



PONTO DE VISTA

**CRIANÇAS E ADOLESCENTES: DESEMPENHO,
MENSURAÇÕES, EDUCAÇÃO.
CHILDREN AND ADOLESCENTS: PERFORMANCE,
MEASUREMENTS, EDUCATION.**

P.O. Astrand

Department of Physiology III
Karolinska Institute

RESUMO

ASTRAND, P.O. Crianças e adolescentes: desempenho, mensurações, educação. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, vol. 6, nº 02, pp 59-68, 1992.

Os especialistas em pediatria observam que as crianças tanto funcional quanto estruturalmente não são apenas miniaturas dos adultos. São fatores importantes para a performance física, a função neuromuscular (coordenação, força, técnica), capacidade aeróbica e anaeróbica, potência aeróbica e anaeróbica, motivação, tática. Para o controle da postura e muitos outros exercícios, três campos de informações são essenciais para um ótimo funcionamento do sistema nervoso central: (1) sistema proprioceptivo; (2) sistema visual; (3) sistema vestibular. Isoladamente estes sistemas se desenvolvem muito precocemente ao longo da vida, porém não antes dos oito anos de idade, quando estão totalmente integrados. A potência aeróbica máxima é considerada o melhor índice da capacidade cardiovascular, é altamente correlacionada à massa corporal (M) e correlaciona-se ainda melhor quando a massa é elevada a 0.75 ($M^{0.75}$) nas crianças e adolescentes, em consequência das modificações determinadas pelo sexo no início da puberdade. A força é positivamente relacionada à massa muscular, um problema particular quando se estuda sujeitos entre as idades de 07 a 17 anos. Há, em geral, grande discrepância entre a idade cronológica e a idade biológica. O início da puberdade indicado pelo desenvolvimento das características sexuais secundárias e idade de pico de crescimento (PHV) da altura pode variar dos 09 até os 15 anos nas garotas, que são em média dois anos mais adiantadas que os garotos.

ABSTRACT

ASTRAND, P.O. Children and adolescents: performance, measurements, education. Brazilian Journal of Science and Movement, vol. 6, nº 2, pp 59-68, 1992.

Experts in pediatrics point out that children in structures and functions are not just small miniatures of adults. Factors of importance for physical performance are neuromuscular function (coordination, technique, strength), maximal aerobic and anaerobic power and capacity, motivation, tactics. For control of posture and many exercises three sets of information are essential for an optimal function of the central nervous system: from (1) the proprioceptive system, (2) the visual system, and (3) the vestibular system. Per se these systems are well developed very early in life but it is not until the age of approximately 8 years that these sets are fully integrated. Maximal aerobic power is considered to be the best single index of cardiopulmonary fitness. It is highly correlated to the body mass (M) and still better for $M^{0.75}$ in children and adolescents with a modifying gender influence from the onset of puberty. Strength is positively related to muscle mass. A particular problem in studying young subjects between the ages of 9 and 17 years is the often large discrepancy between chronological and biological age. The onset of puberty as indicated by development of secondary sex characteristics and age of peak height velocity can vary from 9 up to 15 years in girls who are on average 2 years ahead of the boys. For a boy of 13 years body height can vary from 130 to 180 cm and weight from 30 to 80 kg. In those ages competitions with the athletes classified in chronological age



Para um menino de 13 anos, a altura pode variar de 130 a 180 cm e o peso de 30 a 80 kg. Nesta fase a competição entre atletas que são classificados segundo o critério de idade cronológica é particularmente "não-democrática" e traz problemas de ordem psicológica e educacional. Na variação que ocorre entre os 09 e 17 anos é particularmente importante levar em consideração os aspectos dimensionais e sua relação com a idade biológica do indivíduo para que se possa avaliar e interpretar corretamente dados experimentais.

UNITERMOS - Idade biológica, máxima potência aeróbica, força, economia de corrida.

INTRODUÇÃO

Irei concentrar esta discussão nas dimensões corporais em crianças e adolescentes com referência à potência aeróbica, força muscular e economia de corrida quando comparados aos adultos. Deve ser enfatizado que tradicionalmente, nos testes de aptidão para crianças, têm sido incluídas medidas de performance motora, que são relativamente simples e de baixo custo operacional. O Colégio Americano de Medicina Esportiva recomenda que as medidas estejam relacionadas à saúde e que critérios "padrão/referência" sejam usados para interpretar estes resultados (1991). Esta é uma questão importante: que padrão deve ser aplicado? Nos indivíduos em crescimento, notamos marcadas alterações na dimensão e na função. Os dados são, geralmente, difíceis de analisar e interpretar, incluindo também as relações causa-efeito.

