

# Corrélation entre paramètres anthropométriques, amplitude des bras, vitesse de nage, distance parcourue par cycle de bras et indice de nage

Benyelles Abdellatif \*

## Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer la relation entre des paramètres anthropométriques, l'amplitude des bras, la vitesse de nage et la distance parcourue par cycle de bras des jeunes nageurs algériens âgés de 12 à 14 ans. Un groupe de 12 nageurs a participé à cette étude. Les nageurs sont tous membres de l'équipe nationale d'Algérie. Chaque nageur a effectué un test de vitesse sur 10m en crawl. Les résultats indiquent l'existence de corrélations significatives entre quelques paramètres anthropométriques et aussi entre les tests physiques, notamment entre 10m et l'amplitude ( $r = 0,84$ ), indice de nage et cycle de bras ( $r = -0,97$ ) et l'amplitude et le temps sur 10m ( $r = 0,70$ ). En somme, les corrélations significatives concernent 17 paramètres anthropométriques sur les 49 mesurés; la distance parcourue par cycle de bras DPC, la vitesse moyenne, l'amplitude et l'indice de nage. Par contre il n'existe pas de lien significatif entre ces paramètres et la fréquence.

Mots clés. Indice de nage, indice d'endurance, paramètres anthropométriques et rendement mécanique. Abstract: Relationship between anthropometric parameters, arms amplitude, swimming speed, distance covered per arm cycle and swimming index. The aim of this study is to determine the relationship between anthropometric parameters, arms, amplitude, swimming speed and covered distance per arm cycle, among young Algerian swimmers aged of 12, 13 and 14 years old. A group of young swimmers participated to this study. Swimmers are all members of Algerian national team. Each swimmer has done a speed test on 10m crawl. The results indicate the existence of significant correlations between anthropometric parameters, and physical testing, notably between 10m and amplitude ( $r = 0.84$ ), swimming index and arm cycle ( $r = -0.97$ ), and amplitude and time on 10m ( $r = 0.70$ ). In sum, the significant correlations concern 17 anthropometric parameters out of the ones 49 measured, the covered distance by arm cycle (DPC), average speed, and amplitude, and swimming index. On the other side, there is no significant relationship between these parameters and frequency.

**Keyword:** Swimming index, endurance index, anthropometric parameters, mechanical efficiency.

## المخلص:

الارتباطات بين المؤشرات الانثروبومترية، سعة الذراعين سرعة السباحة، المسافة المقطوعة لكل دورة الذراعين و مؤشر السباحة، ان الهدف من هذه الدراسة هو تحديد العلاقة بين المؤشرات الانثروبومترية، سعة الذراعين، سرعة السباحة، المسافة المقطوعة لكل دورة الذراعين و مؤشر السباحة لدى سباحين جزائريين ذوي سن 12 الى 14 سنة، ولقد ساهم في هذه الدراسة 12 سباح كلهم اعضاء في المنتخب الوطني، ولقد قام كل سباح باختبار السرعة على 10 امتار سباحة حرة. و اسفرت النتائج على وجود ارتباطات ذات دلالة احصائية بين بعض المؤشرات الانثروبومترية و الاختبارات البدنية، و خصوصا بين السرعة في 10م و السعة ( $r = 0.84$ ) بين مؤشر السباحة وعدد دورات اليدين ( $r = -0.97$ ) بين السعة والزمن في 10م، في المجموع تخص الارتباطات 17 مؤشر انثروبومتري من 49 مؤشر تم تحديده مع المسافة المقطوعة بدورة للذراعين والسرعة المتوسطة والسعة ومؤشر السباحة، في ما انه بالعكس لا توجد ارتباطات ذات دلالة احصائية بين هذه المؤشرات والتواتر.

