Recommendations from the ESPEN Expert Group ». *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland) 33, no 6 (décembre 2014): 929-36.* https://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261-5614(14)00111-3.

Peterson, Mark D., Ananda Sen, et Paul M. Gordon. « Influence of Resistance Exercise on Lean Body Mass in Aging Adults: A Meta-Analysis ». *Medicine and science in sports and exercise 43, no 2 (février 2011): 249-58.* https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2011/02000.

Di Vincenzo, Olivia, Maurizio Marra, Ada Di Gregorio, Fabrizio Pasanisi, et Luca Scalfi. « Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) -Derived Phase Angle in Sarcopenia: A Systematic Review » *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland) 40, no 5 (mai 2021): 3052-61.* https://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261-5614(20)30594-X/fulltext.

Cruz-Jentoft, Alfonso J, Gülistan Bahat, Jürgen Bauer, Yves Boirie, Olivier Bruyère, Tommy Cederholm, Cyrus Cooper, et al. « Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis ». *Age and Ageing 48, no 1 (janvier 2019): 16-31.* https://academic.oup.com/ageing/article/48/1/16/5126243.

Basile, Claudia, David Della-Morte, Francesco Cacciatore, Gaetano Gargiulo, Gianluigi Galizia, Mario Roselli, Francesco Curcio, Domenico Bonaduce, et Pasquale Abete. « Phase Angle as Bioelectrical Marker to Identify Elderly Patients at Risk of Sarcopenia » *Experimental Gerontology 58 (octobre 2014): 43-46.* https://doi.org/10.1016/j.exger.2014.07.009.

Morcillo, Jorge & Marulanda-Mejia, Felipe & González-Correa, Clara & Morcillo Muñoz, Andrés Felipe & Uribe, Bernardo & Ibarra-Jurado, Juan. (2022). « Impact of sarcopenia in clinical and functional outcomes and dependency degree in stroke patients ». *The Journal of Latin American Geriatric Medicine. 8. 10.24875/LAGM.22000003.* https://www.researchgate.net/publication/363391012.

Heymsfield SB, Gonzalez MC, Lu J, Jia G, Zheng J. « Skeletal muscle mass and quality: evolution of modern measurement concepts in the context of sarcopenia ». Proc Nutr Soc. 2015 Nov;74(4):355-66. doi: 10.1017/S0029665115000129. Epub 2015 Apr 8. PMID: 25851205. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25851205.

Norman, Kristina, Rainer Wirth, Maxi Neubauer, Rahel Eckardt, et Nicole Stobäus. « The Bioimpedance Phase Angle Predicts Low Muscle Strength, Impaired Quality of Life, and Increased Mortality in Old Patients with Cancer ». *Journal of the American Medical Directors Association 16, no 2 (février 2015): 173.e17-22.* https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.10.024.

Gupta, Digant, Carolyn A. Lammersfeld, Pankaj G. Vashi, Jessica King, Sadie L. Dahlk, James F. Grutsch, et Christopher G. Lis. « Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer ». *BMC Cancer 8, no 1 (27 août 2008): 249.* https://doi.org/10.1186/1471-2407-8-249.

Fearon, Kenneth, Jann Arends, et Vickie Baracos. « Understanding the Mechanisms and Treatment Options in Cancer Cachexia ». *Nature Reviews Clinical Oncology 10, no 2 (février 2013): 90-99.* https://doi.org/10.1038/nrclinonc.2012.209.

Arends, J., V. Baracos, H. Bertz, F. Bozzetti, P. C. Calder, N. E. P. Deutz, N. Erickson, et al. « ESPEN Expert Group Recommendations for Action against Cancer-Related Malnutrition ». *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland) 36, no 5 (octobre 2017): 1187-96.* https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.06.017.

Touillaud M, Fournier B, Pérol O, Delrieu L, Maire A, Belladame E, Pérol D, Perrier L, Preau M, Leroy T, Fassier JB, Fillol F, Pascal S, Durand T, Fervers B. « Connected device and therapeutic patient education to promote physical activity among women with localised breast cancer (DISCO trial): protocol for a multicentre 2×2 factorial randomised controlled trial ». *BMJ Open. 2021 Sep 13;11(9):e045448. doi: 10.1136/bmjopen-2020-045448. PMID: 34518245; PMCID: PMC8438826.* https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34518245.

Aleixo GFP, Shachar SS, Nyrop KA, Muss HB, Battaglini CL, Williams GR. « Bioelectrical Impedance Analysis for the Assessment of Sarcopenia in Patients with Cancer: A Systematic Review ». *Oncologist. 2020 Feb;25(2):170-182. doi: 10.1634/theoncologist.2019-0600. Epub 2019 Nov 12. PMID: 32043785; PMCID: PMC7011645.* https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32043785/.

Evans, Gethin H., Lewis J. James, Susan M. Shirreffs, et Ronald J. Maughan. « Optimizing the Restoration and Maintenance of Fluid Balance after Exercise-Induced Dehydration ». *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985) 122, no 4 (1 avril 2017): 945-51.* https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00745.2016.

