

EVOLUTION DES FILIERES AEROBIE ET ANAEROBIE AU COURS DU DEVELOPPEMENT PUBERTAIRE CHEZ DES NAGEURS DE 11-14 ANS.

KHIAT Belkacem

Institut de l'Education Physique et Sportive

Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf d'Oran ; Algérie.

Résumé :

Le but de cette investigation longitudinale est d'étudier l'évolution des puissances maximales aérobie et anaérobie des nageurs durant le développement pubertaire.

12 nageurs âgés de 11 à 14 ans ont suivi le protocole de recherche durant deux années et demi. L'âge pubertaire a été estimé selon la classification de Tanner. Les mesures anthropométriques ont été prises. L'évaluation de la consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) a été faite d'une manière indirecte par le test navette de 20m de Léger et Gadoury. Pour l'évaluation du processus anaérobie on a utilisé le test de force-vitesse de Vandewalle.

Aucune évolution significative n'a été constaté pour tous les indices aussi bien morphologiques que physiologiques. Cela suggère d'une part une inadéquation des protocoles d'entraînement utilisés particulièrement en matière de volume et d'intensité de la charge de travail, et d'autre part cela suppose que l'on n'a pas su rentabiliser cet intervalle situé entre les stades pubertaires 2 et 3 mis en évidence par une même étude similaire que l'on a effectuée sur des sédentaires .

ملخص :

هدف هذا البحث الطولي هو دراسة نمو القدرات القصوى الهوائية و ألا هوائية للسباحين أثناء أطوار البلوغ. 12 سباح من 11 إلى 14 سنة خضعوا لبروتوكول البحث مدة سنتين و نصف. سن البلوغ قدر حسب تصنيف Tanner . المقاييس الانطربوميترية قيست. قدر الاستهلاك الأقصى للأكسجين (VO_{2max}) بصفة غير مباشرة عن طريق اختبار الجري المكوكي لمسافة 20 م ل Léger et Gadoury . و لتقييم القدرة ألا هوائية استعمل اختبار قوة السرعة ل Vandewalle ,

لم نلاحظ أي تطور دال للمعايير المرفلوجية و لا للمعايير الفيزيولوجية . هذا يوحي من جهة أن بروتوكولات التدريب كانت غير ملائمة خاصة بالنسبة لحجم و شدة العمل, و من جهة أخرى هذا يتبين أن الفترة ما بين مرحلتي البلوغ 2 و 3 التي أبرزناها في دراسة مماثلة على غير الرياضيين لم تستثمر.

I. INTRODUCTION :

L'importance de cette phase cruciale qu'est la puberté tant sur le plan du développement morphologique que physiologique, en particulier endocrinien, se manifeste par des modifications sensibles et distinctes du potentiel physique des jeunes individus à même âge chronologique.

L'enfant prépubère se caractérise par un métabolisme aérobie relativement très développé par rapport à l'adulte. Les possibilités maximales aérobies ainsi que les activités enzymatiques musculaires de type oxydatif (cycle de Krebs) sont égales et même le plus souvent supérieures à celles de l'adulte. L'augmentation des possibilités maximales de consommation d'oxygène (VO_2 max.) par l'entraînement est une donnée classiquement observée chez l'adulte et l'adolescent, à condition que celui-ci respecte certaines caractéristiques de durée, nature, intensité et fréquence (American College of Sports Medicine, 1990 ; Saltin, 1986).

Au contraire le métabolisme anaérobie lactique est peu efficient et immature aux âges pré-pubères. Les activités enzymatiques musculaires glycolytiques sont toujours plus faibles que celles de l'adulte. L'aptitude anaérobie, à la différence des aptitudes aérobies semble étroitement liée à la masse musculaire, de même qu'à d'autres facteurs tels que l'architecture musculaire, la composition des fibres, la disponibilité des substrats, l'accumulation des métabolites (acide lactique), les cycles métaboliques et leurs niveaux d'activité (Eriksson, 1987). Le but de notre étude a été d'analyser les profils d'évolution des puissances maximales aérobie et anaérobie au cours de l'adolescence de sportifs de compétition afin de déterminer le stade le plus indiqué pour l'introduction d'un entraînement anaérobie adapté.

