

DIFFERENCES DANS LES PERFORMANCES ANAEROBIES ENTRE FILLES ET GARCONS SEDENTAIRES DURANT LA PUBERTE.

Mr. B. KHIAT

USTO. ORAN

INTRODUCTION :

Durant la puberté les changements se manifestent sur le plan morphologique que sur le plan physiologique, particulièrement endocrinien, et impliquent des modifications sensibles et distinctes du potentiel physique des jeunes individus à même âge chronologique. Ainsi contrairement au métabolisme aérobie 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 cette investigation longitudinale est d'étudier et de comparer les profils d'évolution de la puissance maximale anaérobie des filles et des garçons durant les différentes phases de la puberté.

MATERIELS ET METHODES :

Deux cent collégiennes et collégiens (108 filles et 92 garçons) âgés de 11 à 15 ans ont consenti à suivre le protocole expérimental qui a été réalisé au sein de leur établissement scolaire.

Protocole :

Chaque sujet a été examiné avant d'être autorisé à suivre le protocole suivant qui a été utilisé à trois reprises sur une période de deux années :

* détermination des caractéristiques biométriques et anthropométriques suivantes :

- mesure de la taille, du poids, des périmètres du biceps, de la cuisse et du mollet ainsi que la mesure des quatre plis cutanés (bicipital, tricipital, sous-scapulaire et sus-iliaque) (pince type langue) ;
- calcul du poids maigre et du pourcentage de masse grasse (Durnin et Rahaman) (9)
- détermination des stades pubertaires selon la classification de Tanner (25).
- la puissance maximale anaérobie (PMNA) a été déterminée par le test de force-vitesse de Vandewalle (26).

Matériel utilisé :

- vélo ergométrique à poids type Monark ;
- ordinateur pourvu d'un logiciel permettant le calcul automatique des valeurs de la PMNA, de la force maximale (Fo) et de la vitesse maximale (Vo) ;
- le test est constitué 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 les différents paliers. Les valeurs de Fo, Vo et PMNA sont données directement sur un graphe.

Statistique :

Les résultats sont exprimés par leurs moyennes et leurs écarts types en fonction de la classification pubertaire.

Nous avons procédé à des analyses de variance (ANOVA) pour mieux exprimer l'évolution des différents paramètres selon les différents stades de la maturation biologique et procéder à leur comparaison entre les deux sexes.

Résultats et discussion :**Les filles**

Aux quatre stades pubertaires

Stade Pubert	Age (an)	Taille (cm)	Poids (kg)	% M.G	PDS. Maig (kg)
S1 (n = 10)	11.08	148.60	39.46	13.06	33.69
	± 0.6	± 7.24	± 11.59	± 4.94	± 9.8
S2 (n = 23)	12.39	150.87	39.86	15.22	34.85
	± 0.7	± 6.45	± 11.99	± 4.89	± 6.87
S3 (n = 30)	12.69	150.98	44.27	12.35	36.16
	± 0.6	± 7.36	± 7	± 4.66	± 6.58
S4 (n = 27)	13.36	158.52	50.04	15.01	43.23
	± 0.5	± 6.85	± 6.53	± 5.16	± 5.99

Comme cela a été relevé dans la littérature (Pineau, 1991 ; Saltin, 1986) tous les indices morphologiques ont évolué très significativement ($p < 0.001$) entre le premier et le quatrième stade pubertaire excepté le pourcentage de masse grasse (% M.G) qui n'a pas augmenté significativement ainsi qu'une faible évolution du périmètre du biceps ($p < 0.05$). Cet important accroissement de la majorité des indices morphologiques a débuté au deuxième stade pubertaire et s'est accentué entre les stades trois et quatre. Ainsi la maturation biologique se traduit par des accroissements significatifs chez les filles de tous les caractères morphologiques. Les plus significatifs se situent entre le second et le quatrième stade soit entre 12 et 13 ans. C'est précisément dans cet intervalle de temps qu'apparaît l'âge des premières menstruations qui coïncident avec le pic de croissance. Buckler (1990) ; Sempé et coll. (1979) ont montré l'importance de la puberté au moment du pic de croissance sur le développement pondéral et statural.

Les indices physiologiques (Tableau 2)**Tableau 2 :** moyennes et Ecart types des indices physiologiques des filles.