Cheuvront, Samuel N., et Robert W. Kenefick. « Dehydration: Physiology, Assessment, and Performance Effects ». *Comprehensive Physiology 4, no 1 (janvier 2014): 257-85.* https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2040-4603.2014.tb00543.x.

Casazza, Gretchen A., Ashley P. Tovar, Christine E. Richardson, Angela N. Cortez, et Brian A. Davis. « Energy Availability, Macronutrient Intake, and Nutritional Supplementation for Improving Exercise Performance in Endurance Athletes ». *Current Sports Medicine Reports 17, no 6 (juin 2018): 215-23.* https://journals.lww.com/acsm-csmr/fulltext/2018/06000/energy_availability,_macronutrient_intake,_and.10.aspx.

Jäger, Ralf, Chad M. Kerksick, Bill I. Campbell, Paul J. Cribb, Shawn D. Wells, Tim M. Skwiat, Martin Purpura, et al. « International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and Exercise ». *Journal of the International Society of Sports Nutrition 14 (2017): 20.* https://doi.org/10.1186/s12970-017-0189-4.

Campa, Francesco, Diana Maria Thomas, Krista Watts, Nicholas Clark, Daniel Baller, Thomas Morin, Stefania Toselli, et al. « Reference Percentiles for Bioelectrical Phase Angle in Athletes ». *Biology 11, no 2 (8 février 2022): 264.* https://doi.org/10.3390/biology11020264.

Hayotte M, Iannelli A, Nègre V, Pradier C, Thérouanne P, Fuch A, Diagana O, Garbarino JM, Vuillemin A, Colson SS, Chevalier N, d'Arripe-Longueville F. « Effects of technology-based physical activity interventions for women after bariatric surgery: study protocol for a three-arm randomised controlled trial ». *BMJ Open. 2021 Jul 30;11(7):e046184. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046184. PMID: 34330855; PMCID: PMC8327817.* https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34330855/.

Campa F, Toselli S, Mazzilli M, Gobbo LA, Coratella G. « Assessment of Body Composition in Athletes: A Narrative Review of Available Methods with Special Reference to Quantitative and Qualitative Bioimpedance Analysis ». *Nutrients. 2021 May 12;13(5):1620. doi: 10.3390/nu13051620. PMID: 34065984; PMCID: PMC8150618.* https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8150618/.

Kushner, Robert F., et Kirsten Webb Sorensen. « Lifestyle Medicine: The Future of Chronic Disease Management ». *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity 20, no 5 (octobre 2013): 389-95.* https://journals.lww.com/co-endocrinology/fulltext/2013/10000/lifestyle_medicine__the_future_of_chronic_disease.5.aspx.

Patterson, Elaine, Paul M Ryan, John F Cryan, Timothy G Dinan, R Paul Ross, Gerald F Fitzgerald, et Catherine Stanton. « Gut microbiota, obesity and diabetes ». *Postgraduate Medical Journal 92, no 1087 (1 mai 2016): 286-300.* https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2015-133285.

Heymsfield, Steven B., et Thomas A. Wadden. « Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity ». *New England Journal of Medicine 376, no 3 (19 janvier 2017): 254-66.* https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMra1514009.

Donini, Lorenzo M., Luca Busetto, Stephan C. Bischoff, Tommy Cederholm, Maria D. Ballesteros-Pomar, John A. Batsis, Juergen M. Bauer, et al. « Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement ». *Obesity Facts 15, no 3 (23 février 2022): 321-35.* https://doi.org/10.1159/000521241.

Becroft L, Ooi G, Forsyth A, King S, Tierney A. « Validity of multi-frequency bioelectric impedance methods to measure body composition in obese patients: a systematic review ». *Int J Obes (Lond). 2019 Aug;43(8):1497-1507. doi: 10.1038/s41366-018-0285-9. Epub 2018 Dec 19. PMID: 30568268.* https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30568268/.

Ward, Leigh C. « Bioelectrical Impedance Analysis for Body Composition Assessment: Reflections on Accuracy, Clinical Utility, and Standardisation ». *European Journal of Clinical Nutrition 73, no 2 (février 2019): 194-99.* https://www.nature.com/articles/s41430-018-0335-3.

Kyle, Ursula G., Ingvar Bosaeus, Antonio D. De Lorenzo, Paul Deurenberg, Marinos Elia, José Manuel Gómez, Berit Lilienthal Heitmann, et al. « Bioelectrical Impedance Analysis–Part I: Review of Principles and Methods ». *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland) 23, no 5 (octobre 2004): 1226-43.* https://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261-5614(04)00093-7/abstract.

Mulasi U, Kuchnia AJ, Cole AJ, Earthman CP. « Bioimpedance at the bedside: current applications, limitations, and opportunities ». *Nutr Clin Pract. 2015 Apr;30(2):180-93. doi: 10.1177/0884533614568155. Epub 2015 Jan 22. Erratum in: Nutr Clin Pract. 2015 Aug;30(4):589. PMID: 25613832.* https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25613832/.

