

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

Benyelles Abdellatif^{1,2}

¹ : Université Mohamed Khider, Biskra, benyellesabdellatif@gmail.com

² : Laboratoire des Sciences Biologiques Appliquées au Sport. ES/STS, BP 71, El Biar, Alger.

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 amplitude ($r = 0,84$), vitesse et amplitude ($r = 0,60$), indice de nage et cycle de bras ($r = -0,97$) et amplitude et 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, 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 12 swimmers participated to this study. Swimmers are all members of the Algerian national team. Each swimmer has done a speed test on 10m crawl. The results indicate the existence of significant correlations between some anthropometric parameters and physical testing, notably between 10m and amplitude ($r = 0.84$), speed and amplitude ($r = 0.60$), 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 39 measured, the covered distance by DPC arm cycle, 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.

ملخص: الارتباطات بين المؤشرات الأنثروبومترية وسعة الذراعين وسرعة السباحة والمسافة المقطوعة بدورة للذراعين ومؤشر السباحة

إنّ الهدف من هذه الدراسة هو تحديد العلاقة بين المؤشرات الأنثروبومترية وسعة الذراعين وسرعة السباحة وكذا المسافة المقطوعة لدورة للذراعين لدى سباحين جزائريين ذوي سن 12 إلى 14 سنة، ولقد ساهم في هذه الدراسة 12 سباحاً كلهم من الفريق الوطني. ولقد قام كل سباح باختبار السرعة على 10 أمتار سباحة حرّة. ولقد أسفرت النتائج على وجود ارتباطات ذات دلالة إحصائية بين بعض المؤشرات الأنثروبومترية وكذا بين الاختبارات البدنية وعلى الخصوص بين 10 أمتار والسعة ($r = 0,84$) وبين السرعة والسعة ($r = 0,60$) وبين مؤشّر السباحة وعدد دورات الذراعين ($r = -0,97$) وكذا بين السعة والزمن على 10 أمتار ($r = 0,70$). في المجموع تخض الارتباطات 17 مؤشراً أنثروبومترياً من 49 مؤشراً تمّ تحديده مع المسافة المقطوعة بدورة للذراعين والسرعة المتوسطة والسعة ومؤشّر السباحة، فيما أنّه بالعكس لا توجد ارتباطات ذات دلالة إحصائية بين هذه المؤشرات والتواتر.

الكلمات الدالة: مؤشّر السباحة، مؤشّر المداومة، المؤشرات الأنثروبومترية، 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 ; Zamparo et al., 2000), de la technique de nage (Zamparo 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, Paweiczuk et Boomer, 1985).

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, Kovaleski, Porter, Kirwan, Fielding et King, 1985 ; Chollet, 1990), 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).

En Algérie, nous ne connaissons pas d'études ayant traité ces variables et leur interrelations, en dépit des informations fournies, pour contribuer à l'amélioration de la performance. La seule information qui semble être la référence est celle de la performance elle-même sur la distance de la compétition. Dans la présente étude nous avons inclus le volet anthropométrique et indice de nage aux 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.

1. Matériel et méthodes

1.1. 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 8 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 ($m.s^{-1}$), la fréquence (cycle/min), DPC (vitesse/fréquence), amplitude (m/cycle) et indice de nage ($m^2/s^{-1}/cycle$). 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 $ddl = n-2 = 10$.

2. Résultats

Nous avons présenté 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 49 caractères et sont corrélées 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.

2.1. Corrélations des paramètres anthropométriques et des tests physiques

Sur les 39 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.

Nous observons de fortes corrélations (tableau 01) entre le poids du corps avec le temps de nage sur 10m ($r = -0,86$) et l'amplitude des bras ($r = -0,95$).

Tableau 1. Corrélations entre le poids et les tests physiques

	Poids
Temps sur 10m	-0,86
Amplitude	-0,95

Le temps des 10m (tableau 02) est fortement corrélé avec la stature ($r = -0,74$), la taille assis ($r = -0,76$), le tronc ($r = -0,70$) et LMI ($r = -0,64$). L'amplitude des bras avec la stature ($r = -0,78$), la

taille assis ($r = -0,67$), le tronc ($r = -0,70$), la LMS ($r = -0,72$) et LMI ($r = -0,75$). L'indice de nage avec la longueur de la main ($r = -0,73$) et le pied ($r = -0,80$).

Tableau2. *Corrélations entre longueurs des segments et tests physiques*

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

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

Le temps des 10m (tableau 03) 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.

Tableau 3 : *Corrélations entre diamètres et tests physiques*

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

Le temps des 10m (tableau 04) 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 ($r = -0,76$).

Tableau 4 : *Corrélations entre circonférences et tests physiques*

	Thx Insp	Thx Exp	Bras Contracté	Périm. Jambe
Temps.10 m	-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 pli cutané sous scapulaire est corrélé avec le temps des 10m (-0,61) et l'amplitude des mouvements de bras (-0,64), par contre avec le pli bicipital il n'existe qu'une

seule corrélation (-0,63) avec la vitesse moyenne de nage (tableau 05).