\* Equipe de Recherche Caractéristiques Anthropométriques des Enfants du Sud, Laboratoire Etude et Recherche en STAPS, Université MedKhideh, Biskra. benyellesabdellatif@gmail.com

**الكلمات الدالة :** مؤشر السباحة ، مؤشر المتداومة، المؤشرات الاثربومترية ، المردود الميكانيكي.

## INTRODUCTION

Parmi les problématiques qui suscitent l'intérêt de nombreux chercheurs dans le domaine de la natation, l'influence des caractéristiques morphologiques (Chatard et al, 1987 ; Zamparolo et al, 2000) de la technique de nage (Zamparolo et al, 1996), du coût énergétique de la nage (Chatard et al, 1991) sur la performance, ainsi que celle des aspects physiologiques et biomécanique de la natation (Holmer, 1979 ; Lavoie et Montpetit, 1986) a déjà été établie.

Ces contraintes auxquelles le nageur fait face, entre autre, les caractéristiques anthropométriques, les réserves énergétiques et autres (Durand, 1992) concernent les populations de nageurs adultes et jeunes.

Du point de vue morphologique, la taille, l'envergure et le poids du sujet sont des facteurs très déterminants de la performance en natation, (Cazorla, Montpetit, Fouillot et Cervetti, 1985 ; Chatard, Padilla, Cazorla et Lacour, 1987 ; Pelayo, 1987). Une performance caractérisée par la vitesse (m/s) qui permet de réaliser un temps (secondes) donné et qui dépend du rendement mécanique, c. à d. la fréquence de cycle de bras (en cycle par min) et de la distance parcourue par cycle de bras (DPC en m/cycle) (Chollet, 1990, Craig et Pendergast, 1980, Craig, Skehan, Paweiczyc et Boomer, 1985, Toussaint et Beek, 1992). L'autre aspect qui ne manque pas d'intérêt consiste en la relation, niveau de pratique, coût énergétique et indice de nage, ce dernier étant le produit de la vitesse et l'amplitude (Costill, Kovalski, Porter, Kirwan, Fielding et King, 1985 ; Chollet, 1990; Pelayo, Chollet et Toumy, 1992), illustre le rendement mécanique global de la natation (Craig et al, 1979, Lavoie et al, 1986) c.à.d. l'importance des mouvements de bras dans la propulsion en natation (Costill et al., 1985 ; Counsilman, 1968). Cependant les membres inférieurs ne servent qu'au maintien du corps du nageur dans une meilleure position, excepté en brasse (70 % de la propulsion) (Chollet, 1990).

Dans la présente étude nous avons inclut le volet anthropométrique et indice de nageaux autres paramètres (amplitude des bras, vitesse de nage et distance parcourue par cycle de bras) déjà étudiés ensemble (par qui, quand), d'une part afin de déterminer la relation entre cette panoplie de paramètres qui font le rendement mécanique de la nage, et d'autre part pour mieux entreprendre et améliorer les conditions de l'entraînement des jeunes nageurs en vue d'une meilleure performance.

### **\_ Matériel et méthodes**

#### **\_ Echantillon :**

Notre échantillon est un groupe de 12 nageurs, tous membres de l'équipe nationale d'Algérie de natation âgés de  $12,91 \pm 0,76$  ans, s'entraînant de 5 à 9 séances / semaine à raison de 2 heures par séance et ayant  $7,58 \pm 0,75$  ans d'expérience.

1.2. Matériel : Une valise anthropométrique et un chronomètre.

1.3. Protocole

1.3.1. Mesures anthropométriques : Conformément aux techniques décrites par Ross et al, (2003) et International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK), les mesures anthropométriques effectuées sont au nombre de 39 : 10 longueurs, 10 diamètres, 11 circonférences et 08 plis cutanés.

1.3.2. Test physiques : Nous avons procédé à un test de vitesse sur 10 mètres en crawl, sur lequel étaient relevés les indices suivants : le temps (seconde), les cycles de bras, la vitesse moyenne (m.s<sup>-1</sup>) la fréquence (cycle/min) , DPC (vitesse/fréquence), amplitude (m/cycle) et indice de nage (m<sup>2</sup>/s<sup>-1</sup>/cycle). Le test s'est effectué selon le protocole décrit par Sturbois et al., (1991).