IDADE BIOLÓGICA X IDADE CRONOLÓGICA

A idade cronológica, definitivamente, não é um bom ponto de referência quando se analisam dados biológicos em crianças e adolescentes. É uma consequência evolutiva inevitável que os indivíduos de uma mesma espécie sejam diferentes em muitos aspectos. Tanner estabeleceu marcos importantes da idade biológica (ver Tanner, 1981). Através de mensurações regulares das características da aptidão física como peso e altura, pelos menos duas vezes ao ano, e observações no desenvolvimento das características sexuais secundárias e maturidade esquelética pode-se acompanhar a

groups are particularly "undemocratic" and create psychological and educational problems.

In the 9-17-year-old range it is particularly important to include dimensional aspects, to a high degree related to the biological age of the subject, when evaluating and interpreting experimental data.

UNITERMOS - Biological age, maximal aerobic power, strength, running economy.

INTRODUCTION

I will concentrate this discussion on body dimensions in children and adolescents as compared with adults with reference to maximal aerobic power, muscular strength, and running economy. It should be emphasized that traditionally fitness testing of children has mainly included measurements of motor performance components which are relatively simple and inexpensive to employ. The American College of Sports Medicine has recommended "... that youth fitness tests emphasize health related measures and that criterion referenced standard be applied in interpreting the results of these tests" (1991). It is an important question which standard one should apply. In the growing individual we notice marked changes in dimensions and functions. Data are often difficult to analyze and interpret, including casual relationships.

BIOLOGICAL VERSUS CHRONOLOGICAL AGE

Chronological age is definitely not a good reference point when analysing biological data in children and teenagers. It is an inevitable evolutionary consequence that individuals within a species are different in many ways. Tanner has established the general framework of the biological age (see Tanner, 1981). By regular measurements of physical characteristics such as height and weight at least twice a year, and observations on the development of secondary sex characteristics and skeletal maturity, the maturity of the young individual may be followed. A longitudinal recording of the height, which is certainly easy to do, gives a good picture of the onset of puberty. Figure 1 shows the distribution of chronological age at peak height



maturação de indivíduos jovens. Um registro longitudinal da altura, que é certamente fácil de realizar, nos dá um bom quadro sobre o início da puberdade. A Figura 1 mostra a distribuição cronológica do pico de velocidade de crescimento (PHV) em altura de 357 meninas e 373 meninos acompanhados dos 09 aos 18 anos de idade. Em média o incremento na altura durante o PHV foi de 08 cm para as garotas e 10 cm para os garotos. A menarca nas meninas, normalmente, ocorre logo após o surto de crescimento e um intervalo de aproximadamente um ano. Neste grupo o PHV ocorreu precocemente aos 9,5 anos em algumas garotas, mas não ocorreu até 15 anos em outras. Nos meninos o intervalo era de 11 a 17 anos. A maturação sexual das garotas era aproximadamente, 2 anos mais adiantada que a dos garotos. Do ponto de vista biológico, os dados de performance física, função pulmonar, potência máxima aeróbica e anaeróbica, força muscular e efeitos do treinamento, deveriam, quando possível, ser avaliados tendo como base a idade biológica, por exemplo PHV, como ponto médio de referência. Um problema é que, quando a criança ainda não atingiu o PHV, não podemos saber quantos anos ela levará até atingir o pico máximo de crescimento.

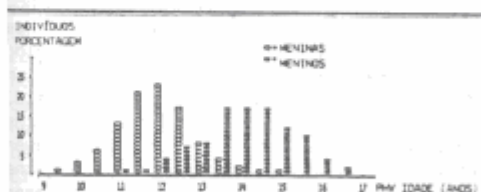


FIGURA 1 - Distribuição na porcentagem de PHV-idades para meninas (n=357) e meninos (n=375). (De Lindgren, 1978).

