

Méthodes d'estimation de la masse grasse en sport Rachid Belounis*, Toufik Ait Amar* et Radhouane Nouiga**

*Laboratoire SPAPSA, Université d'Alger3.

**Université de Boumerdes.

Résumé

L'anthropométrie, comme n'importe quel autre domaine de la science, dépend du respect des règles de mesure particulières déterminées par les organismes de normalisation nationaux et internationaux. L'anthropométrie est une science très ancienne et, comme beaucoup de sciences anciennes, a suivi une multitude de voies. La diversité des voies anthropométriques est à la fois une richesse et un défaut. L'une des conséquences des multiples traditions anthropométriques a été le manque de standardisation dans l'identification des sites de mesure et dans les techniques de mesure. Cela rend les comparaisons à travers le temps et l'espace extrêmement difficiles.

Les normes anthropométriques internationales de mesure des plis cutanés que nous allons détailler ci-après, sont celles de la Société internationale pour l'avancement de la kinanthropométrie (ISAK). L'ISAK, qui a développé à partir de son prédécesseur, International Working Group of Kinanthropometry (IWGK), a travaillé depuis 1986 pour développer des normes en anthropométrie. Elles ont été rassemblées par des experts internationaux, y compris tous les anthropométristes de niveau 4 accrédités par l'ISAK du monde entier. Ces sites de mesure constituent la base du système d'accréditation ISAK mis en place depuis 1996.

Mots Clés : Estimation, masse grasse, sport, ISAK.

Abstract.

Anthropometry, like any other science, depends on the respect of the particular measurement rules determined by national and international standards bodies. Anthropometry is a very ancient science and, like many ancient sciences, has followed a multitude of pathways. The diversity of anthropometric pathways is both an asset and a defect. One of the consequences of the many anthropometric traditions has been the lack of standardization in the identification of measurement sites, and in measurement techniques. This makes comparisons across time and space extremely difficult.

The international anthropometric standards for the measurement of skinfolds, which we will detail later, are those of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). ISAK, which developed from its predecessor, International Working Group of Kinanthropometry (IWGK), has been working since 1986 to develop standards in anthropometry. They have been assembled by international experts, including all ISAK accredited Level 4 anthropometrists from around the world. These measurement sites form the basis of the ISAK accreditation system established since 1996.

Key-words: Estimation, fat mass, sport, ISAK.

Introduction

Le corps humain se compose macroscopiquement d'éléments de densité et de nature très différents telle que la graisse, les os, les protéines, l'eau, etc.

La composition corporelle est une variable importante de la santé et de la performance. Dans les sports où le poids est important, de nombreux athlètes utilisent des méthodes extrêmes pour réduire la masse corporelle rapidement ou maintenir une faible masse afin d'obtenir un avantage en compétition. En conséquence, les athlètes ayant une masse corporelle très faible, des changements de masse extrêmes dus à la déshydratation ou à des troubles alimentaires, un pourcentage extrêmement faible de graisse corporelle ou une densité minérale osseuse insuffisante deviennent des problèmes communs dans de nombreux sports (Nattiv, Loucks, Manore & al, 2007).

Une réduction de la masse corporelle à court terme induite délibérément peut conduire à de graves problèmes de santé avec des conséquences parfois fatales (Sundgot-Borgen & Torstveit, 2010).

En sport, l'évaluation de la composition corporelle joue un rôle important dans la surveillance de l'entraînement et de la performance des athlètes, surtout s'agissant des sports à catégories de poids et d'esthétique, où la composition de la masse corporelle affecte profondément la performance.

Au cours du siècle dernier, une multitude de techniques et d'équations ont été proposées, certaines sont plus précises et plus complexes que d'autres. À ce jour, il n'existe pas de critère universellement applicable ou de méthodologie « d'excellence » pour l'évaluation de la composition corporelle. Chacune de ces méthodes doit, dans l'idéal, être réalisée par un professionnel de la santé ou du sport.