1.4. Technique statistique : Nous avons utilisé la statistique descriptive à travers la moyenne et l'écart type et la statistique analytique via la corrélation de Pearson, les valeurs significatives étant celles correspondant à  $r > 0,576$  pour  $p < 0,05$  et  $ddl = n - 2 = 10$ .

## Résultats

Nous avons présentés les résultats significatifs dans des tableaux comprenant d'une part, les paramètres anthropométriques avec les tests physiques et d'autre part, les corrélations entre les tests physiques. Les paramètres anthropométriques sont au nombre de 39 caractères et sont corrélés avec les tests physiques.

Les paramètres physiques sont les variantes du test de 10m nagé à vitesse maximale, les cycles de bras, la vitesse moyenne, la fréquence, DPC, l'amplitude et l'indice de nage qui est le produit de la vitesse et l'amplitude.

Corrélations des paramètres anthropométriques et des tests physiques

Sur les 49 caractères anthropométriques mesurés nous avons relevé 17 paramètres présentant de fortes corrélations avec seulement quatre indices moteurs. Les coefficients de corrélations significatifs sont mentionnés en gras sur les tableaux ci dessous.

	Poids
Temps sur 10m	<b>- 0,86</b>
Amplitude	<b>- 0,95</b>

Nous observons de fortes corrélations entre le poids du corps avec le temps de nage sur 10m ( $r = -0,86$ ) et l'amplitude des bras ( $r = -0,95$ ).

	Stature	TA	LT	LMS	LM	LMI	LP
Temps sur 10m	<b>-0,74</b>	<b>-0,76</b>	<b>-0,70</b>	<b>-0,57</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,64</b>	<b>-0,56</b>
Amplitude	<b>-0,78</b>	<b>-0,67</b>	<b>-0,70</b>	<b>-0,72</b>	<b>-0,41</b>	<b>-0,75</b>	<b>-0,57</b>
Indice de nage	<b>-0,34</b>	<b>-0,14</b>	<b>-0,13</b>	<b>-0,33</b>	<b>-0,73</b>	<b>-0,43</b>	<b>-0,80</b>

TA : Taille assise, LT : Longueur du Thorax, LMS : Longueur du membre supérieur, LMI : Longueur du membre inférieur, LP : Longueur pied

Le temps des 10m est fortement corrélé avec la stature ( $r = -0,74$ ), la taille assise ( $r = -0,76$ ), le tronc ( $r = -0,70$ ) et LMI ( $r = -0,64$ ). L'amplitude des bras avec la stature ( $r = -0,78$ ), la taille assise ( $r = -0,67$ ), le tronc ( $r = -0,70$ ), la LMS ( $r = -0,72$ ) et LMI ( $r = -0,75$ ). L'indice de nage avec la main ( $r = -0,73$ ) et le pied ( $r = -0,80$ ).

	Biacromial	Huméral	Fémoral
Temps sur 10m	<b>-0,31</b>	<b>-0,91</b>	<b>-0,60</b>
Vmoy m/s	<b>0,05</b>	<b>0,46</b>	<b>0,999</b>
DPC v/fhz	<b>0,63</b>	<b>0,25</b>	<b>0,22</b>
Amplitude	<b>-0,49</b>	<b>-0,77</b>	<b>-0,49</b>

Le temps des 10m est corrélé significativement et négativement avec les diamètres huméral et fémoral ( $r = -0,91$  et  $r = -0,60$  respectivement). La vitesse moyenne est corrélée quasi parfaitement ( $r = -0,99$ ) avec le diamètre fémoral. La distance parcourue par cycle est quant à elle corrélée le diamètre biacromial ( $r = 0,63$ ). Enfin, l'amplitude des bras est corrélée négativement avec le diamètre de l'humérus ( $r = -0,77$ ).

L'analyse de corrélation des paramètres cinématiques avec les circonférences a donné les résultats indiqués au tableau 4.

