

**Paramètres, anthropométriques, biomécaniques, physiques et gestion de la nage crawl
au sprint sur 10m chez les jeunes nageurs masculins 12-13-14 ans**

د/بن يلس عبد اللطيف
أ / دخية عادل
معهد علوم وتقنيات
النشاطات البدنية و
الرياضية - جامعة بسكرة

Résumé:

Dans la présente étude nous avons inclus le volet anthropométrique, indice de nage aux autres paramètres (amplitude des bras, vitesse de nage et distance parcourue par cycle de bras) déjà étudiés ensemble, 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.

INTRODUCTION

Parmi les problématiques qui suscitent l'intérêt de nombreux chercheurs dans le domaine de la natation, l'influence des caractéristiques morphologiques (Chatard JC et coll. 1987) (Zamparo P et coll.2000), la technique de nage (Zamparo P et coll.1996) et le coût énergétique de la nage (Chatard JC et coll. 1991) qui est évidente sur la performance, ainsi que les aspects physiologique et biomécanique de la natation (Holmer, 1979, Lavoie et Montpetit, 1986).

Ces contraintes auxquelles le nageur fait face, entre autre les caractéristiques anthropométriques, réserves énergétiques et autres (Durand M., 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 G., Montpetit R., Fouillot J.P. et Cervetti J.P., 1985 ; Chatard J.C., Padilla S., Cazorla G. et Lacour J.R., 1987). Une performance caractérisée par la vitesse (m/s) qui permet de réaliser un temps (seconde) 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, 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 de l'amplitude (Costill D.L., Kovalski J., Porter D., Kirwan J., Fielding R. et King D., 1985 ; Chollet, 1990; Pelayo P., Chollet D. et Toumy C., 1992), illustre le rendement mécanique global de la natation (Craig et col., 1979, Lavoie et col., 1986) c.à.d. l'importance des mouvements de bras dans la propulsion en natation (Costill et col., 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 inclus le volet anthropométrique, indice de nage aux autres paramètres (amplitude des bras, vitesse de nage et distance parcourue par cycle de bras) déjà étudiés ensemble, 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.

ECHANTILLON

Notre échantillon est un groupe de 12 nageurs tous membres de l'équipe nationale d'Algérie de natation âgés de 12.91 ± 0.76 ans, s'entraînant 2 heures à raison de 5 à 9 séances / semaine et ayant 7.58 ± 0.75 ans d'expérience.

Les mesures anthropométriques effectuées étaient au nombre de 49 (longueurs, diamètres, circonférences et plis cutanés). Nous avons également 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 ($m^2/s^{-1}/cycle$).

Nous avons utilisé les statistiques descriptives (moyennes et écarts-type) et les corrélations de Pearson ($r > 0,576$ pour ddl = $n-2 = 10$ pour $p < 0,05$).

RESULTATS

Nous avons résumé les résultats significatifs dans des tableaux comprenant d'une part, les données biométriques avec les tests physiques et d'autre part les corrélations entre les tests physiques.

Les données biométriques sont au nombre de 49 caractères et sont corrélées avec les tests physiques.

Les paramètres physiques sont les variantes du test de 10m parcourus à vitesse maximale, représentées par : le temps (seconde), les cycles de bras obtenus à l'aide de la méthode d'observation, la vitesse moyenne ($m.s^{-1}$) (distance/temps), la fréquence (cycle/min), DPC (vitesse/fréquence), amplitude (distance/cycles de bras) et indice de nage qui est le produit de la vitesse et l'amplitude ($m^2.s^{-1}. cycle$).

Nous avons utilisé les statistiques descriptives (moyennes et écarts-type) et les corrélations de Pearson ($r > 0,576$ pour ddl = $n-2 = 10$ pour $p < 0,05$).

Données biométriques :

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

Tableau 1. Corrélations entre le poids et les tests physiques

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

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

Tableau 2. Corrélations entre longueurs (long) et tests physiques

	Stature	Taille Assis	Long.Tronc	Long.Lms	Long.Main	Long.Lmi	Long.pied
Temps.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 nage	0,34	-0,14	-0,13	-0,33	-0,73	-0,43	-0,80

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

Tableau 3. Corrélations entre diamètres et tests physiques

	Biacromial	Huméral	Fémoral
Temps.10m	-0,31	-0,91	-0,60
Vmoy m/s	-0,05	-0,46	-0,99
DPC v/fhz	0,63	0,25	0,22
Amplitude	-0,49	-0,77	-0,49

Le temps des 10m avec le diamètre huméral et celui de la cuisse (fémoral) (-0,91) et (-0,60) respectivement et la vitesse moyenne avec le diamètre biacromial (0.63).