II. MATERIELS ET METHODES :

Population :

12 nageurs de compétition affiliés à des clubs ont consenti de participer à l'étude après avoir pris connaissance du protocole.

PROTOCOLE :

Chaque sujet a été examiné afin d'éliminer les inaptitudes majeures à la pratique des tests.

A/ Détermination des Caractéristiques Biométriques :

Par le même examinateur ont été mesurés la Taille, le Poids et les Périmètres des biceps, triceps et cuisse ainsi que la mesure des Plis Cutanés (Triceps, biceps, omoplate, et hanche du côté gauche).

Les Stades Pubertaires étaient déterminés selon la classification de Tanner (1962).

La technique établie par l'international programme de biologie (Weineck et Laurie, 1981) a été utilisée pour l'estimation du pourcentage de la Masse Grasse et à déduire le Poids maigre.

B/ Détermination de la Consommation Maximale d'Oxygène (VO_2 max.) :

La VO_2 max. a été déterminée d'une manière indirecte par le test progressif de course navette de Léger et Gadoury, 1989.

Le test consiste à effectuer le plus longtemps possible des allers et retours à vitesse imposée entre deux lignes parallèles distantes de 20 mètres. La vitesse est imposée au moyen de signaux sonores enregistrés sur une bande magnétique et émis à intervalles réguliers. A chaque signal le sujet doit se trouver au niveau de la zone située entre 18 et 20 mètres.

L'arrêt de l'épreuve se fait quand le sujet ne parvient plus à suivre le rythme imposé.

C/ Détermination de la Puissance Maximale Anaérobie (Wanmax.) :

Wanmax. était déterminée par le test de force-vitesse de Vandewalle, 1988.

matériels :

- vélo ergométrique à poids type Monark.
- Ordinateur pourvu d'un logiciel permettant le calcul automatique des valeurs de Wanmax., de la force maximale (Fo) et de la vitesse maximale (Vo).
 - le test est fait de répétitions d'exercices brefs et intenses (sprints de 6 secondes). L'épreuve est arrêtée quand la vitesse atteint 90 tours/mn. Une récupération passive de 3 à 5 minutes est obligatoire entre différents paliers. Les valeurs de Fo, Vo et Wanmax. sont données directement sur un graphe.

III. RESULTATS :

Le Tableau 1 représente les valeurs moyennes et leur écart type par stade pubertaire des caractéristiques générales du groupe de nageurs étudié.

Tableau 1. Moyennes et écarts types des mesures biométriques.

Stades Pubertaires	AGE (ans)	Tail. (cm)	Pds (kg)	%M.G.	Pds M. (kg)	Péri.B. (mm)	Péri.C. (mm)	Péri.M. (mm)
S 1	11,5	144.2	36.10	8.55	32.8	19.2	39.9	28.3
(n= 5)	±1,1	± 5.11	± 7.05	± 2.53	± 5.56	± 1.25	± 2.58	± 1.15
S 2	12.8	145.4	39.7	8.32	36.91	21.1	42.6	30
(n= 5)	± 1.1	± 13.9	± 5.10	± 0.87	± 4.47	± 2.7	± 4.2	± 1
S 3	13.5	157.7	41.66	8.59	37.82	20	39.67	30.33
(n= 3)	± 1.1	± 2.08	± 1.52	± 2.85	± 1.04	± 1.73	± 2.5	± 0.57

Il n'y a eu aucune évolution significative de tous les indices morphologiques entre les stades 1 et 3 sauf pour le périmètre du mollet. Cette absence d'évolution est aussi constatée entre les stades 1 et 2 ainsi qu'entre les stades 2 et 3.