Cependant, pour des raisons financières et d'accessibilité, les méthodes de terrain, dont les données brutes sont des substituts de la composition corporelle, restent les plus utilisées.

Les athlètes sont souvent soumis à des mesures de la graisse corporelle pour pouvoir déterminer leur état de santé et leur niveau de forme physique. Le poids à lui seul n'est pas un indicateur formel. L'IMC (indice de masse corporelle), très souvent utilisé, n'est pas aussi précis que le taux de graisse corporelle. Cependant, pour y parvenir il est possible d'utiliser la technique de mesure des plis cutanés (plus rapide et moins coûteuse), qui consiste à mesurer à l'aide d'une pince à plis, l'épaisseur des plis cutanés à différents endroits du corps. C'est cette technique aux normes anthropométriques internationales de mesure relative à la Société internationale pour l'avancement de la kinanthropométrie (ISAK) que nous allons détailler dans cet article.

1. Méthodes d'estimation de la masse grasse

1.1. Les méthodes de référence (Directes)

1.1.1. La méthode de dissection des cadavres

L'analyse de la composition corporelle de l'être humain est unique en ce sens que les mesures validées ne peuvent être déterminées que par la dissection du cadavre. Même ainsi, cette approche a plusieurs limites. Parmi elles, le temps, le coût et l'utilisation des cadavres qui est une barrière éthique incontournable.

Les résultats de l'étude Bruxelloise des Cadavres ont été utilisés pour tester plusieurs hypothèses liées à la méthode anthropométrique de l'analyse de la composition corporelle.

Puisque la méthode de dissection des cadavres ne peut être utilisée pour l'analyse individuelle, les praticiens se sont tournés vers d'autres méthodes d'estimation de la composition corporelle (Ackland & al., 2012)

1.1.2. La méthode des multi-composants.

La meilleure méthode de référence pour l'estimation de la graisse corporelle est la méthode des modèles multi-composants. Le taux d'erreur estimé est de l'ordre de 1 à 2%. Des modèles complexes à 6, 5, 4 et 3 composants sont disponibles pour l'estimation de la graisse corporelle (Wang, Shen & Wethers, 2005). Le modèle à 4 composants utilisant la densité corporelle, l'eau corporelle et les minéraux osseux est la méthode la plus utilisée et est, à l'heure actuelle, la principale méthode de référence pour la composition corporelle.

Wang & al, (2005) ont présenté 13 différentes équations de la méthode à 4 composants pour l'estimation de la masse grasse.

1.1.3. La méthode d'imagerie médicale (IRM et tomographie ou scanner).

Technique permettant de mesurer la graisse viscérale. Elle suppose la rotation d'un tube à rayons X autour du sujet. L'exposition aux rayons est faible mais non nulle, (Figueroa-Colon, 1998).

Ces méthodes sont précises mais complexes et nécessitent un matériel trop coûteux et sophistiqué, ce qui limite leur utilisation courante ou en épidémiologie, (INSERM Expertise collective, 2000.)

1.2. Les méthodes de laboratoire.

1.2.1. Absorptiométrie (Dual Energy X-ray Absorptiometry).

Cette technique utilise la mesure de l'absorption différentielle de photons. Elle identifie les masses maigres, grasse et osseuse et obtient des résultats fiables avec une bonne sensibilité. L'irradiation qu'elle implique est faible. Toutefois la méthode est onéreuse et ne permet pas de différencier le tissu adipeux abdominal, viscéral et sous-cutané. C'est une technique largement utilisée chez les enfants et les adolescents, (Harsha & Bray, 1996.).

L'utilisation de la DXA pour les sportifs a plusieurs avantages, par rapport aux autres méthodes de références et de laboratoires, entre autre sa rapidité et sa conformité. Néanmoins, il faut signaler quelques limites de la technique chez les personnes obèses (au-delà de 120 kg), ainsi que les personnes petites ou de grande taille (Ackland & al., 2012).