Tableau 4. Corrélations entre circonférences et tests physiques

	Thrx.Insp	Thrx.Expi	Bras.Contra	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

Le temps des 10m est fortement corrélé avec le thorax en inspiration (-0,84), le thorax en expiration (-0,93) et le bras contracté (-0,80). La fréquence des cycles de bras par contre n'est corrélée qu'avec le thorax en inspiration (0,59). L'amplitude des bras est fortement corrélée avec le thorax en inspiration (-0,99), le thorax en expiration (-0,95), le bras contracté (-0,90) et la jambe (-0,62). L'indice de nage est lié avec la circonférence du bras contracté (-0,62) et de la jambe (-0,76).

Tableau 5. Corrélations entre plis cutanés et tests physiques

	<i>Sous.Scap ul</i>	<i>Pli.Bicipit al</i>
Temps.10m	-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 (-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.

Données physiques :

Tableau 6. Corrélations tests physiques (aquatiques)

	<i>Temps.10 m</i>	<i>Cycle.Bras.10 m</i>
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 avec la vitesse moyenne (0.60) et l'amplitude des bras (0.84), par contre avec les cycles des bras il existe un seul lien avec la DPC (-0.97).

DISCUSSION

Relation entre paramètres anthropométriques et 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 décroissante avec les paramètres anthropométriques c.à.d. plus importants influant sur le temps minimal mis pour parcourir une distance ou bien les cycles de bras moindres, effectués lors de la nage. Or dans

une étude Saavedra JM, et all., (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 (-0,72) chez nos nageurs, étant donné que l'amplitude est le rapport entre distance de nage et cycles de bras.

Nos résultats sont presque similaires à ceux de l'étude de Chatard J.C., Cazorla G., Montpetit R. (1985), montrant des corrélations entre la performance et les données anthropométriques.

Relation entre les paramètres des tests physiques.

Pendant la croissance, la vitesse gestuelle maximale contre une résistance faible comme par exemple un segment corporel augmente progressivement (Emanuel Van Praagh., 2008), ce fait explique la relation significative (0.60) entre la vitesse moyenne et le temps du test des 10m dans notre étude.

La relation DPC avec cycles de bras semble être inversement proportionnelle (-0,97) c.à.d. plus grande est la DPC 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), Swimming/Natation Canada, (1993), Craig et Pendergast., 1980)] et plus grande est la DPC plus importante est la distance à parcourir en compétition (Colwin, 1992).

Entre l'amplitude et la vitesse de nage sur 10m, nous avons constaté une corrélation significative (0.84), ce qui revient à dire que plus grande est l'amplitude, 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 et Pendergast., 1979 ; East, 1970 ; Hay, 2002).

L'importance de l'indice de nage est tel qu'il caractérise le niveau de pratique (Costill D.L., Kovaleski J., Porter D., Kirwan J., Fielding R. et King D., 1985 ; Chollet, 1990; Pelayo P., Chollet D. et Toumy C., 1992). Dans notre étude nous avons relevé des corrélations significatives et négatives entre les valeurs de cet indice et la longueur de la main (-0.73), la longueur du pied (-0.80), circonférence du bras contracté (-0.62), circonférence de la jambe (-0.76), la détente (-0.61) et la coulée ventrale (-0.68). 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 importantes sont les valeurs de ces indices, 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, Skehan, Paweiczuk et Boomer (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 (DPC ; en m/cycle).

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, c'est une problématique qui a suscité l'intérêt de nombreux auteurs, 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 poussé à investir la relation entre cette panoplie d'indices chez les jeunes nageurs (12, 13 et 14ans) de l'équipe nationale algérienne.

Effectivement il existe bien des liens significatifs entre certains paramètres entre autres anthropométriques et les indices moteurs c.à.d. le temps des 10m, amplitude des bras, vitesse moyenne, DPC et 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. Ces résultats nous amènent à *confirmer l'hypothèse* préalablement émise.

Mais ce qui est intéressant dans cette étude, c'est que les résultats obtenus sur les jeunes nageurs sont en accord avec des études faites sur des populations de nageurs adultes montrant de très faible corrélation entre quelques caractères anthropométriques et les résultats obtenus en natation ainsi que la performance qui est fortement influencée par les caractéristiques morphologiques. Nos résultats sont aussi en accord avec les études qui mettent en valeur l'importance de la fréquence de cycle de bras et de la distance parcourue par cycle de bras dans la détermination de la vitesse moyenne de la nage.