POTÊNCIA AERÓBICA MÁXIMA

Foi proposto que o nível mais alto de consumo de O_2 em exercício envolve uma grande massa muscular, é melhor índice indireto da aptidão cardiopulmonar. Taylor e colaboradores (1987) desencadearam um "senso comum" sobre o conceito de "symmorphose" pelo qual explicam que nenhum outro mecanismo teria maior capacidade de

velocity age (PHVage) for 357 girls and 373 boys followed from age 9 up to 16 and 18 years respectively. In average the increase in height at PHVage was 8 cm for 10 cm for boys. The girl's first menstruation normally occurs closely after this accelerated growth spurt, with a time lag of about one year. In this group PHVage occurred as early as at the age of 9.5 years for some girls but not until the age of 15 years for others. In boys the range was from 11 up to 17 years. With regard to sexual maturity the girls were approximately 2 years ahead of the boys. From a biological viewpoint data on physical performances, lung function, maximal aerobic and anaerobic power, muscle strength, effect of training should, when possible, be evaluated with biological age as a baseline, i.e. with PHVage as a midpoint. A problem is that when a child has not reached PHVage we do not know how many years it will take before it reaches that age.

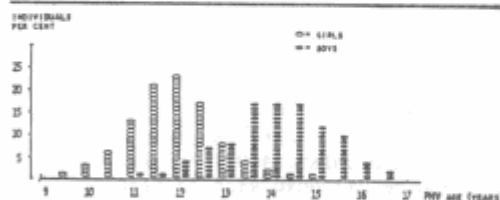


FIGURE 1 - Distribution in percentage of PHV-ages for girls (n = 357) and boys (n = 373). (From Lindgren, 1978).

MAXIMAL AEROBIC POWER

It is proposed that the highest rate of oxygen uptake in exercise engaging a large muscle mass is the best single index of cardiopulmonary fitness. Taylor and co-workers (1987) have launched a "common sense" concept of symmorphosis by which they mean that in the cascade of O_2 from air to the mitochondria in the muscles no link should have a greater capacity than other links. As a consequence there should not be a critical "bottle neck". Their studies on animals, body weight from 30 kg to 300 kg give some support to their symmorphosis concept. If maximal oxygen uptake (y) is related to body mass (x), $y = ax^b$



suprir O_2 que a cascata de oxigênio do ar para a mitocôndria no músculo. Como consequência, seus estudos em animais de pequeno porte corporal entre 30 g para 300 kg dão suporte ao conceito de symmorphose, uma vez que, se o consumo máximo de oxigênio (y) está relacionado à massa corporal (x), $y = a x^b$ onde (a = intersecção b = dimensão exponencial ou jatos da escala); o valor de b foi aproximadamente 0,75. Ex.: nos animais menores houve um pico de consumo máximo de O_2 por kg de massa bem maior do que nos animais maiores. Existem dados indicando que a potência aeróbica máxima em adultos é limitada pela circulação central (ver Astrand, 1989). Enquanto nas crianças, o mesmo jato não sabemos se verdadeiro. Quando se avaliam crianças e adolescentes, muitos indivíduos não conseguem atingir um "nível de plateau no consumo de O_2 ", quando é aumentada a carga de trabalho. Em minha tese (1952) não foi encontrado um plateau em pelo menos 50% dos sujeitos nas idades entre 4 e 18 anos. Entretanto, o pico de frequência cardíaca e concentração de lactato foi similar ao do grupo que atingiu um claro plateau e naqueles com maior ou menor aumento linear do oxigênio como consequência do aumento na velocidade da esteira até a exaustão. Armstrong e cols. (1991) reportaram que o plateau de oxigênio ficou claramente demonstrado na esteira em apenas 31% dos indivíduos masculinos e 40% no feminino. Já no cicloergométrico foram respectivamente 23% e 31% dos indivíduos. Entretanto, Armstrong e cols. observam que: está bem documentado o fato de que crianças, quando suficientemente encorajadas, chegam ao consumo máximo de O_2 sem, no entanto, alcançar um plateau. Se extremamente motivadas, elas também alcançam alto pico de lactato plasmático durante a recuperação, entre tanto não tão alto como o pico alcançado pelos adultos (ver Astrand, 1952). O consumo de O_2 durante o exercício expresso em litros por minuto dá uma informação da energia aeróbica produzida secundariamente e está altamente correlacionada com débito cardíaco. Fico surpreso que mesmo cardiologistas se atenham ao consumo máximo corrigido pela massa ($ml/kg \cdot min^{-1}$ ou METS). Sua correlação com débito cardíaco é baixa.

Em indivíduos geometricamente simila

(a = intercept, b = dimensional exponent of slope or scaling factor) the b value was approximately 0.75 i.e. the small animals had higher peak oxygen uptake per kg body mass than the larger ones.