	ThxInsp	ThxExp	BrasContracté	Périm.Jambe
Temps.10m	■0,84	■0,93	■0,80	■0,49
Fhz cycle/mn	0,59	0,54	0,50	0,17
Amplitude	■0,99	■0,95	■0,90	■0,62
Indice nage	■0,44	■0,44	■0,62	■0,76
Thx.Insp : Thorax inspiration, Thx.Exp : Thorax expiration, Périm.: périmètre				

Le temps des 10m est fortement corrélé négativement avec les circonférences du thorax en inspiration ( $r = -0,84$ ) et en expiration ( $r = -0,93$ ) ainsi qu'avec le bras contracté ( $r = -0,80$ ). La fréquence des cycles de bras n'est corrélée qu'avec le thorax en inspiration ( $r = 0,59$ ). En outre, l'amplitude des bras est fortement corrélée avec le thorax en inspiration ( $r = -0,99$ ), le thorax en expiration ( $r = -0,95$ ), le bras contracté ( $r = -0,90$ ) et la jambe ( $r = -0,62$ ). Enfin, l'indice de nage est lié avec la circonférence du bras contracté ( $r = -0,62$ ) et de la jambe ( $r = -0,76$ ).

	SousScapulaire	PliBicipital
Temps10m	■0,61	■0,05
Vmoy m/s	■0,47	■0,63
Amplitude	■0,64	■0,09

Le pli cutané sous scapulaire est corrélé avec le temps des 10m ( $r = -0,61$ ) et l'amplitude des mouvements de bras ( $r = -0,64$ ), par contre avec le pli bicipital il n'existe qu'une seule corrélation ( $r = -0,63$ ) avec la vitesse moyenne de nage.

## 2.1. Corrélations entre les tests physiques

	Temps10m	Cycle.Bras.10m
Vmoy m/s	0,60	0,24
DPC v/fhz	■0,35	■0,97
Amplitude	0,84	0,34

Le temps des 10m est corrélé négativement avec la vitesse moyenne ( $r = 0,60$ ) et l'amplitude des bras ( $r = 0,84$ ). Par ailleurs, il existe une corrélation négative significative et négative entre les cycles des bras et la DPC ( $r = -0,97$ ).

### Discussion :

Corrélations entre les paramètres anthropométriques et les tests physiques. Les indices moteurs représentés par le temps sur 10m, la fréquence de nage, l'amplitude des bras et l'indice de nage, sont corrélés d'une manière inversement proportionnelle avec les paramètres anthropométriques, c.à.d. plus importants sont ces paramètres et plus réduits sont le temps mis pour parcourir une distance et les cycles de bras effectués lors de la nage. Or dans une étude Saavedra et al.(2010) montrent que plus l'envergure des bras du nageur est grande plus il est efficace dans sa nage, ce qui explique la relation inverse entre l'amplitude et la longueur du membre supérieur ( $r = -0,72$ ) chez nos nageurs, étant donné que l'amplitude est le rapport entre distance de nage et cycles de bras. Nos résultats sont quasiment similaires à ceux de l'étude de Chatard, Cazorla & Montpetit (1985), montrant des corrélations entre la performance et les données anthropométriques.

### Corrélations entre les tests physiques.

Pendant la croissance, la vitesse gestuelle maximale contre une résistance faible comme, par exemple, un segment corporel augmente progressivement (Van Praagh, 2008), ce fait explique la relation significative ( $r = 0,60$ ) entre la vitesse moyenne et le temps du test des 10m dans notre étude.

La relation DPC avec les cycles de bras semble être inversement proportionnelle ( $r = -0,97$ ) c.à.d.

plus grande est la DPC et moins le nombre de cycles de bras est petit et l'atteinte de grandes vitesses ne se fait qu'avec une hausse des fréquences (Adams 11, Martin, Yeater et Gilson, 1984 ; Craig et Pendergast, 1980;Swimming/Natation Canada, 1993). Dans ce sens, plus grande est la DPC et plus importante est la distance à parcourir en compétition (Colwin, 1992).

