



ROSSANA ANELICE GÓMEZ CAMPOS

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO FÍSICO E A
MATURAÇÃO SOMÁTICA DE ESCOLARES DA REDE DE
ENSINO FUNDAMENTAL DE CAMPINAS, SP.**

CAMPINAS

2014



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

ROSSANA ANELICE GÓMEZ CAMPOS

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO FÍSICO E A
MATURAÇÃO SOMÁTICA DE ESCOLARES DA REDE DE
ENSINO FUNDAMENTAL DE CAMPINAS, SP.**

Tese de Doutorado apresentada à Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutora em Educação Física, na área de Concentração Biodinâmica do Movimento e Esporte.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Miguel de Arruda

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA ROSSANA ANELICE GÓMEZ CAMPOS E ORIENTADA PELO PROF. DR. MIGUEL DE ARRUDA.

**CAMPINAS
2014**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA FEF - UNICAMP

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Dulce Inês Leocádio dos Santos Augusto - CRB 8/4991

G586a Gómez Campos, Rossana Anelice, 1978-
Avaliação do crescimento físico e maturação somática de escolares da rede de ensino fundamental de Campinas, SP. / Rossana Anelice Gómez Campos. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Miguel de Arruda.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Crescimento. 2. Maturação. 3. Escolares. I. Arruda, Miguel de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Evaluation of physical growth and somatic maturation school network of elementary school in Campinas, SP

Palavras-chave em inglês:

Growth
Maturation
School

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento e Esporte

Titulação: Doutora em Educação Física

Banca examinadora:

Miguel de Arruda [Orientador]
Enio Ricardo Vaz Ronque
Helio Serassuelo Junior
Roberto Vilarta
Gustavo Luis Gutierrez

Data de defesa: 31-01-2014

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

COMISSÃO JULGADORA

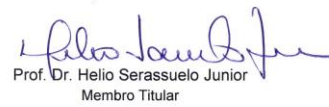
COMISSÃO EXAMINADORA



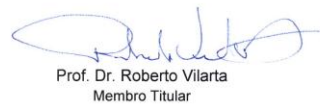
Prof. Dr. Miguel de Arruda
Orientador



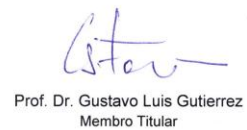
Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque
Membro Titular



Prof. Dr. Helio Serassuelo Junior
Membro Titular



Prof. Dr. Roberto Vilarta
Membro Titular



Prof. Dr. Gustavo Luis Gutierrez
Membro Titular

RESUMO

Objetivo: O estudo teve por objetivo geral avaliar o crescimento físico e a maturação somática de crianças e adolescentes da Rede de Ensino Fundamental de Campinas. Os objetivos específicos foram: a) comparar o crescimento físico com a referência internacional do CDC-2012 e construir os valores referenciais para as crianças e adolescentes; e b) validar a técnica de predição da maturação somática (Mirwald) e desenvolver uma equação para determinar o Pico de velocidade de crescimento de forma transversal. **Metodologia:** Foi realizado um estudo descritivo transversal. A amostra foi constituída por 6531 indivíduos, sendo selecionados de forma probabilística (estratificado) 3315 meninos e 3216 meninas entre 6 a 17 anos de idade (IC=95%). Foram avaliadas as variáveis de idade decimal, peso corporal, estatura e estatura tronco-cefálica. Calculou-se o Índice de Massa Corporal (IMC) e Pico de velocidade de crescimento (anos de velocidade) para ambos os sexos. O tratamento estatístico utilizado consistiu em analisar a média, desvio padrão, rango, coeficiente de Pearson (r), regressão múltipla (R^2), Plotagem de Bland-Altman, Teste t , com um nível significativo de 5%, e para construir as curvas utilizou-se o método LMS. **Resultados:** Em relação ao crescimento físico os meninos de Campinas apresentam menor peso e estatura em relação aos da referência (9-17 anos), estatura (7-14 anos) e IMC (11-17 anos) ($p < 0,05$). Quanto à maturação somática, observaram-se altos valores de correlação entre idade e as variáveis antropométricas em meninos ($r=0,56-0,96$) e meninas ($r=0,57-0,98$). Na validação interna e externa não houve diferenças significantes ($p > 0,05$) e verificou-se aceitável concordância entre o critério e as equações desenvolvidas para os escolares de ambos os sexos. **Conclusões:** O estudo constatou que os valores absolutos de peso, estatura e IMC das crianças de Campinas são substancialmente inferiores quando comparados com a referência CDC-2012, e que, a equação do Pico de Velocidade de Crescimento é válida para determinar a maturação somática (Mirwald) dos escolares de Campinas. Para avaliar a trajetória do crescimento físico, os resultados sugerem o uso de padrões regionais, e quanto à maturação somática, pode-se utilizar tanto a equação do Mirwald, quanto, as equações desenvolvidas no presente estudo.