There are data indicating that the maximal aerobic power in adults is limited by central circulation (see Astrand, 1989). Whether the same holds true in children we do not know. When testing children and teenagers it is in many subjects not a "levelling off", a plateau in the oxygen uptake when increasing the work rate. In my thesis (1952) I did not find such a plateau in about 50% of the subjects, age range 4 to 18 years. However, peak heart rate and blood lactate concentration was similar in groups with a clear plateau and those with a more or less linear increase in oxygen with increasing speed on the treadmill up to exhaustion. Armstrong et al. (1991) report that a maximal O_2 plateau was demonstrated on the treadmill by 31% of the boys and 40% of the girls. On the cycle ergometer the figures were 23% and 31% respectively. However, Armstrong et al. point out that it is well documented that children, if sufficiently encouraged, approach the true limit of maximal O_2 uptake without reaching a plateau. If highly motivated they also reach a high peak blood lactate concentration during recovery, however, not as high as noted in adults (see Astrand, 1952). The oxygen uptake during exercise expressed in $l \cdot min^{-1}$ gives an information of the aerobic energy yield. Secondly it is highly correlated with the cardiac output. I am surprised that even cardiologists often concentrate on the maximal oxygen uptake divided by body mass ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ or METS). Its correlation with cardiac output is low.

In geometrically similar and quantitatively identical individuals, we may expect all linear dimensions (L) to be proportional, strength, aerobic power, cardiac output to related to L^2 and volumes and masses (M) to L^3 (see Astrand and Rodahl, 1986, chapt. 9). If the exponent or scaling factor is not the expected one biological factors have interfered changing, e.g. body composition and geometry, quality of tissues. It was mentioned that in animals with a wide range in body mass the scaling factor is approximately 0.75 which is very



res e qualitativamente idênticos podemos esperar todas as dimensões lineares (L) serem proporcionais à força, potência aeróbica e débito cardíaco elevados ao quadrado L^2 e aos volumes e massas (M) elevados ao cubo (L^3) (ver Astrand and Rodahl, 1986, capítulo 9). Se o expoente de fator encontrado não for o esperado, então uma variável biológica interferiu alterando o fenômeno; ex.: composição corporal e geometria ou qualidade do tecido. Foi mencionado que nos animais com larga variação na massa corporal o expoente é aproximadamente 0,75, o qual é muito próximo ao teoricamente esperado $M^{2/3}$. Em outras palavras, na mesma medida que os animais ganham porte, há um aumento inversamente proporcional ao consumo máximo de oxigênio por kg de peso corporal. Porém, se olharmos os dados em indivíduos na fase de crescimento, encontraremos um aumento no pico de consumo de oxigênio em litros por minuto ($l/min.$), mas um nível constante quando é expresso em $ml.kg^{-1}$ em garotos e um decréscimo nas garotas dos 08 aos 10 anos (Astrand, 1952; Armstrong et al., 1991). Sob o ponto de vista estritamente dimensional, poderíamos esperar um declínio para meninos de 08 aos 18 anos, mas o expoente para o pico de consumo de O_2 variou de 1,0 até 0,75. No estudo de 1952 foi observado que a correlação entre consumo máximo de O_2 e massa total de hemoglobina (Hb) foi alta ($r=0,97$) e a iniciação teórica quase perfeita o valor "b" foi 0,76. Crianças e mulheres têm baixa concentração de hemoglobina em relação ao homem, a qualidade do sistema de transporte de O_2 é diferente e evidentemente não há nenhum mecanismo compensatório. Tal fato é uma das causas que podem explicar a baixa potência aeróbica por kg de peso, que é muito menor nas crianças quando comparado com adultos.

FORÇA

A máxima força muscular, teoricamente, quando relacionada à massa corporal, teria um expoente em quadrado (L^2) onde L é a altura corporal. Entretanto a força em garotas de 08 a 16 anos, analisada em um estudo de proporcionalidade, foi ($L^{2,89}$), que é similar ao expoente para consumo máximo de oxigênio ($L^{2,9}$) (ver Astrand and

close to the theoretically expected $M^{2/3}$. In other words, as the animal gets larger there is an inversal increase in maximal oxygen uptake per kg body mass. Now, if we look at data on growing individuals we find an increase in peak oxygen uptake, $l.min^{-1}$, but a constant level when expressed as $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ in boys and decrease in girls from age 8 - 10 years (Astrand, 1952; see Armstrong et al., 1991). From a strictly dimensional viewpoint we should expect a decline for the boys from age 8 to 18 years but the scaling factor for peak O_2 uptake was closely to 1.0, i.e. far from 0.75. In the 1952 study it was noted that the correlation between maximal O_2 uptake and total mass of hemoglobin (Hb) was high ($r = 0.97$) and the slope theoretically almost "correct", b-value being 0.76. Children and women have a lower Hb concentration than men, quality in the O_2 transport system is different and evidently there is no compensatory mechanism. That is one candidate which can explain that maximal aerobic power per kg body mass is too small in children as compared with adults.