La corrélation significative observée entre l'amplitude et la vitesse de nage sur 10m, explique le fait que plus grande est l'amplitude et meilleur est le temps mis pour parcourir les 10m, d'autant plus que d'autres études ont observé ces corrélations, entre l'amplitude, la fréquence et la performance (Craig &Pendergast, 1979 ; East, 1970 ; Hay, 2002).

L'indice de nage caractérise le niveau de pratique (Costill, Kovaleski, Porter, Kirwan, Fielding et King, 1985 ; Chollet, 1990; Pelayo, Chollet et Toumy, 1992). Dans notre étude nous avons relevé des corrélations significatives et négatives entre cet indice et les longueurs de la main et pied, les circonférences du bras contracté et de la jambe, la détente et la coulée ventrale. Etant donné que l'indice de nage est le produit de la vitesse et l'amplitude(m<sup>2</sup>/s/cycle), il est tout à fait logique que la relation soit décroissante c.à.d. plus importants sont les valeurs de ces indices et moindre est le temps mis pour parcourir la distance.

La fréquence des mouvements de bras (cycle/min) ne présente aucune corrélation avec les autres indices, ce qui peut être expliqué par le fait que les jeunes nageurs ont des vitesses minimales faibles et leurs oscillations de vitesse instantanée s'en trouvent augmentées (Motycka, 1979). Ceci peut probablement affecter la technique utilisée lors de ce type de test et engendrer une baisse de la DPC ainsi que la vitesse de nage. Dans ce contexte Boomer (1985), Chollet (1990), Craig et Pendergast (1980), Craig, Skehan, Pawelczyk et Toussaint et Beek (1992), confirment que la vitesse moyenne maximale (en m/s) de chaque épreuve dépend de plusieurs paramètres, entre autres, de la distance parcourue par cycle de bras.

1. Adams II, T.A., Martin, R.B., Yeater, R.A., et Gilson, K.A., (1984). Tethered force and velocity relationships. *Swimming technique*, 20 (3), 21 - 26.
2. Cazorla, G., Montpetit, R., Fouillot, J.P. & Cervetti, J.P. (1985). Étude méthodologique de la mesure directe de la consommation maximale d'oxygène au cours de la nage. *Cinésiologie*, 21 - 33. 40.
3. Chatard, J.C., Lavoie, J.M., Lacour, J.R. (1991). Energy cost of front - crawl swimming in women. *European Journal of applied physiology*, 63, 12 - 16.
4. Colwin, C.M. (1992). *Swimming into the 21st Century*. Champaign, Illinois: Leisure Press.
5. Costill, D.L., Kovaleski, J., Porter, D., Kinvan, J., Fielding, R., & King D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 6 (5), 266 - 270.
6. Craig, B.A. Jr , Skahan, P.L., Pawelczyk, J.A. & Boomer, W.L. (1985). Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine Science of Sports and Exercise*, 17, (6), 625 - 634.
7. Craig, B.A., Pendergast, D. R. (1980). Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. *Swimming technique*, 17, 23 - 29.
8. Craig, B.A., Pendergast, D. R. Relationships of stroke rate, stroke length and velocity in competitive swimming. *Medicine Science of Sports and Exercise*, 11, 278-283.
9. Duché, P., Fralgairette, G., Bedu, M., Lac, G. Robert, A. & Coudert, J. (1993). Analysis of performance of prepubertal swimmers assessed from anthropometric and bio - energetic characteristics. *European Journal of Applied Physiology*, 6 (6), 467 - 471.
10. Durant, M. (1992). L'optimisation de la performance: Etude des tâches constituant une solution optimale. *STAPS*, 27, 7 - 19.
11. East, D.J. (1970). Swimming: An analysis of stroke frequency, stroke length and performance. *New Zealand Journal of Health, Physical Education and Recreation*, 3, 16 - 27.
12. Hay, J.G. (2002). Cycle rate, length and speed of progression in human locomotion. *Journal of Applied Biomechanics*, 8, 257 - 270.
13. Holmer, I. (1979). Physiology of swimming man. *Exercise and sports science reviews*: 7, 87 - 121.
14. Lavoie, J. M Monpetit, R.R. (1986) *Applied physiology of swimming*. *Sports Medicine*, 3, 165 - 189.
15. Motycka, J. (1979). *Analys of swimming technique*. *Tréner*, 4, 178 - 180.
16. Pelayo, P. (1997). La vitesse de nage : une histoire de tempo. *Toute la natation*, 8, 20
17. Pelayo . Chollet, D., et Toumy, C. (1992). *Etude Biomécanique de la natation*. *Sport et vie*, 8, 80.
18. Ross, W.D., Carr, R., Guelke, J.M., & Carter, J.E.L. (2003). ISAK. *Standards International Society for the*