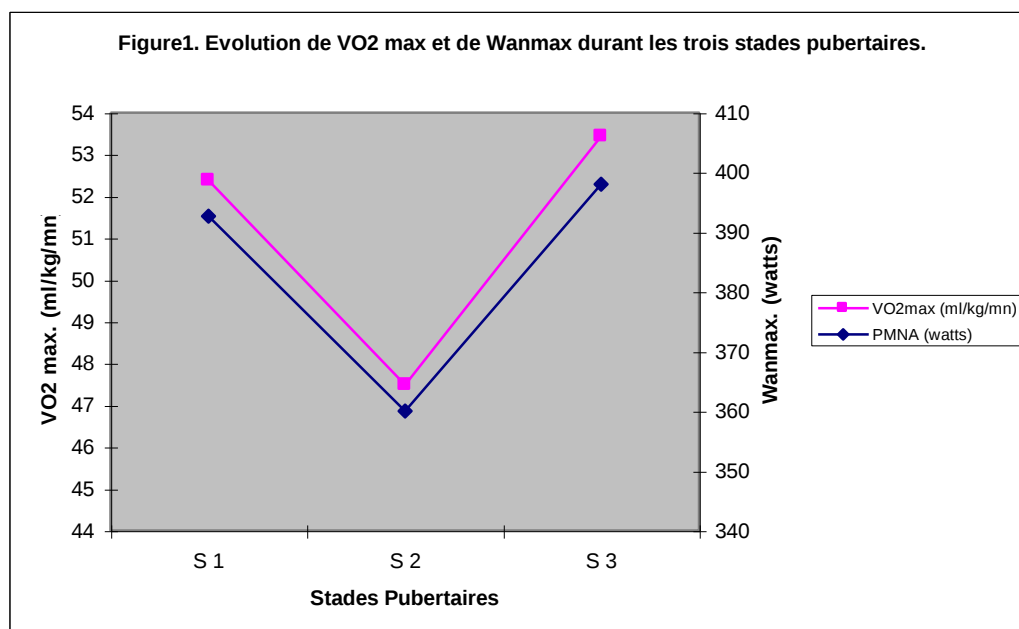
Le tableau 2 représente les valeurs moyennes et l'écart type de la consommation maximale d'oxygène (VO2 max. en ml/kg/mn), de la puissance maximale anaérobie (Wanmax. en watts), de la force maximale (Fo en kgf) et de la vitesse maximale (Vo en trs/mn).

Tableau 2. Moyennes et écarts types des indices physiologiques de l'effort.

Stades Pubertaires	VO2max (ml/kg/mn)	Wanmax (watts)	Fo (kgf)	Vo (trs/mn)
S 1	52.38	392.65	9.16	141.94
(n= 5)	± 2.12	± 37.15	± 3.10	± 44.44
S 2	47.48	360.06	8.2	173.48
(n= 5)	± 6.41	± 66.52	± 1.77	± 15.70
S 3	53.43	397.97	10.26	163.92
(n= 3)	± 1.67	± 90.18	± 2.49	± 13.11