Stade Pubert	PMNA	Fo	PoidsVo
	(watts)	(kgf)	(trs/mn)
S1 (n = 10)	233.89	8.60	127.53
	± 141.11	± 5.49	± 29.71
S2 (n = 23)	222.61	6.76	141.39
	± 106.61	± 3.30	± 33.7
S3 (n = 30)	277.90	8.35	147.20
	± 126.86	± 3.11	± 27.78
S4 (n = 27)	328.82	9.02	147.63
	± 110.74	± 4.29	± 50.7

La puissance maximale anaérobie (PMNA) a évolué significativement entre les stades pubertaires 1 et 4, particulièrement entre les stades 2 et 4 ($p < 0.01$). L'évolution des indices de force maximale (Fo) et de vitesse maximale (Vo) est restée non-significative durant les quatre stades pubertaires. A noter qu'entre les stades 1 et 3 il n'y a eu aucune différence significative pour tous les indices physiologiques. Par contre on relève un accroissement significatif ($p < 0.01$) de PMNA entre les stades 3 et 4.

La majorité des études (Eriksson et al, 1974 ; Cooper, 1994 ; Beunen et al ; 1982) ont montré qu'au cours du développement pubertaire les capacités glycolytiques augmentent alors que les activités enzymatiques oxydatives diminuent mais en restant toujours plus élevées que chez l'adulte.

Les Garçons**Les indices physiologiques (Tableau 3)****Tableau 3 :** Les indices morphologiques des garçons selon les stades pubertaires.

Stade Pubert	Age (an)	Taille (cm)	Poids (kg)	% M.G	PDS. Maig (kg)
S1	12.30	150.46	43.38	10.74	38.42
	± 0.6	± 7.13	± 8.26	± 4.84	± 5.63
S2	13.15	155.30	44.36	7.72	40.24
	± 0.7	± 7.32	± 8.13	± 4.63	± 6.35
S3	14.04	163.11	52.61	9.8718	46.49
	± 0.8	± 6.91	± 9.19	± 7.84	± 6.80
S4	14.99	168.00	56.31	8.72	50.93
	± 0.6	± 5.7	± 6.88	± 2.55	± 5.87

Les analyses de variance (ANOVA) révèlent une évolution très significative de la majorité des indices morphologiques des garçons du premier au quatrième stade pubertaire. Cette évolution similaire à celle constatée par différentes études (Buckler ; 1990 ; Manno, 1994) est plus significative entre les stades 2 et 3, ce qui correspond au moment du pic de croissance très souvent signalé par plusieurs auteurs (Beunen et coll ; 1982 Cooper, 1994, Saltin, 1986). Par contre il est à noter l'absence d'une croissance significative du pourcentage de matière grasse (% M.G) et sa relative stabilité. Cette stabilité a été constatée aussi dans d'autres (Armstrong et coll ; 1994 ; Erikson et Saltin, 1974). Ceci peut s'expliquer par les habitudes alimentaires en liaison avec les conditions sociales qui ne favorisent pas l'émergence d'un morphotype possédant une couche graisseuse importante.

Les indices physiologiques : (Tbleau 4)**Tableau 4 :** les indices physiologiques des garçons selon les stades pubertaires.

Stade Pubert	PMNA (watts)	Fo (kgf)	PoidsVo (trs/mn)
S1 (n = 10)	265.97	7.56	173.12
	± 64.03	± 2.28	± 83.35
S2 (n = 23)	327.02	9.65	147.61
	± 100.55	± 2.41	± 20.35
S3 (n = 30)	448.61	10.92	172
	± 104.72	± 2.38	± 21.30
S4 (n = 27)	544.50	14.38	168.51
	± 116.46	± 5.87	± 20.88

D'une manière générale on a constaté que du stade 1 au stade 4 il y a eu une évolution très significative ($p < 0.001$) de la puissance Anaérobie Maximale (PMNA) et de la force Maximale (Fo). L'évolution de la Vitesse Maximale (Vo) était moins significative ($p < 0.05$) durant ce même intervalle.

L'accroissement très significatif ($p < 0.001$) de la puissance maximale anaérobie (PMNA) particulièrement entre les stades 2 et 3 a été observé dans plusieurs études (Hertogh et coll ; 1992 ; Lacour, 1992 ; Delgado et coll ; 1993). Quand à la force maximale (Fo) son pic d'augmentation ($p < 0.001$) se situe entre les stades 3 et 4, c'est-à-dire un peu plus tard que celui de la PMNA comme cela a été noté par Buckler ; 1990 ; Kemper, 1985 ; Pineau, 1991. Par ailleurs l'évolution très significative ($p < 0.001$) de la vitesse maximale (Vo) entre les stades 2 et 3 parallèlement avec l'importante augmentation de la PMNA et de la Fo est révélatrice des importantes modifications biochimiques musculaires en relation avec le métabolisme de la glycolyse anaérobie décrites dans la littérature (Hermansen et Oseid, 1971 ; Melichna et coll ; 1983).

Tableau 5 : analyse de variance à un facteur, comparaison des indices physiologiques Des garçons et des filles non-sportifs selon les stades pubertaires.