STRENGTH

Theoretically maximal muscular strength when related to body mass should have a scaling factor L^2 where L is body height. However, strength in 8- to 16-year-old boys was in one study proportional to $L^{2.89}$ which is similar to the scaling factor for maximal oxygen uptake ($L^{2.9}$, see Astrand and Rodahl, 1986 p.401). The children are relatively weak. It may be a coincidence that the scaling factor for maximal aerobic power and strength were identical.

RUNNING ECONOMY

For good endurance in running the following factors are important: a high aerobic power, an efficient running economy, and ability to attain a high speed without accumulation of lactate and protons in active muscles and blood. In very prolonged exercise glycogen stores in muscles and liver and also water balance are affecting performance. (I ignore here psychological factors).

Considering the high maximal aerobic



Radahl, 1986, p. 401). As crianças são relativamente frágeis. Pode ser apenas coincidência que o fator expoente para potência aeróbica máxima e força seja idêntico.

ECONOMIA DE CORRIDA

Para uma boa endurance na corrida são importantes os seguintes fatores: alta potência aeróbica, eficiente economia de corrida, habilidade para manter alta velocidade sem acumular lactato e prótons na musculatura ativa e no sangue. Nos exercícios muito prolongados o performance é afetado pelo estoque de glicogênio muscular, hepático e também pelo equilíbrio hídrico (ignoro se há fatores psicológicos neste caso).

Considerando a alta potência aeróbica nas garotas abaixo de 10 anos, por que elas não dominam a corrida de média e longa distância? Uma razão é que crianças têm maior gasto de O_2 em $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, quando correm a uma dada velocidade submáxima, do que adolescentes. Ex.: elas têm uma economia de corrida pobre (Astrand, 1952 - para referências mais recentes, ver Berg, et al., 1991). Uma hipótese que tem sido aventada é que crianças com seu baixo peso corporal não podem utilizar totalmente as propriedades elásticas da musculatura esquelética, suas habilidades para estocar energia cinética em ativação excêntrica dos músculos. Ex.: na extensão do joelho, quando o pé toca o solo, estes músculos estão alongados. Esta energia é normalmente sustentada pela energia produzida metabolicamente durante a fase concêntrica do "take off". Ainda não temos respostas para este fenômeno. Entretanto, em garotos de 09 anos de idade, há uma estreita similaridade com os adultos no que diz respeito ao grau de pré-ativação da musculatura da perna durante diferentes tipos de saltitamento bem como na potenciação do músculo ativo durante a fase concêntrica do saltitamento em sua maior altura (Moritani et al., 1989). Dados não publicados do mesmo autor mostram que estes garotos praticam o salto vertical de uma posição semiflexionada, com ou sem "contador de movimentos" (saltando), que recuperaria parte da potência desenvolvida durante o salto com técnica de salto. O que indicou que as

power in girls below age 10 years, why do they not dominate in middle and long-distance running? One reason is that children have a higher O_2 uptake, $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, when running at a given, submaximal speed than teenagers, i.e. they have a poor running economy (Astrand, 1952; for more recent refs, see Bergh et al., 1991). One hypothesis has been that children with their low body weight cannot fully utilize the elastic properties of skeletal muscles, their abilities to store kinetic energy in eccentric activation of the muscles, e.g. in the knee extensors when the foot hits the ground and these muscles are stretched. This energy is normally supporting the energy yielding metabolic during the concentric "take off" phase. So far we do not have the answer. However, in 9-year-old boys, there were striking similarities between them and adults with respect to the degree of pre-activation of leg muscles during different hopping regimes as well as potentiation of muscle activity during the concentric phase of maximal height hopping (Moritani et al., 1989). Unpublished data from the same authors show that these boys making vertical jumps from a semi-squatting position, with and without counter movements (bouncing), could recover part of the developed power during the jump with bouncing technique. That indicated that the children could use energy absorbed and stored in the muscles as elastic energy during the phase of eccentric activation.