Donc les indices [DPC (m/cycle), la fréquence de nage (cycle/min), la vitesse moyenne (m/s^{-1}), l'amplitude (m/cycle), l'indice de nage ($m^2/s^{-1}/cycle$)] du test de vitesse sur 10m, avec les paramètres anthropométriques, chez le jeune nageur de 12, 13 et 14 ans semblent liés de manière croissante et décroissante 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. Et nous espérons que d'autres études sur les jeunes viennent confirmer nos résultats, comme ça nous aurons la possibilité d'utiliser les résultats d'autres études

BIBLIOGRAPHIE

- 1- Adams Il T.A., Martin R.B., Yeater R.A., Gilson K.A., (November 1983-January 1984). Tethered force and velocity relationships. *Swimming technique*, 21-26
- 2- Cazorla G., Montpetit R., Fouillot J.P., Cervetti J.P., Etude méthodologique de la mesure directe de la consommation maximale d'oxygène au cours de la nage. *Cinésiologie* 1985, 21-33. 40.
- 3- Chatard J.C., Padilla S., Cazorla. G., Lacour J.R., Influence de la morphologie et de l'entraînement sur la performance en natation. *STAPS* 8,1987, 15, 23-28.
- 4- Chatard JC, AgelAM, Lacoste L, Millet C, Paulin M, Lacour JR. Coût énergétique du crawl chez les nageurs de compétition. *Sciences et Sports* 1991;6:43-50.
- 5- Chatard JC, Padilla S, Cazorla G, Lacour JR. (1987). Influence de la morphologie et de l'entraînement sur la performance en natation. *Revue Staps*;8(15):23-7.
- 6- Chatard J.C., Cazorla G., Montpetit R. (1985). In Caterini R, Chollet D. Tests statiques et dynamiques en relation avec la performance en natation. UFRAPS, 700, Avenue Pic St Loup, 34100

Montpellier. Micallef J.-P. INSERM, Laboratoire de biométrie U 103 395, Avenue des Moulins, 34080 Montpellier. France.

7- Chollet D. (1990), Approche scientifique de la natation sportive. Collection sport et initiation, Edition Vigot, Paris.

8- Colwin C.M. (1992), Swimming into the 21st Century. Leisure Press, Champaign, Illinois.

9- Costill D.L., Kowaleski J., Porter D., Kinvan J., Fielding R., King D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle distance events. *Int. J. Sports Med.*, 6, 5, 266-270

10- Craig A.B. Jr., P.L. Skehan, J.A.Pawelczyk, Boomer W.L. (1985), Velocity, Stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 17, 6, 625-634.

11- Craig A.B., Pendergast D.R. (1980), Relationships of Stroke Rate, Distance per Stroke and Velocity in Competitive Swimming. *Swimming technique*, 23-29

12- Craig BA, Pendergast DR. (1979). Relationships of stroke rate, stroke length and velocity in competitive swimming. *Med Sci Sports and Exerc*;11:278-83.

13- Craig A.B. Jr., P.L. Skehan, J.A.Pawelczyk, Boomer W.L. (1985), Velocity, Stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 17, 6, 625-634.

14- Counsilman J.E. (1968), The Science of SWIMMING. Prentice Hall, New Jersey.

15-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.

16-Emmanuel Van Praagh., (2008). Physiologie du sport Enfant et adolescent, Edition de Boeck, 2-197.

17- Hay, J.G. (2002). Cycle rate, length, and speed of progression in human locomotion. *Journal of Applied Biomechanics*, 8, 257-270.

18- Holmer I. (1979), Physiology of swimming man. *Exercice and Sports Science Reviews*, 7: 89, 123.

19- Holmer I. (1979), Physiology of swimming man. *Exercice and Sports Science Reviews*, 7: 89, 123.

20- Lavoie J.-M., Monpetit R.R. (1986), Applied physiology of swimming, *Sports Medecine*, 3 : 165-189.

21- Motycka J (1979). In Ria B, Bricage P, Bouvard M. La vitesse instantane: un critère individuel d' évaluation des techniques de nage. *Science & Sports* © Elsevier, Paris (1993) 8, 9-16.

22-Toussaint H.M., Beek P.J. (1992), Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports medecine*, vol. 13, 1, 8-24.

23- Zamparo P, Capelli C, Termin B, Pendergast DR, di Prampero PE. (1996). Effect of the underwater torque on the energy cost, drag and efficiency of front crawl swimming. *Eur J Appl Physiol*;73:195-201.

24-- Zamparo P, Capelli C, Cautero M, Di Nino A. (2000). Energy cost of front- crawl swimming at supra-maximal speeds and underwater torque in young swimmers. *Eur J Appl Physiol*;83:487-91.