1.2.2. Pesée hydrostatique.

Cette technique est basée sur le principe d'Archimède, elle a pour but de mesurer la densité corporelle en assignant une densité fixe au tissu adipeux et à la masse maigre. Le volume résiduel pulmonaire et les gaz sont évalués, après expiration forcée. Cette technique est quasi inutilisable chez l'enfant, (Keller & Thomas, 1995).

Par ailleurs, une tenue vestimentaire appropriée est recommandée afin de diminuer le taux d'erreur estimé lors de l'évaluation de la masse grasse (Peeters & Claessens, 2011).

1.2.3. Mesure par dilution isotopique

Cette méthode sans risque se réalise en ingérant de l'eau marquée aux isotopes stables ($^2\text{H}18\text{O}$) ou à d'autres substances non isotopiques (urée,

bromure). La masse maigre est calculée selon la formule suivante : volume d'eau / 0,732, ce qui permet ensuite de déduire par soustraction à la masse corporelle, la masse grasse. Le coefficient de variation de cette méthode est de 1 à 3% et la précision est d'environ 3%. Cette méthode n'est bien sûr pas réalisable en pratique courante du fait de son coût et de sa complexité, elle reste cependant une technique fiable utilisée en recherche, (Keller & Thomas, 1995)

1.2.4. Ultrasonographi

La technique a pour principe d'envoyer des faisceaux d'ultrasons qui seront réfléchis aux différentes interfaces. C'est une technique intéressante pour la mesure de l'épaisseur de la graisse sous-cutanée. Son avantage c'est d'être simple, sensible et utilisable pour les enfants, (Watanabe & Kawaguchi, 1997).

1.2.5. Photonic scanning tri-dimensionnelle

L'utilisation de cette méthode s'est développée durant ces trois dernières décennies en utilisant la technique des ondes. Ceci a contribué à la recherche épidémiologique, et plus récemment dans les sciences du sport (Ackland & al., 2012)

Pour un BMI identique, cette technique a montré la différence entre les hommes et les femmes, et a déterminé l'effet de l'âge sur différentes formes pour une taille donnée, qui permet de montrer le contraste des formes selon les différentes ethnies (Ackland & al., 2012)

1.3. Les méthodes de terrain.

1.3.1. Impédancemétrie.

Cette méthode basée sur la mesure de la résistance du corps à un courant de faible intensité est d'un coût relativement modéré, simple à mettre en œuvre, faisable en toute circonstance et reproductible. L'impédancemétrie permet de mesurer l'eau extracellulaire et totale afin de déduire la masse non grasse par soustraction de la masse grasse à la masse corporelle. Mais les résultats ne sont pas cohérents lors d'obésités sévères et fluctuent très nettement avec les variations hydro sodées et la géométrie du corps (Frelut, 2002).

1.3.2. Indice de Quételet ou Indice de Masse Corporelle

L'indice de Masse Corporelle (IMC) a été créé par un statisticien et sociologue belge du XIXème siècle.

Il est calculé selon le rapport poids / taille² avec une unité en kg/m². Il est constant pour des individus de même âge, de même sexe et de même constitution.

L'obésité infantile est définie actuellement de façon consensuelle sur le plan national et international à partir de l'IMC, (Dubot-Guais, 2005).

L'IMC est relativement bien corrélé à la masse grasse chez l'adulte, avec des coefficients de détermination compris entre 0.60 et 0.80 en fonction du sexe, de l'âge et de l'origine ethnique, (Gallagher & al., 1996). D'autres paramètres cliniques sont des marqueurs au moins aussi performants de la masse grasse chez l'adulte. Ainsi, une étude chez plus de 1000 sujets, dont des obèses, a montré que la masse grasse était prédite de façon optimale par le rapport poids/taille, alors que le pourcentage de masse grasse était prédit de façon optimale par le rapport poids/taille, (Larsson, Lindroos, Naslund, Sjostrom & Sjostrom, 2006)

Chez l'adulte à partir de 18 ans, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) définit le surpoids comme un IMC égal ou supérieur à 25 et l'obésité comme un IMC égal ou supérieur à 30, quel que soit le sexe et l'âge. Ces limites doivent

être interprétées avec précaution dans un certain nombre de cas (sportifs, femmes enceintes...).