In studies on animals with different sizes running at a given speed it has been noted that the oxygen uptake per kg body weight has a scaling factor of approximately 0.75 for ref see Bergh et al., 1991. These authors measured the O_2 uptake at a submaximal speed on the treadmill on well-trained athletes, body weight from 42 to 85 kg. They found consistently that the lighter the runner, the higher was the O_2 uptake per kg mass, the exponent b being in average 0.75. Applying this model on my data from 1952 demonstrated that the submaximal O_2 uptake at a given running speed scaled with 0.74. Hence, it seems logical to adopt the concept that humans and animals are alike in this respect than to assume that the energy demand should be proportional to body for humans alone. The higher O_2 uptake per kg body weight



crianças poderiam usar absorção de energia e estocada no músculo como energia elástica durante a fase de ativação excêntrica. Em estudos com animais de diferentes tamanhos correndo a uma velocidade pré-estabelecida, foi notado que o consumo de O_2 por kg de peso corporal teve uma escala de aproximadamente 0,75 (ver referência Bergh et al., 1991). Estes autores mediram o consumo de oxigênio a uma velocidade submáxima na esteira em atletas bem treinados, peso corporal variou de 42 a 85 kg. Eles encontraram consistentemente que os corredores mais leves tinham o maior consumo corrigido pela massa, com o expoente "b" permanecendo em média 0,75. Aplicando este modelo aos meus dados de 1952, ficou demonstrado que o consumo de O_2 submáximo a uma velocidade específica de corrida o expoente era de 0,74. Assim parece lógico admitir que humanos e animais são similares neste aspecto, em lugar de supor que a energia despendida seria proporcional à massa somente em humanos. O maior consumo de O_2 por kg de peso encontrado em crianças quando comparado com adultos durante a corrida a uma velocidade específica é apenas uma consequência da diferença no tamanho corporal. Há outra diferença: crianças de 08 anos de idade podem aumentar apenas o consumo basal (BMR) 9,4 vezes quando ocorrem a uma velocidade máxima de 5 minutos; mas um indivíduo de 17 anos alcançaria uma potência aeróbica que é 13 vezes maior ao seu consumo basal (Astrand, 1952). A criança tem menor potência de reserva que o adulto.

DESENVOLVIMENTO MOTOR

Para o controle da postura e vários outros movimentos, três níveis de informações são essenciais: 1. sistema proprioceptivo (receptores articulares, músculos, tendões, pele); 2. sistema visual; 3. sistema vestibular. Estes três sistemas estão desenvolvidos precocemente na vida, mas são integrados até a idade de aproximadamente 08 anos (ver Forsberg e Nashner, 1982). É durante a puberdade que o sistema piramidal atinge total maturidade funcional e o indivíduo torna-se capaz de desenvolver movimentos de coordenação fina, baseando na integração da atividade nervosa em vários níveis do sistema nervoso

noted in children as compared with adults when running at a given speed is just a consequence of differences in body size. There is another difference: the 8-year-old child could only increase the basal O_2 uptake (BMR) 9.4 times when running at maximal speed for 5 min but the 17-year-old could attain an aerobic power which was 13 times the BMR (Astrand, 1952). The child has a smaller power reserve than the adult.

MOTOR DEVELOPMENT

For control of posture and various exercises three sets of information are essential: (i) from the proprioceptive system (receptors in joints, muscles, tendons, skin); (ii) from the visual system; (iii) from the vestibular system. These system are well developed early in life but they are not integrated until the age of about 8 years (see Forsberg and Nashner, 1982). It is during puberty that the pyramidal system attains full functional maturity and the individual becomes capable of developing the fine coordinated movements based on the integration of nervous activity from various levels of the central nervous system (CNS) and the impact from all peripheral receptors. The changing body dimensions during adolescence necessitate a continuous modification of the interpretation of impulses exchanged between peripheral receptors, the CNS, and the muscles to secure a correct innervation pattern for given tasks.

TRAINING; HOW TO FIND TALENTS FOR SPORTS

Rowland (1991) has recently summarized the literature. He concludes that the prepubertal children appear to be capable of responding to endurance training with improvements in maximal aerobic power. Such adaptations are qualitatively similar but probably quantitatively less compared with those in adults. Froberg et al. (1991) report that the period extending from 2 years to 1 year before PHV age is one in which intense high-volume training can increase relative maximal aerobic power to the same degree as seen in adults.