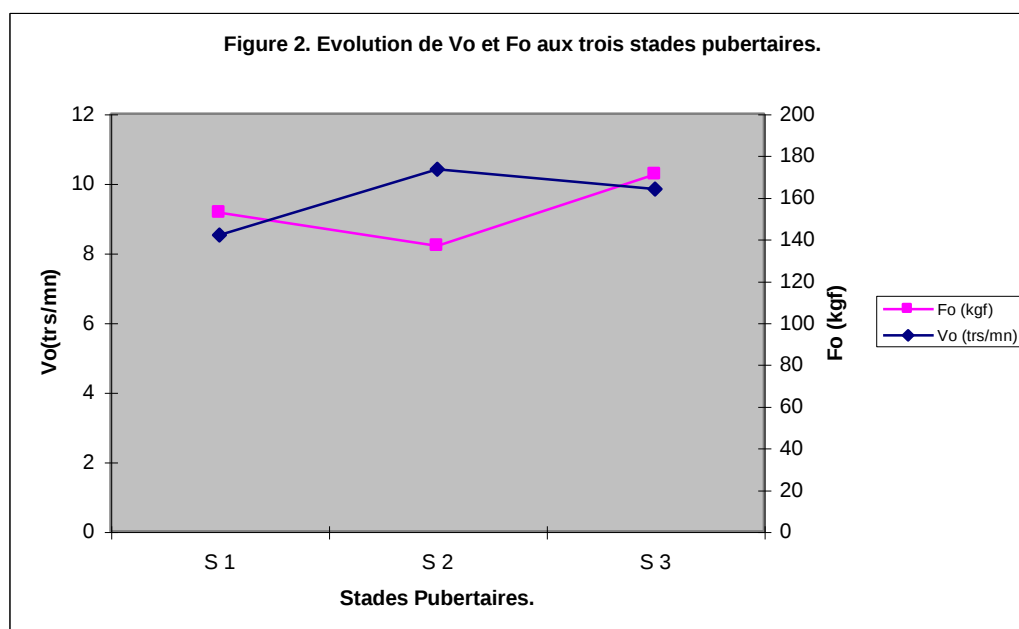
Aucune différence significative n'a été relevée pour tous les indices physiologiques aux trois stades pubertaires.

La figure 1 représente les courbes d'évolution des valeurs moyennes de VO₂ max. (ml/kg/mn) et de Wanmax. (watts) en fonction des trois premiers stades pubertaires.



On constate une évolution parallèle des courbes de VO₂ max. et Wanmax. Bien qu'il n'y a eu aucun accroissement significatif pour les deux indices, on constate un accroissement entre les stades 2 et 3.

La figure 2 représente l'évolution des courbes de Vo (trs/mn) et de Fo (kgf) selon les trois stades pubertaires.



Bien qu'aucune augmentation significative de Vo et de Fo n'ai été relevée on note une tendance à la baisse de Vo entre les stades 2 et 3 et dans le même intervalle un accroissement de Fo.

IV. DISCUSSION :

L'influence de l'activité physique sur la croissance est toujours matière à débat (Cunningham, 1990 ; Theintz, 1994).

L'absence de différences significatives pour la majorité des indices anthropométriques chez notre population de nageurs peut être imputée d'une part au faible nombre de l'échantillon et à la dispersion des moyennes pour chaque paramètre mesuré. D'autre part cette absence de différences significatives peut être due aussi à une inadéquation du volume et de l'intensité des entraînements.

Certaines études n'ont constatées aussi aucun effet significatif de l'entraînement sportif sur la croissance des enfants et des adolescents (Malina et Bouchard, 1991 ; Bouix et coll., 1997).

Concernant les indices physiologiques de l'effort leurs augmentations significatives sont habituellement associées, selon la littérature, à des charges d'entraînement supérieures à 18 heures par semaine (Bouix et coll., 1997 ; Sharp et coll., 1985). Aussi, l'entraînement de 8 à 10 heures par semaine suivi par nos sportifs peut être considéré comme très modéré, de l'ordre de 300 à 400 km/an (niveau international : 10 à 12 heures d'entraînement par semaine, soit une moyenne de 2600 à 3200 km/an), en tout cas pas assez étendu et pas assez intense pour induire des changements significatifs.

Par ailleurs l'absence d'amélioration significative de VO_2 max. constatée dans notre étude a été fréquemment identifiée par les études qui se sont concentrées sur la période qui précède tout juste la puberté (Cunningham et coll., 1984 ; Daniels et Oldridge, 1971 ; Ekblom, 1969 ; Koch, 1980 ; Mirwald et coll., 1981 ; Rutenfranz et coll., 1981). L'accroissement de la puissance aérobie est basé sur la relation significative avec la croissance physique (Taille et Poids particulièrement), or ces derniers n'ont pas évolués significativement.