Palavras chave: Crescimento; Maturação; Escolares.

ABSTRACT

Objective: The study was designed to evaluate the overall physical growth and somatic maturation of children and adolescents Network Elementary School Campinas. The specific objectives were: a) compare the physical growth with the international reference the CDC - 2012 and build the reference values for children and adolescents and b) to validate the technique for prediction of somatic maturation (Mirwald) and develop an equation to determine peak growth velocity transversely. **Methodology:** A descriptive cross-sectional study was developed. The show consisted of 6531 individuals were selected in a probabilistic manner (stratified) 3315 boys and 3216 girls aged 6-17 years (95% CI). Decimal variables age, body weight, height and head stem height were evaluated. We calculated the Body Mass Index (BMI) and peak velocity (speed years) for both sexes. The statistical approach used was to analyze media , standard deviation, range, coefficient of Pearson (r), multiple regression (R^2), Bland, Altman, t test, ANOVA (one way), with a significance level of 5 % and curves used to build up the LMS method. **Results:** In terms of physical growth of prairie boys have lower weight and height relative to the reference (9-17 years), height (7-14 years) and BMI (11-17 years) ($p < 0.05$). As for somatic maturation observed high values of correlation between age and anthropometric variables in boys ($r = 0.56-0.96$) and girls ($r = 0.57$ to 0.98), determining acceptable agreement between the benchmark criteria and the equations developed (CI = 95 %). **Conclusions:** The absolute values of weight, height and BMI for children in Campinas are substantially lower than the CDC -2012 reference, and the equation of the peak height velocity to determine the somatic maturation (Mirwald) is valid for the school Municipal City Hall of Campinas. The results suggest the use of regional standards for assessing the physical growth trajectory, and the somatic maturation, one can use the equation of Mirwald as well as the equations developed in this study to determine the somatic maturation.

Keywords: Growth; Maturation; School.

SUMÁRIO

Capítulo 1. Formulação do estudo	1
1.1. Introdução	2
1.2. Justificativa	4
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo geral	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
Capítulo 2. Revisão de literatura	9
2.1. Primeiro estudo: Crescimento físico em crianças e adolescentes de Brasil: abordagem dos estudos transversais e longitudinais	11
2.2. Segundo estudo: Avaliação da maturação biológica: Usos e aplicações no âmbito escolar	47
Capítulo 3. Metodologia	79
3.1. Delimitação do estudo	80
3.2. Tipo de Pesquisa	80
3.3. Variáveis do estudo	80
3.4. Seleção da amostra	81
3.4.1. Tamanho da amostra	81
3.4.2. Agrupamento de idades	83
3.5. Técnicas e instrumentos	83
3.6. Aspectos éticos	84
3.7. Confiabilidade das medidas	84
3.8. Análise estatística	85
Capítulo 4. Resultados e Discussão	87
4.1. Terceiro estudo: Valores referenciais de crescimento físico em relação a idade cronológica de crianças e adolescentes escolares de Campinas	89
4.2. Cuarto estudo 4: Predição da maturação somática a partir de variáveis antropométricas: validação e proposta de equações para escolares do Brasil.....	108
Conclusões	129
Considerações finais	131
Referências	133
Apêndice	143