	Stade 1		Stade 2		Stade 3		Stade 4	
	F	P	F	P	F	P	F	P
PMNA	0.54	NS	13.91	***	30.99	***	35.27	***
Fo	0.38	NS	14.30	***	12.39	***	11.53	***
Vo	2.70	NS	0.74	NS	14.41	***	2.31	NS

* : $p < 0.05$; ** : $p < 0.01$; *** : $p < 0.001$; NS : non-significatif.

On constate que les deux indices PMNA et Fo sont très significativement supérieures ($p < 0.001$) chez les garçons comparés aux filles aux stades pubertaires 2,3, et 4. Par contre il n'y a pas de différence significative de Vo entre les deux sexes aux stades pubertaires 1,2, et 4. Seulement au stade 3 la Vo des mâles est très significativement supérieure ($p < 0.001$).

La particularité de cette étude réside dans le choix de la classification qui rend compte de l'évolution des paramètres en fonction du développement pubertaire. L'analyse de la maturation par comparaison aux stades de Tanner est une méthode simple et moins coûteuse que la mesure de la concentration salivaire de testostérone (Fellman et coll ; 1988 ; Van Praagh et coll ; 1990) ; si elle se justifie lors d'étude d'un grand nombre de sujets, elle nécessite cependant que les observations soient faites par la même personne.

D'une manière générale la PMNA des garçons augmente très significativement chez les garçons à chaque stade particulièrement au stade 3 alors que pour les filles on ne note aucune augmentation significative entre chacun des quatre stades.

Nos résultats confirment ceux rapportés par les différents auteurs que PMNA et Fo augmente avec l'âge chez l'adolescent (Pineau, 1991 ; Inbar .O et Bar Or O ; 1986 ; Mercier B. et coll ; 1992 ; Van Praagh et coll ; 1990).

Toutefois, les valeurs rapportées par B. Mercier et coll. Concernent un groupe de jeunes adolescents suivant un programme d'éducation physique scolaire de 3 heures par semaine sont plus élevées à celles observées dans notre groupe pour la même tranche d'âge mais avec un profil d'évolution comparable.

D'autre part des études ont confirmé l'augmentation supérieure de la performance anaérobie des garçons comparés aux filles (Pineau. J.C ; 1991 ; Doré E. et coll ; 2000). Dans une étude sur la tolérance des enfants aux tests d'effort pédoni E et coll. (1999) ont montré que globalement il y a peu de différences entre garçons et filles jusqu'à 13ans, mais au-delà ; les garçons développent plus de puissance, tiennent plus longtemps l'effort. Ainsi les jeunes filles par rapport aux garçons augmentent leur force de façon plus graduelle et ne présentent pas de changement brutal dans le rythme d'augmentation de celle-ci au moment de la puberté ; la raison est essentiellement l'absence de production de grandes quantités de testostérone. Il en résulte finalement une masse musculaire et une masse osseuse supérieure chez les garçons, ce qui crée une différence notable dans la puissance potentielle des deux sexes (Bar-Or, 1989 ; Bouix et coll, 1997 Weltman et coll ; 1986).

Quand à la vitesse elle semble être génétiquement déterminée dans des limites relativement étroites. La vitesse maximale de course atteint son apogée entre 15 et 17 ans chez les filles non-entraînées, et entre 20 et 22 ans échantillon on note une vitesse très significativement supérieure ($p < 0.001$) des garçons au stade pubertaire 3 ce qui correspond à la période durant laquelle on relève les plus grandes différences en faveur des garçons dans les indices morphologiques entre les deux sexes particulièrement pour la taille, le poids et le poids maigre.

CONCLUSION

Nos résultats montrent une nette supériorité des indices morphologiques et physiologiques de l'effort des garçons particulièrement à partir du stade pubertaire 2 comparés à ceux des filles et que confirme la littérature.

Il semble donc que la puberté joue un rôle primordial dans les différences qui apparaissent au courant de la puberté entre filles et garçons. L'influence de la puberté et les différences les plus significatives se situent sur l'accroissement des indices morphologiques poids, poids maigre, taille à partir du stade 3, et pour les indices physiologiques PMNA, Vo et Fo à partir du stade 2. Ces différences dans l'évolution des paramètres étudiés sont principalement dues selon la littérature à des modifications hormonales particulièrement l'augmentation très importante du taux de testostérone chez les garçons.

Ainsi l'incidence de la maturation biologique semble être indissociable de la croissance. C'est durant cette période que se développent des processus d'adaptation fonctionnelle et structurelle responsables de l'amélioration de la performance physique ou de sa limitation.