D'autres paramètres anthropométriques peuvent être utilisés pour définir le surpoids chez l'adulte, notamment le rapport tour de taille/tour de hanche, (Akpınar, Bashan, Bozdemir & Saatci, 2007) ou le tour de taille seul, (Wang & Zhang, 2006), qui semblent au moins aussi bien corrélés à la masse grasse ou au pourcentage de masse grasse que l'IMC.

Chez l'enfant, les corrélations observées entre l'IMC et la masse grasse dépendent de l'âge, du sexe et du stade pubertaire, (Eisenmann, Heelann & Welk, 2004). Des études ont démontré que la sensibilité de l'IMC est dans certains cas insuffisante pour diagnostiquer avec précision le surpoids ou l'obésité (Zimmermann, Gubeli, Püntener & Molinari, 2004) chez l'enfant pré-pubère.

1.3.3. Mesure des plis cutanés

La mesure du pli cutané évalue l'épaisseur de la graisse sous-cutanée. Cette technique, plus souvent réalisée car plus simple, utilise une pince à plis de type Harpenden ou Lange, dont les extrémités courbées des branches évaluent avec une pression constante de 10 g/mm². Elle détermine alors un pli cutané en millimètres (mm) qui est lu indirectement sur un cadran dont la précision est de l'ordre du 0,2 mm (ISAK, 2001.).

Les normes anthropométriques internationales de mesure des plis cutanés que nous allons détailler ci-après sont celles de la Société internationale pour l'avancement de la kinanthropométrie (ISAK).

2. Techniques de mesures des plis cutanés

De toutes les surfaces de mesure en anthropométrie, les plis cutanés ont les précisions les plus faibles. Par conséquent, un grand soin est nécessaire.

- Avant de mesurer, assurez-vous que l'épaisseur du pli cutané mesure avec précision la distance entre le centre de ses faces de contact en utilisant les lames courtes du pied à coulisses. Si possible, l'expérimentateur doit vérifier que la tension des mâchoires reste constante tout au long de la mesure. Un balayage complet de l'aiguille est de 20 mm et cela se reflète sur la petite échelle sur la face de la pince Harpenden. Avant d'utiliser la pince, assurez-vous que l'aiguille est sur zéro.

- Le site du pli cutané doit être soigneusement localisé en utilisant les bons repères anatomiques. Marquer la peau avec un feutre à pointe fine ou un stylo dermatographique pour tous les repères de plis cutanés minimise les erreurs de localisation pour les mesures répétées. Il a été démontré que les épaisseurs des plis cutanés varient en moyenne de 2 à 3 mm lorsque la pince à plis était placée à 2,5 cm du bon site. L'emplacement inexact des sites de plis cutanés s'est également avéré être la plus grande source d'erreur parmi les chercheurs (Ruiz, Colley, & Hamilton, 1971.)

- Le pli cutané est prélevé sur la ligne marquée. Il doit être saisi et soulevé de sorte qu'un double pli de peau plus le tissu adipeux sous-cutané sous-jacent est tenu entre le pouce et l'index de la main gauche. Le bord proche du pouce et du doigt est aligné avec le site marqué. Le dos de la main doit être face à l'anthropométriste. Il faut prendre soin de ne pas incorporer de tissu musculaire sous-jacent à la saisie. Afin d'éliminer les muscles, le pouce et l'index roulent légèrement le pli, assurant ainsi une meilleure prise. Si une difficulté est

rencontrée, le sujet doit se contracter puis relâcher le muscle jusqu'à ce que l'expérimentateur soit sûr que seule la peau et le tissu sous-cutané sont à portée de main. Puisqu'un double pli cutané (derme) est également mesuré, une certaine variabilité peut être attribuée aux variations de l'épaisseur de la peau à différents endroits du corps et entre différentes personnes (Martin, Ross, Drinkwater & Clarys, 1985). Même si l'épaisseur de la peau diminue avec l'âge (en raison des changements dans la structure du collagène), cela ne devrait pas être considéré comme une variable importante pour la détection avec les pinces à plis.