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADN	Ácido desoxirribonucleico
CDC	Center for Disease Control
CV	Coeficiente de variação
DP	Desvio-padrão
DXA	Absorciometria por dupla emissão de raios X
E	Idade
EMP	Estatura média dos pais
EPE	Erro padrão de estimativa
Est	Estatura
ETC	Estatura tronco cefálica
ETM	Erro técnico de medida
FEF	Faculdade de Educação Física
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IGFs	Fatores de crescimento como a insulina
IMC	Índice de massa corporal
INAN	Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição
IOFT	International Obesity Task Force
K-S	Kolmogorov Smirnov
NCHS	National Center for Health Statistic
LMI	Comprimento dos membros inferiores
OMS	Organização Mundial da Saúde
P	Peso
PV	Pico de velocidade
PVC	Pico de velocidade de crescimento
R	Coeficiente de correlação
R ²	Coeficiente de explicação da variância
Rx	Raios X
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
VC	Velocidade de crescimento

LISTA DE FÍGURAS

Capítulo 2

Figura 1 (primeiro estudo). Tipos de crescimento físico	16
Figura 2 (primeiro estudo). Fatores que influem no crescimento físico	18
Figura 1 (segundo estudo). Fatores que influem na maturação biológica	53
Figura 2 (segundo estudo). Estádios da maturação sexual	60

Capítulo 3

Figura 1. Correspondência de valores entre percentis e os escores Z	85
---	----

Capítulo 4

Figura 1 (terceiro estudo). Comparação de peso e estatura de sujeitos do estudo e Marcondes (1982)	97
Figura 1 (quarto estudo). Concordância de Bland e Altman entre os valores do critério e a equação proposta para a validação interna	120
Figura 2 (quarto estudo). Concordância de Bland e Altman entre os valores do critério e a equação proposta para a validação externa	122

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1 (segundo estudo). Porcentagem da estatura da maturação atingida em diferentes fases etáreas	55
Tabela 2 (segundo estudo). Equações de regressão para prever o PVC	64

Capítulo 3

Tabela 1. Tamanho da amostra por idade e sexo	82
Tabela 2. Distribuição da amostra segundo o agrupamento da idade decimal	83
Tabela 3. Modelos matemáticos para prever o PVC	84

Capítulo 4

Tabela 1 (terceiro estudo). Tamanho da amostra por idade e sexo	93
Tabela 2 (terceiro estudo). Valores médios e diferenças para cada faixa etária e sexo para estatura, peso corporal e índice de massa corporal	96
Tabela 3 (terceiro estudo). Valores de referência de peso (Kg) para crianças e adolescentes escolares por idade e sexo	98
Tabela 4 (terceiro estudo). Valores de referência de estatura (cm) para crianças e adolescentes escolares por idade e sexo	99
Tabela 5 (terceiro estudo). Valores de referência do índice de massa corporal (Kg/m ²) para crianças e adolescentes escolares por idade e sexo	100
Tabela 1 (quarto estudo). Características antropométricas dos escolares utilizados para gerar as equações do estudo	116
Tabela 2 (quarto estudo). Correlação entre a idade, variáveis antropométricas e o PVC	117
Tabela 3 (quarto estudo). Equações para estimar o PVC (anos) para escolares de ambos os sexos.....	117
Tabela 4 (quarto estudo). Características antropométricas dos escolares utilizados para validar as equações geradas no estudo	118
Tabela 5 (quarto estudo). Relação entre PVC (anos) e a idade decimal dos escolares utilizados para a validade interna	119
Tabela 6 (quarto estudo). Relação entre o PVC (anos) e a idade decimal dos escolares utilizados para a validade externa	121

LISTA DE QUADROS

Capítulo 2

Quadro 1 (segundo estudo). Indicadores de maturação	57
Quadro 2 (segundo estudo). Métodos de avaliação da maturação esquelética	62

Capítulo 3

Quadro 1. Operacionalização das variáveis	81
---	----

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais Henry e Eleana e meus irmãos Mónica, Helen, Gonzalo e Johann pelo seu apoio, dedicação e carinho sempre presente.