Les résultats de W_{max} aussi sont restés non-significatifs aux trois stades pubertaires étudiés. Les travaux de Docherty et coll. (1987) ainsi que ceux d'Eriksson et coll. (1974) ont permis de constater qu'il est peu probable de développer chez les jeunes la puissance maximale lactique, pas plus que la production des enzymes impliquées dans le processus anaérobie et dans l'élimination de l'acide lactique ou encore la production de catécholamines.

D'autre part bien que des études (Gaul et coll., 1995 ; Payne et Morrow, 1993 ; Rostein et coll., 1981 ; Sprynarova et coll., 1978 ; Williams et Armstrong, 1991) aient montré que les enfants pré pubères et pubères peuvent augmenter leur force musculaire par l'entraînement, dans notre étude aucune différence significative dans l'évolution de F_o n'a été relevée. Ainsi il est évident que l'entraînement de nos nageurs n'a pas induit de changements significatifs de leur F_o .

De même que pour la F_o , aucune différence significative de V_o n'a été constatée chez nos nageurs. La vitesse maximale semble être un facteur déterminé génétiquement dont les bases biologiques s'établissent très tôt durant l'enfance (Manno, 1989 ; Weinek, 1992). L'augmentation généralement constatée chez les sportifs est surtout liée, selon l'étude de Méro et coll. (1988), à une amélioration de la puissance anaérobie et de la force, ce qui n'est pas le cas pour notre échantillon.

V. CONCLUSION :

La connaissance précise des capacités physiques contribue à la programmation des entraînements sportifs. En outre l'utilisation de la classification pubertaire permet de différencier d'une manière significative les potentialités des jeunes à même âge

chronologique et par conséquent facilite l'orientation de l'entraînement. Dans ce sens, l'étape significative entre les stades 2 et 3 mise en relief par une même étude que l'on a faite sur des jeunes non-sportifs et qui permet de différencier l'évolution des aptitudes physiques et leur développement en fonction de la maturation biologique n'apparaît pas clairement chez nos nageurs.

Cette absence d'un accroissement significatif des différents paramètres morphologiques et particulièrement physiologiques dans notre population sportive suggère d'une part une inadéquation des protocoles d'entraînement utilisés particulièrement en matière de volume et d'intensité de la charge de travail, et d'autre part cela suppose que l'on n'a pas su rentabiliser cet intervalle situé entre les stades pubertaires 2 et 3 mis en évidence par une même étude similaire que l'on a effectuée sur des sédentaires signalée plus haut.

REFERENCES :

1. **AMERICAN COLLEGE of SPORT MEDICINE.** The recommended quantity and quality of exercise for developing cardiorespiratory fitness and muscular fitness in healthy adults. *Med. Sci. Sports* 22: 265-74, 1990.
2. **BOUX O., BRUN J.F., FEDU C., MICALLEF J.P., CHARPIAT A., RAMA D. et ORSETTI A.** Exploration de gymnastes adolescents de classe sportive : quel suivi médical pour la croissance et la puberté ? *Science et Sports*, 12 : 51-65, 1997.
3. **CUNNINGHAM L.N.** Physiologic comparison of adolescent female and male cross-country runners. *Ped. Exerc.Sci.* 2: 313-321, 1990.
4. **CUNNINGHAM D.A., PATERSON D.H., BLIMKIE C.J.R. and DONNER A.P.** Development of cardiorespiratory function in circumpubertal boys: A longitudinal study. *Journal of Applied Physiology*, 56: 302-307, 1984.
5. **DANIELS J. and OLDRIDGE N.** Changes in oxygen consumption of young boys during growth and running training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 3: 161-5, 1971.
6. **DOCHERTY D., WENGER H.A. and COLLIS M.L.** The effects of resistance training on aerobic and anaerobic power of young boys. *Med. Sci. Sports Exerc.* 19: 389-392, 1987.
7. **EKBLOM B.** Effect of physical training in adolescent boys. *Journal of Applied Physiology*, 27: 350-55, 1969.
8. **ERIKSSON B.O. et coll.** Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11-13 years old. *Acta Physiologica*, pp. 485-492, 1987.
9. **ERIKSSON B.O. and SALTIN B.** Muscle metabolism during exercise aged 11 to 16 years compared to adults. *Acta Paediatrica Belgica*, 28: 257-65, 1974.
10. **GAUL C.A., DOCHERTY D. and CICCHINI R.** Differences in anaerobic performance between boys and men. *Int. J. Sports Med.* 16: 451-455, 1995.
11. **KOCH G.** Aerobic power lung dimensions, ventilatory capacity, and muscle blood flow in 12-16 year old boys with high physical activity. In *Children and Exercise* (edited by K. Berg and B.O. Eriksson), vol. 9, pp. 64-8. Baltimore: University Park Press, 1980.
12. **LEGER L. et GADOURY C.** Validity of a the 20 m shuttle run test with 1 mn stages to predict VO2 max. in adults. *Can. J. Spt. Sci.* 14: 21-26, 1989.
13. **MALINA R.M. and BOUCHARD C.** Growth and physical activity. *Human Kinetics, Champaign, Il.*, 1989.
14. **MANO R.** Les bases de l'entrainement sportif. *Edition :Revue E.P.S.*, 223 p., 1989.