In this context it should be mentioned



central (SMC) e o impacto dos receptores periféricos. As alterações na dimensão corporal durante a adolescência necessita de contínua modificação na interpretação dos impulsos trocados entre os receptores periféricos, o SNC e o músculo para assegurar um correto padrão de inervação para uma determinada tarefa.

TREINAMENTO; COMO ACHAR TALENTOS PARA ESPORTES

Rowland (1991) recentemente sumariou a literatura. Ele concluiu que as crianças pré-pubertárias parecem ser capazes de responder ao treinamento de endurance com aumento na potência aeróbica máxima. Estas adaptações são qualitativamente similares mas provavelmente quantitativamente menores que aquelas obtidas pelos adultos. Froberg et al., (1991) reportaram que o período de 2 anos a 1 ano antes do PHV (pico velocidade de crescimento em altura) é um dos períodos nos quais um grande volume de intensidade do treinamento pode aumentar a potência aeróbica máxima ao mesmo nível observado nos adultos. Neste contexto deveria ser mencionado que os cinco dos melhores tenistas suecos (1985) se envolveram em diversos esportes antes dos 14 anos quando então iniciaram treinamento de "especialização" no tênis. Eles foram comparados com o grupo controle de tenistas que eram tão bons ou melhores quando tinham de 12 a 14 anos de idade. Estes atletas especializaram-se precocemente no tênis, treinaram mais e maturaram antes. Assim eles tiveram uma performance melhor, mas aparentemente não tiveram estímulo suficiente para alcançar nível internacional (Carlson e Engstrom, 1986). Seria positivo se pudéssemos estimular as crianças e adolescentes para tentar muitos esportes, especializando-se apenas em uma modalidade após o PHV. Em minha opinião as competições em maratonas e triatlo não deviam ser permitidas antes da idade apropriada, ou seja, 18 anos. Uma conclusão do estudo acima mencionado nos jogadores de tênis é que a performance nas idades entre 12 e 14 anos não é bom avaliador da elite futura. Malina (1990) assinalou que, com poucas exceções, as correlações para prever o crescimento, aptidão e status cardiovascular são geralmente de moderadas a

that the five best Swedish male tennis players (1985) were allround in sports before the age of 14 and first at this age they started to specialize in tennis. They were compared with a control group with players who were as good or better when 12 to 14 years old. Those players specialized much earlier in tennis, trained more and matured earlier. Therefore they performed well but apparently they were not gifted to reach world class (Carlson and Engström, 1986). It is positive if one can generalize and stimulate children and young teenagers to try many sports, wait with concentrating on one event until after PHVage. In my opinion competition in marathon and triathlon should not be allowed before the age of, say 18 years.

One conclusion from the mentioned study of tennis is that performance at age 12-14 was not a good predictor of future elite achievements. Malina (1990) points out that with few exceptions, interage correlations for indicators of growth, fitness and cardiovascular status are generally moderate to low and thus have limited predictive utility. A boy who starts specializing in high jump or basketball and stops growing when 170 cm tall has picked wrong event if his ambitions was to be champion in that event.

EDUCATION

How important is habitual physical activities during childhood and adolescence for optimal development, for prevention of various diseases during that period of time, for the future? Which education is optimal to create a positive attitude and lifelong interest in sports? We know very little. One problem in physical education classes is the wide range in fitness and interest. It has been pointed out that maturation age differs markedly. At chronological age 13 we can find a boy with weight 30 kg and height 130 cm and his classmate may be 80 kg heavy and 180 cm tall. Leg strength can be 150 and 850 N respectively. It is a challenge to be teacher.

For optimal function and health habitual physical activity is essential, particularly at higher age (see Astrand,



baixas e assim têm valor prognóstico limitado. Um garoto que inicia especialização no salto ou no basquete e pára de crescer quando atinge 170 cm escolheu o evento errado, se sua ambição era ser campeão naquele evento.

EDUCAÇÃO

Qual é a importância da atividade física habitual durante a infância e adolescência para um ótimo desenvolvimento, para prevenção de várias doenças durante aquele período da vida e no futuro? Qual é a educação ideal para criar atitudes positivas ao longo da vida e interesse no esporte? Nosso conhecimento é muito limitado. Um problema nas aulas de educação física é a ampla variação em aptidão física e interesses.