*A meu companheiro de todos os momentos,
Marco, pelo seu amor, incentivo e compreensão.
E a minha filha Maria Andrea pela alegria do
dia-a-dia.*

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Dr. Miguel de Arruda, pela oportunidade de concluir um sonho, pela amizade, profissionalismo, equilíbrio e inteligência que tornaram este trabalho possível. Por seu apoio e força constante, estarei por sempre agradecida.

A Capes pelo apoio financeiro concedido na realização deste projeto.

Ao Prof. Dr. Jefferson Hespanhol pelas sugestões e crítica durante o desenvolvimento da pesquisa e suas contribuições prestadas para a conclusão deste projeto.

A minha amiga Vania e Família, pela amizade que desde o primeiro momento me ofereceu, pela grande carinho e cuidado para minha filha nos momentos que mais precisav. Minha eterna gratidão.

Aos amigos peruanos que teve a sorte de conhecer, Lelys, Silvia, Angela, Yaneth, Janeth, Pascual, Roy, Ricardo, Laly, Anita, pela amizade e apoio durante este trajeto de vida.

Aos amigos brasileiros, Bene, Michaelle, pela amizade e carinho compartilhado sem reservas.

A uma grande amiga, Cristiane Camargo, pela ajuda e auxílio imediato na revisão do português, mas, sobretudo pelo carinho e amizade sempre presente.

As Sra. Simone, Sra Maria, Sra Dora e Sr. Frigo pelo auxílio em todos os momentos necessários.

Ao Prof. Dr. André Moreno Morcillo pelas contribuições prestadas no processamento dos dados.

A todos quem esquecí e que contribuíram em toda a minha trajetória e vivencia no Brasil.

Eternamente obrigada...

CAPITULO 1: FORMULAÇÃO DO ESTUDO

1.1. Introdução

O crescimento físico humano e a maturação são conceitos relacionados que se referem a atividades biológicas distintas. O crescimento humano compreende o período dinâmico que se inicia com a segmentação do zigoto e termina com a realização da adolescência, caracterizada pelo fim do crescimento dos ossos longos (ROSEMBLOOM, 2007). A maturação inicia com a sucessão das mudanças biológicas, psicológicas e cognitivas que se expressam na puberdade (STANG, STORY, 2005), sendo considerada como um processo importante de alterações fisiológicas que se manifestam de forma mais intensa durante a adolescência, em que o tempo da sua ocorrência depende do sexo e do estágio maturacional (MACHADO et.al., 2009).

Em ambos os casos, tanto a idades quanto as etapas, princípios e características do desenvolvimento são considerados como padrões universais. No entanto, podem ser influenciados por fatores intrínsecos e extrínsecos (MARCONDES, 1994; COSSIO-BOLANOS et al., 2011) os quais atuam de forma independente ou em conjunto para modificar o potencial genético de um indivíduo (ROGOL et.al., 2000).

Dimeglio (2001) destaca que o crescimento físico implica em uma evolução volumétrica, que pode ser interpretado como o aumento de 350% na estatura e de 20 vezes no peso corporal, o que significa que o crescimento sofre mudanças nas proporções corporais e cuja avaliação pode realizar-se através de variáveis antropométricas, que são aceitas como um importante instrumento no controle da saúde e de avaliação do estado nutricional de crianças e adolescentes (ONIS, HABICH, 1996).