- Advancement of Kinanthropometry, Rosscraft / Turnpike Electronics Publication, compact disc.
19. Saavedra, J.M., Escalante, Y. & Rodríguez, FA.(2010). A multivariate analysis of performance in young swimmers. *PediatrExercSci*, 22(1) : pp. 135-51.
  20. Sturbois, X., Francaux, M., Brisys, V., De Caritat, AK. & Sturbois, G. (1991). Évaluation des jeunes nageurs belges francophones. Elsevier. *Science & Sports*, 73-83. Paris.
  21. Swimming/Natation Canada. (1993). *Swimming strategic plan 1993-1998*. Ottawa Canada.
  22. Toussaint, H.M. & Beek, P.J. (1992). Biomechanics of front crawl swimming. *Sports Med* ; 13(1) : 8-24.
  23. Van Praagh, E. (2008). *Physiologie du sport Enfant et adolescent*. De Boeck : Bruxelles.
  24. Weineck, (2001) *Manuel d'entraînement*. Paris: VIGOT.
  25. Zamparo, P., Bonifazi, M., Faina, M., et al. (2005). Energy cost of swimming of elite long distance swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 697-704.
  26. Zamparo, P., Capelli, C., Termin, B., Pendergast, D. R., di Prampero, P. E. (1996). Effect of the underwater torque on the energy cost, drag and efficiency of front crawl swimming. *European Journal of Applied Physiology*, 73, 195-201.

### **Conclusion**

Le souci de chaque nageur est de parcourir une plus grande distance dans un moindre temps avec moins de cycles de bras et avec la plus grande fréquence possible, un sujet qui a fait l'objet de plusieurs études, mais l'atteinte de grandes vitesses est suivie par la hausse de fréquence, et la chute de la DPC. C'est donc cette distance parcourue par cycle de bras et dans un temps le moindre possible, avec une confusion qu'est la fréquence des bras, qui va déterminer cette DPC qui nous a poussés, à investiguer sur la relation entre cette panoplie d'indices chez les jeunes nageurs de l'équipe nationale algérienne de 12 à 14 ans. Effectivement, il existe bien des liens significatifs entre certains paramètres, entre autres, anthropométriques et les indices moteurs c.à.d., le temps sur 10m, l'amplitude des bras, la vitesse moyenne, la DPC et l'indice de nage. Les corrélations sont aussi apparues entre vitesse, DPC, amplitude et indice de nage avec le temps des 10m et les cycles de bras.

Les indices DPC, la fréquence de nage, la vitesse moyenne, l'amplitude, l'indice de nage du test de vitesse sur 10m, avec les paramètres anthropométriques, chez le jeune nageur de 12, 13 et 14 ans semblent liés de manière proportionnelle ou inversement proportionnelle, selon le type de relation et sont aussi des facteurs très déterminant de la performance.

Nous suggérons donc pour tout entraîneur, d'utiliser ces paramètres pour le suivi et l'organisation du système d'entraînement en vue de meilleures performances, étant donné que les tests utilisés sont connus et ne nécessitent pas de matériel spécifique.