Tem sido afirmado que a idade de maturação difere marcadamente aos 13 anos de idade cronológica podemos encontrar um garoto pesando 30 kg e 130 cm de altura e seu colega de classe pode ter 80 kg e 180 cm de altura. Força de membros inferiores podem ser 150N e 805N, respectivamente. Este é o deságio de ser professor. Para uma função ótima e saudável a atividade física é essencial, particularmente nas idades avançadas (ver Astrand, 1988). Penso que os mesmos preceitos são verdadeiros para as gerações mais novas. Em muitos países industrializados há uma tendência a diminuir o tempo de educação física escolar. Quais serão as consequências futuras dessa ignorância?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Guidelines for exercise testing and prescription. Lea & Febiger, Philadelphia, 1991.
- ARMSTRONG, N., WILLIAMS, J., BALDING, J., GENTLE, P. and KIRBY, B. The peak oxygen uptake of British children with reference to age, sex and sexual maturity. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 62:369-375, 1991.
- ASTRAND, P.O. Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age. Munksgaard, Copenhagen, 1952.
- ASTRAND, P.O. Effects of training and adaptation in man and other animals. In: Wieser E. and Graiger E. (eds). *Energy Transformations in Cells and Organisms*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 254-261, 1989.
- ASTRAND, P.O. and RODAHL, K. *Textbook of Work Physiology*. McGraw-Hill, New York.
- BERGH, U., SJÖDIN, B., FORSBERG, A. and SVEDENHAG, J. The relationship between body mass and oxygen uptake during running in humans. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23:205-211, 1991.
- CARLSON, R. and ENGSTRÖM, L.-M. 80-talets Svenska tennisunder (The Swedish tennis wonder during the 1980's). College of Physical Education, Box 5626, S-113 86 Stockholm, Report 7, 1986.
- FORSBERG, H. and NASHNER, L. Ontogenetic development of postural control in man: adaptation to altered support and visual conditions during stance. *J. Neuroscience*, 1:545-554, 1982.
- FROBERG, K., ANDERSEN, B. and LAMMERT, O. Maximal oxygen uptake and respiratory function during puberty in boy groups of different physical activity. In: Franke R. and Szmodis I. (eds.). *Children and Exercise Pediatric Work Physiology XV*. National Institute for Health Promotion, Budapest, 265-280, 1991.
- LINDGREN, G. Growth of school children with early, average and late ages of peak height velocity. *Ann. Human Biol.*, 5:253-267, 1978.
- MALINA, R.M. Growth, exercise, fitness, and later outcomes. In: Bouchard C., Shephard, R.J., Stephens T., Sutton, J.R. and McPherson, B.D. (eds.). *Exercise, Fitness, and Health*. Human Kinetics Books, Chicago, 637-653, 1990.
- MALINA, R.M. and BOUCHARD, C. Growth, Maturation, and Physical Activity. Human Kinetics Books, Chicago, 1991.
- MORITANI, T., ODOSSON, L., THORSTENSSON, L. and ASTRAND, P.-O. Neural and Biomechanical differences between men and young boys during a variety of motor tasks. *Acta Physiol. Scand.*, 137: 347 - 355, 1989.
- PATE, R.R. and WARD, D.S. Endurance exercise trainability in children and youth. In: Grana, W.A., Lombardo, J.A., Sharkley, B.J. and Stone, J.A. (eds.). *Advances in Sports Medicine and Fitness*. Yearbook Medical Publishers, Chicago. Vol. 3, 37-55, 1990.
- ROWLAND, T.W. Aerobic responses to physical training in children. In: Shephard R.J. and Astrand P.O. (eds.). *Endurance in Sport*. Blackwell Scientific



- Publications, London, 381-389, 1992.
- SEWALL, L. and MICHELI, L.J. Strength training for children. *J. Pediatric Orthopaedia Strabismus*, 6: 143-146, 1986.
- TANNER, J.M. *A History of the Study of Human Growth*. Cambridge University Press, Cambridge, 1981.
- TAYLOR, C.R., KARAS, R.H., WEIBEL, E.R. and HOPPELER, H. Adaptive variation in the mammalian respiratory system in relation to energetic demands. *Resp. Physiol.*, 69:9-127, 1987.

ENDEREÇO DO AUTOR / AUTHOR ADDRESS

P.-O. Astrand
Department of Physiology III
Karolinska Institute
Box 5626 - S-114 86
Stockholm - SWEDEN

Nanci Maria de França
Ricardo Dall'Antonia [Inglês]