Partenaires et centres utilisateurs



















































































Notes de littérature

1. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. Sensors. 2014;14(6):10895-10928. doi:10.3390/s140610895
2. Bellido D, García-García C, Talluri A, Lukaski HC, García-Almeida JM. Future lines of research on phase angle: Strengths and limitations. Rev Endocr Metab Disord. Published online April 12, 2023:1-21. doi:10.1007/s11154-023-09803-7
3. Tapasco-Tapasco LO, Gonzalez-Correa CA, Letourneur A. Phase angle and impedance ratio as meta-inflammation biomarkers after a colon cleansing protocol in a group of overweight young women. Physiol Meas. 2024;45(5):055021. doi:10.1088/1361-6579/ad46df
4. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. Clin Nutr Edinb Scotl. 2004;23(5):1226-1243. doi:10.1016/j.clnu.2004.06.004
5. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. Clin Nutr Edinb Scotl. 2004;23(6):1430-1453. doi:10.1016/j.clnu.2004.09.012
6. Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition – A consensus report from the global clinical nutrition community. Clin Nutr. 2019;38(1):1-9. doi:10.1016/j.clnu.2018.08.002
7. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Age Ageing. 2019;48(1):16-31. doi:10.1093/ageing/afy169
8. Rubino F, Cummings DE, Eckel RH, et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. Lancet Diabetes Endocrinol. Published online January 2025:S2213858724003164. doi:10.1016/S2213-8587(24)00316-4
9. Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, et al. Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement. Obes Facts. 2022;15(3):321-335. doi:10.1159/000521241
10. Mathisen TF, Ackland T, Burke LM, et al. Best practice recommendations for body composition considerations in sport to reduce health and performance risks: a critical review, original survey and expert opinion by a subgroup of the IOC consensus on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). Br J Sports Med. 2023;57(17):1148-1160. doi:10.1136/bjsports-2023-106812
11. Deurenberg P, Roubenoff R. Body Composition. Introd Hum Nutr MJ Gibney HH Vorster FJ Kok - SI Blackwell Publ 2002. Published online January 1, 2009.
12. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20–94 years. Nutrition. 2001;17(3):248-253. doi:10.1016/S0899-9007(00)00553-0
13. Kushner RF, Schoeller DA. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. Am J Clin Nutr. 1986;44(3):417-424. doi:10.1093/ajcn/44.3.417
14. Deurenberg P, Tagliabue A, Schouten FJ. Multi-frequency impedance for the prediction of extracellular water and total body water. Br J Nutr. 1995;73(3):349-358. doi:10.1079/bjn19950038
15. Kyle UG, Genton L, Hans D, Pichard C. Validation of a bioelectrical impedance analysis equation to predict appendicular skeletal muscle mass (ASMM). Clin Nutr Edinb Scotl. 2003;22(6):537-543. doi:10.1016/s0261-5614(03)00048-7
16. Espasa-Labrador J, Cebrián-Ponce Á, Galindo-López R, et al. Intra-rater reliability and agreement of a portable bioelectrical impedance analysis device for body composition assessment. Measurement. 2026;259:119550. doi:10.1016/j.measurement.2025.119550
17. Moonen HPFX, Van Zanten ARH. Bioelectric impedance analysis for body composition measurement and other potential clinical applications in critical illness. Curr Opin Crit Care. 2021;27(4):344-353. doi:10.1097/MCC.0000000000000840
18. Demirci C, Aşcı G, Demirci MS, et al. Impedance ratio: a novel marker and a powerful predictor of mortality in hemodialysis patients. Int Urol Nephrol. 2016;48(7):1155-1162. doi:10.1007/s11255-016-1292-1
19. Mulasi U, Kuchnia AJ, Cole AJ, Earthman CP. Bioimpedance at the bedside: current applications, limitations, and opportunities. Nutr Clin Pract Off Publ Am Soc Parenter Enter Nutr. 2015;30(2):180-193. doi:10.1177/0884533614568155
20. Barry VG, Peterson CM, Gower BA. Membrane Capacitance from A Bioimpedance Approach: Associations with Insulin Resistance in Relatively Healthy Adults. Obes Silver Spring Md. 2020;28(11):2184-2191. doi:10.1002/oby.22977
21. Garr Barry V, Chiang JL, Bowman KG, Johnson KD, Gower BA. Bioimpedance-Derived Membrane Capacitance: Clinically Relevant Sources of Variability, Precision, and Reliability. Int J Environ Res Public Health. 2022;20(1):686. doi:10.3390/ijerph20010686
22. Bartels EM, Sørensen ER, Harrison AP. Multi-frequency bioimpedance in human muscle assessment. Physiol Rep. 2015;3(4):e12354. doi:10.14814/phy2.12354
23. Yasutake K, Kumahara H, Shiose K, Kawano M, Michishita R. Association between grip strength and electrical properties measured by bioimpedance spectroscopy in women with dementia aged 77 to 97 years living in group homes. Med Int. 2024;4(4):33. doi:10.3892/mi.2024.157

www.aminogram.com

AMINOGRAM SAS
ATHELIA III – 96 Voie Atlas
13600 La Ciotat – France
contact@aminogram.com

Télécharger
la revue
scientifique