15. **MERO A., KAUFANEN H., PELTOLA E. and VUORIMAA T.** Changes in endurance strength and speed capacity of different prepubescent athletic groups during one year of training. *J. Hum. Mvt.* 14: 219-239, 1988.
16. **MIRWALD R.L., BAILEY D.A., CAMERON N. and RASMUSSEN R.L.** Longitudinal comparison of aerobic power in active and inactive boys aged 7 to 17 years. *Annals of Human Biology* 8: 405-414, 1981.
17. **PAYNE V.G. and MORROW J.R.** The effect of physical training on prepubescent VO₂ max.: a meta-analysis. *Res. Q. Exerc. Sport* 64: 305-313, 1993.
18. **ROSTEIN A., DOTAN R., BAR-OR O. and TENENBAUM G.** Effect of training on anaerobic threshold, maximal aerobic power and anaerobic performance of preadolescent boys. *International Journal of Sports Medicine* 7: 281-6, 1981.
19. **RUTENFRANZ J., LANGE-ANDERSEN K., SELIGER V., KLIMMER F., BERNDT I. and RUPPEL M.** Maximum aerobic power and body composition during the puberty growth period: similarities and differences between children of two European countries. *European Journal of Pediatrics* 136: 123-33, 1981.
20. **SALTIN B.** Physiological adaptation of physical conditioning: old problems revisited. *Acta Med. Scand. Suppl.* 711: 11-24, 1986.
21. **SPRYNAROVA S., PARIZKOVA J. and IRINOVA I.** Development of the functional capacity and body composition of boys and girls swimmers aged 12-15 years. In: *Pediatric Work Physiology (edited by J. Borms and M. Hebbelinck)*, pp. 32-8. Basel: Karger, 1978.
22. **TANNER J.M.** Growth at adolescence (2nd) ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1962.
23. **THARP G.D., NEWHOUSE R.K., UFFELMAN L., THORLAND N.G. and JOHNSON G.O.** Comparison of sprint and run times with performance on the Wingate anaerobic test. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 56, 1: 73-76, 1985.
24. **THEINTZ G.E.** Endocrine adaptation intensive physical training during growth. *Clinical Endocrinology* 41: 267-272, 1994.
25. **VANDEWALLE H. et FRIEMELF.** Tests d'évaluation de la puissance maximale des métabolismes aérobie et anaérobie. *Science et Sports* 4 : 265-279, 1989.
26. **WEINEK J.** Biologie du sport. Edition : Vigot, 783 p., 1992.
27. **WILLIAMS J.R. and ARMSTRONG N.** The influence of age and sexual maturation on children blood lactate response to exercise. *Ped. Exerc. Sci.* 3: 11-120, 1991.