- Le bord le plus proche des faces de contact de la pince à plis est appliqué à 1 cm du bord du pouce et de l'index. Si la pince est placée trop profonde ou trop superficielle, des valeurs incorrectes peuvent être enregistrées. À titre indicatif, la pince doit être placée à une profondeur d'environ un demi-ongle. La pratique est également nécessaire pour s'assurer que la même valeur du pli cutané est saisie au même endroit pour des mesures répétées.

- La pince est maintenue à 90 ° de la surface du site des plis cutanés en tout temps. Si les mâchoires de la pince glissent ou sont mal alignées, la distance enregistrée peut être inexacte. L'anthropométriste doit s'assurer que la main qui saisit la peau conserve le pli pendant que la pince est en contact avec la peau.

- La mesure est enregistrée deux secondes après l'application de la pleine pression de la pince à plis (Kramer & Ulmer, 1981). Il est important que l'anthropométriste s'assure que les doigts qui reposent sur la détente de la pince n'empêchent pas l'application de la pleine pression. Dans le cas de grands plis cutanés, l'aiguille peut encore bouger, mais la mesure est néanmoins enregistrée à ce moment. Cette standardisation est nécessaire puisque le tissu adipeux est compressible (Martin & al., 1985). Un temps d'enregistrement constant permet des comparaisons test / retest tout en contrôlant la compressibilité du pli cutané.

- Comme pour les autres mesures, les sites des plis cutanés doivent être mesurés successivement pour éviter les erreurs de l'expérimentateur. C'est-à-dire qu'un ensemble de données complet est obtenu avant de répéter les mesures pour la deuxième et ensuite la troisième fois. Cela peut également aider à réduire les effets de la compressibilité du pli cutané. Ils doivent être mesurés dans le même ordre que celui indiqué sur le protocole afin que l'assistant soit familiarisé avec cet ordre et que les erreurs soient réduites au minimum. (Note: Si les mesures successives du pli cutané deviennent plus petites, le tissu adipeux est probablement comprimé lorsque la teneur en fluide intracellulaire et extracellulaire diminue progressivement, ce qui se produit le plus souvent chez les sujets obèses. Dans ce cas précis, l'anthropométriste doit passer à la mesure du pli suivant, puis revenir au site original après plusieurs minutes).

- Les mesures des plis cutanés ne doivent pas être prises après l'entraînement ou la compétition, le sauna, la natation ou la douche, car l'exercice, l'eau chaude et la chaleur produisent une hyperthermie (augmentation du débit sanguin) avec augmentation concomitante de l'épaisseur du pli cutané. De plus, (Consolazio, Johnson & Pecora, 1963), ont suggéré que la déshydratation augmente l'épaisseur du pli cutané en raison des changements dans la turgescence ou la tension de la peau. Cependant, une étude plus récente (Norton & al., 2000) a échoué à trouver des différences entre les plis cutanés pris avant et après une déshydratation modérée induite par la chaleur et / ou l'exercice.

Références bibliographiques.