Tableau 5 : *Corrélations entre plis cutanés et tests physiques*

	Sous Scapulaire	Pli Bicipital
Temps 10m	-0,61	-0,05
Vmoy m/s	-0,47	-0,63
Amplitude	-0,64	-0,09

2.1. Corrélations entre les tests physiques

Le temps des 10m (tableau 06) 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 ($r = -0,97$).

Tableau 6 : Coefficients de corrélation entre tests physiques

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

3. Discussion

3.1. 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 quasi similaires à ceux de l'étude de Chatard, Cazorla & Montpetit (1985), montrant des corrélations entre la performance et les données anthropométriques.

3.2. 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 et al., 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, et al. 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 ($m^2/s/cycle$), 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 engendre une baisse de la DPC ainsi que la vitesse de nage. Dans ce contexte, Chollet (1990), Craig et Pendergast (1980), Craig et al. (1985) 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.

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 14ans.

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.

Références

- Adams, T. A., Martin, R. B., Yeater, R. A., et Gilson, K. A., (1984). Tethered force and velocity relationships. *Swimming technique*, 20 (3), 21-26
- Cazorla, G., Montpetit, R., Fouillot, J. P., & Cervetti, J. P. (1985). Etude méthodologique de la mesure directe de la consommation maximale d'oxygène au cours de la nage. *Cinésiologie*, 21, 33-40.
- Chatard J.C., Lavoie J. M., et Lacour, J. R. (1991). Energy cost of front-crawl swimming in women. *European Journal of Applied Physiology*, 63,12-16.
- Chatard, J. C., Padilla, S., Cazorla, G., Lacour, J. R., (1987). Influence de la morphologie et de l'entraînement sur la performance en natation. *STAPS*, 8 (15), 23-28.
- Chatard, J. C., Cazorla, G., et Montpetit, R. (1985). Aspects biologiques de la natation de compétition. *Culture Technique*, 1, C.R.C.T. Eds., 13, 127-157.
- Chollet, D. (1990). *Approche scientifique de la natation sportive*. Paris : Vigot.
- Colwin, C. M. (1992). *Swimming into the 21st Century*. Champaign, Illinois: Leisure Press.
- 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
- Counsilman, J. E. (1968). *The science of swimming*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Craig, A. B. Jr., Skehan, P. L., Pawelczyk, J. A. & Boomer, W.L. (1985), Velocity, Stroke rate, and distance per stroke during elite swimming compétition. *Medicine Science Sports Exercice*, 17 (6), 625-634.
- Craig, A. B., Pendergast, D. R. (1980) Relationships of Stroke Rate, Distance per Stroke and Velocity in Competitive Swimming. *Swimming technique*, 17, 23-29.
- Craig, B. A., & Pendergast, D. R. (1979). Relationships of stroke rate, stroke length and velocity in competitive swimming. *Medicine Science of Sports and Exercise*, 11, 278-283.
- Duché, P., Fralgairrette, 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.
- Durand, M. (1992). L'optimisation de la performance : étude des tâches constituant une solution optimale. *STAPS*27, 7-19.
- 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.
- Hay, J. G. (2002). Cycle rate, length, and speed of progression in human locomotion. *Journal of Applied Biomechanics*, 8, 257-270.
- Holmer, I.(1979). Physiology of swimming man. *Exercise and sports science reviews*, 7: 87-121.
- Lavoie, J. M., Monpetit, R. R. (1986). Applied physiology of swimming. *Sports Medecine*, 3, 165-189.
- Motycka, J. (1979). Analysis of swimming technique. *Trenér*, 4, 178-180.
- Pelayo, P. (1997). La vitesse de nage : une histoire de tempo. *Toute la natation*, 8 : 20 -23.
- Pelayo, P., Chollet, D., et Toumy, C. (1992). Etude Biomécanique de la natation. *Sport et Vie*, 8, 80.
- Ross, W. D., Carr, R., Guelke, J. M., & Carter J. E. L. (2003). ISAK Standards, International Society for the Advancement of Kinanthropometry, Rosscraft / Turnpike Electronic Publications, compact disc.

- Saavedra, J. M., Escalante, Y. et Rodríguez, F. A. (2010). A multivariate analysis of performance in young swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 22, 135-151.
- Sturbois, X., Francaux, M., Brisny, V. de Caritat, A. K. & Sturbois, G. (1991). Evaluation des jeunes nageurs belges francophones. *Sciences et Sport*, 6, 73 – 83.
- Swimming/Natation Canada. (1993). Swimming Strategic plan 1993 – 1998. Ottawa, Canada.
- Toussaint, H. M., et Beek, P. J. (1992), Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Medicine*, 13 (1), 8-24.
- Van Praagh, E. (2008). *Physiologie du sport Enfant et adolescent*. De Boeck : Bruxelles.
- Weineck, (2001). *Manuel d'entraînement*. Paris: Vigot.
- Zamparo. P., Bonifazi, M., Faina, M., et al. (2005). Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 94 (5-6), 697-704.
- 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.