Références :

- ARMSTRONG N, McMANUS A.M, WELSMAN J.R : Children's aerobic fitness. Br. J. phys. Educ. 25 : 9-11 (1994).
- BAR-OR O : trainability of the prepubescent child. Phys. Sports-Med 17 : 5,65-82 (1989).
- BEUNEN G, SIMONS J ; OSLYN B ; RENSON R. and Van GERVEN D : physical fitness as related to biological maturity. Anthropol. Zool. 26 :149-161 (1982).
- BOUX O ; BRUN J.F ; FEDU C ; MICALLEF J.P ; CHARPIAT A ; RAMA D. and 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).
- BUCKLER J : A longitudinal study of adolescent growth. Springer verlag, London, Berlin, 430 P. (1990).
- COOPER DM : Evidence and mechanisms of exercise modulation of growth –an overview. Med sci. Sports Exerc ; 26 : 733-40 (1994).
- DELGADO A ; ALLEMANDOU A. and PERES G. changes in the characteristics of anaerobic exercise in the upper limb during puberty in boys. Eur. J. appl. Physiol ; 66 : 376-380 ; 1993.
- DORE E ; DIALLO O ; BEDU M. et Van PRRAGH. Performance au saut vertical chez les filles et les garçons âges de 8 à 18 ans : relation avec le pic de puissance sur ergocycle. Science et sports, 15 : 342-343, 2000.
- DURNIN J. and RAHAMAN M. the assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. Br.j. nutr ; 21 : 681-689 (1967).
- ERIKSSON B.O ; GOLLINCK P.D ; and SALTIN B : muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11-13 years old. Acta physiol. Scand ; PP. 485-492 (1987).
- ERIKSSON B.O ; and SALTIN B : muscle metabolism during exercise in boys aged 11 to 16 years compared to adults. Acta paediatrica Belgica, 28 : 257-65 (1974).
- FELLMANN N ; BEDU M ; SPIEL VOGEL H ; FALGAIRETTE G ; VAN PRAAGH E ; JARRICE JF and COUDERT J : anaerobic metabolism during pubertal development at high altitude. J. Appl. Physiol Resp. env Ex. physiol. 64,4 : 1382-1386 (1988).
- HERMANSEN L. and OSEID S. direct and indirect estimation of oxygen uptake in pre-pubertal boys. Acta paediatrica scandinavia, 217 : 18-23 (Suppl), 1971.
- HERTOGH C. MICALLEF J.P. et MERCIER J. puissance anaérobie maximale chez l'adolescent (étude transversale). Science et sports 7 : 207-213, 1992.
- INBAR O and BAR-OR anaerobic characteristics in male children and adolescent.med sci. Sports exercise 18 : 264-269, 1986.

- KEMPER H.C.G. Growth, health and fitness of teenagers. Medicine and sport science, vol. 20 ed, Hebbelink : 202p. 1985.
- LACOUR J.R. Biologie de l'exercice musculaire. Edit : Masson, 199 P. (1992).
- MANNO R. les qualités physiques entre 6 et 14 ans. Revue E.P.S n°249, 1994.
- MELICHNA J ; HAVLICKOVA L E; SPYNAROVA S. and NOVAK J. the composition of the muscle fibre types in junior middle-distance runners. Physician and physical Education 6 : 28-31, 1983.
- MERCIER B ; MERCIER J ; GRANIER P ; le GALLOIS D. and PREFAUT C. Maximal anaerobic power : relationship to anthropometric characteristics during growth. Int.j. sports Med. 13, 1 : 21-26, 1992.
- PEDRONI E ; AURICOMBE L ; MANDEL C ; ASSOUN L ; PERRONE S. and SID D. exercise tolerance tests on children : criteria of normality. Médecine du sport 3 : 28-32, 1999.
- PINEAU J-C importance de la puberté sur les aptitudes physiques des garçons scolaires. Bull et Mém. De la soc. D'anthrop. De Paris. N.s t.3 n°3-4 : 275-286 (1991).
- SALTIN B. physiological adaptation of physical conditioning : old problems revisited. Acta Med. Scand (Suppl) 711 : 11-24 (1986).
- SEMPE M ; PEDRON G. et ROY-PERNOT M.P auxologie, méthodes et séquences. Ed : théraplix, Paris, 205 P. (1979).
- TANNER J.M. growth at adolescence (2nd ed) oxford, blackwell scientific publications (1962).
- VANDEWALLE H. et FRIEMENT F. tests d'évaluation de la puissance maximale des métabolismes aérobie et anaérobie. Science et sport, 4 : 265-279 (1989).
- VAN PRAAGH E ; FELLMAN N; BEDU M ; FALGAIRETTE G. and COUDERT J. gender difference in the relationships of anaerobic power output to body composition in children. Pediatr. Exerc. Sc 2 : 336-48 (1990).
- WELTMAN A ; JANNEY C ; RIAN S C.B and al. The effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males. Med sci. Sports exerc. 18 : 629-638 (1986).