- Ackland, T., Lohman, T., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R., Meyer, N., Stewart, A., & Muller. (2012). *Status of Body Composition Assessment in Sport*. Sports Med.
- Akpinar, p., Bashan, I., Bozdemir, N., & Saatci, E. (2007). *Which is the best anthropometric technique to identify obesity: body mass index, waist circumference or waist-hip ratio?* Coll Antropol 31.
- Consolazio, C. F., Johnson, R. E., & Pecora, L. J. (1963). *Physiological measurements of metabolic function in man*. London, McGraw-Hill, 303.
- Dubot-Guais, P. (2005). Thèse de Doctorat en médecine. *La prévention de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent*. Faculté mixte de médecine et de pharmacie de Rouen: Faculté mixte de médecine.
- Eisenmann, J. C., Heelann, K. A., Welk, G., & j. (2004). *Assessing Body Composition among 3- to 8-Year-Old Children: Anthropometry, BIA, and DXA*. Obesity Res 12.
- Figuroa-Colon, R. M. (1998). *Variability of abdominal adipose tissue measurements using computed tomography in prepubertal girls*. Relat. Metab. Disord.
- Frelut, M. (2002). *obésité de l'enfant et de l'adolescent*. France; encyclopédie pratique de médecine.
- Gallagher, D., Visser, M., Sepulveda, D., Pierson, R. N., Harris, & T Heymsfield, S. B. (1996). *How Useful Is Body Mass Index for Comparison of Body Fatness across Age, Sex, and Ethnic Groups?* Am. J. Epidemiol.
- Harsha, D., & BRAY, G. A. (1996). *Body composition and childhood obesity*. Endocrinol Metab Clin.
- INSERM Expertise collective. (2000). *obésité dépistage et prévention chez l'enfant*. France; INSERM.
- ISAK. (2001). *International Standards for Anthropometric Assessment*. Australia; ISAK.
- Kanda, A., WATANABE, Y., & KAWAGUCHI. (1997). *Estimation of obesity in school children by measuring skinfold thickness*. Public. Health.
- Keller, C., & Thomas, K. (1995). *measurement of body fat and fat distribution*. Nurs, 3.
- Kramer, H. J., & Ulmer, H. V. (1981). *Two second standardization of the Harpenden caliper*. European Journal of Applied Physiology.
- Larsson, j. H., Lindroos, A. K., Naslund, I., Sjostrom, C. D., & Sjostrom, L. (2006). *Optimized predictions of absolute and relative amounts of body fat from weight, height, other anthropometric predictors, and age*. Am J Clin Nutr 83.
- Martin, A. D., Ross, W. D., Drinkwater, D. T., & Clarys, J. P. (1985). *Prediction of body fat by skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence*. International Journal of Obesity.
- Nattiv A, Loucks AB, Manore MM et al (2007). *The female athlete triad special communications: position stand*. Med Sci Sports Exerc; 39 (10): 1867-82
- Norton, K., Marfell-Jones, M., Whittingham, N., Kerr, D., Carter, L., Saddington, K., & Gore, C. (2000). *Anthropometric assessment protocols*. In C. Gore (Ed.). *Physiological tests for elite athletes* Champaign. Human Kinetics, 66-85.
- Peeters, M., & Claessens, A. (2011). *Effect of different swim caps on the assessment of body volume and percentage body fat by air displacement plethysmography*. A. J Sports Sci.
- Ruiz, L., Colley, J. R., & Hamilton, P. J. (1971). *Measurement of triceps skinfold thickness An investigation of sources of variation*. British Journal of Preventive and Social Medicine.
- Sundgot-Borgen J, Torstveit MK (2010). *Aspects of disordered eating continuum in elite high-intensity sports*. Scand J Med Sci Sports; 20: 112-21

- Wang, Y., & Zhang, Q. (2006,). *Are American children and adolescents of low socioeconomic status at increased risk of obesity? Changes in the association between overweight and family income between 1971 and 2002.* Am J Clin Nutr;84,.
- Wang, Z., Shen, W., & wethers, R. (2005). *Human body composition.* Human Kinetics.
- Zimmermann, M. B., Gubeli, C., Puntener, C., & Molinari, L. (2004,). Detection of overweight and obesity in a national sample of 6-12-y-old Swiss children: accuracy and validity of reference values for body mass index from the US Centers for Disease Control and Prevention. *the International Obesity Task Force. Am J Clin.*