Historicamente sua avaliação através de curvas de referências tem permitido diagnosticar alterações no crescimento físico e no estado nutricional (HAMILL et al., 1977; HAMILL et.al., 1979; MARQUES et al., 1982; INAN, 1990; SICHIERI, ALLAN 1996; KELLY et.al., 1997; ANJOS et al., 1998; PREECE et.al., 1998; KUCZSMARSKI et al., 2000; SAVVA et al., 2001; CONDE, MONTEIRO, 2006; ULJASZEK, 2006; NWOKORO et al., 2006; BERGMANN et al., 2009), e por possuir forte influência dos fatores genéticos tende a ser canalizado, ou seja, tende a seguir canais específicos em tabelas de crescimento (MALINA, BOUCHARD, 2002).

Por outro lado, tendo em vista que na adolescência ocorre uma grande quantidade de mudanças biológicas que acontecem durante a puberdade, tais como a maturação sexual, o aumento da estatura e do peso corporal, assim como, a finalização do crescimento esquelético que vai acompanhado por um acentuado aumento de massa óssea e mudanças na composição corporal (STANG, STORY, 2005), torna-se imprescindível a avaliação da maturação, do ritmo e do tempo de progressão em direção ao estado de maturidade (MIRWALD, 2002).

Neste contexto, sendo a idade cronológica de limitada utilidade para sua avaliação (MALINA, 2000), alguns indicadores biológicos baseados nos caracteres sexuais secundários, idade esquelética, Pico de velocidade de crescimento (PVC) (MALINA et.al., 2004) e maturação dentária (DEMIRJIAN et.al., 1973; CHAILLET et.al., 2004) permitem sua valoração. Não obstante, apesar da existência dessas metodologias, estas apresentam limitações (BEUNEN, 1989), como elevado custo econômico, exposição às radiações e invasão da privacidade. Enquanto que, a avaliação da maturação somática, por meio da técnica de Mirwald et.al. (2002), que prediz a distância em anos em que um individuo se encontra da sua idade do PVC, pode ser uma opção de fácil aplicação por ser não-invasiva e por utilizar como variáveis a estatura, o peso, o comprimento do membro inferior e a estatura tronco-cefálica.

Nesse sentido, Sun et al, (2002) destacam que estes indicadores permitem recolher informações que podem ser usadas diretamente para a interpretação clínica das doenças endócrinas, do estado do crescimento e da qualidade de vida (CUMMING et al, 2011), e ainda para pesquisa e classificação nos esporte juvenis (MIRWALD et al, 2002).

No Brasil, os processos de crescimento físico e a maturação biológica em crianças e adolescentes vêm sendo objeto de estudo de várias pesquisas (SILVA et.al., 2010; BERGMANN et al., 2007; PETROSKI et.al., 2008; MACHADO et.al., 2009), com o intuito de estudar o comportamento de tais variáveis de forma descritiva e comparativa, não interessando-se em desenvolver curvas de crescimento físico, assim como, visando a validação de técnicas de maturação biológica e propostas metodológicas de avaliação maturacional não-invasivas que possam subsidiar na classificação e estratificação das crianças e adolescentes escolares.

Destaca-se que foram desenvolvidos três estudos relevantes e de grande projeção nacional em que construíram curvas de crescimento, sendo um deles realizado por Marques e Marcondes (1982) no Município de Santo André, São Paulo, o segundo, promovido pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN, 1990) e o terceiro desenvolvido por Silva et al. (2012) no nordeste do Brasil. No entanto, faltam informações quanto a pesquisas populacionais que estudem a maturação biológica e possam servir de antecedentes para o presente estudo. Finalmente, o conjunto dessas informações denota o interesse do desenvolvimento de novas pesquisas que evidenciem a importância no estudo dos processos de crescimento físico e maturação biológica.

1.2. Justificativa

O crescimento físico e a maturação ocorrem em fases com características distintivas em termos de influência dominante, derivados de fatores intrínsecos e extrínsecos. Estes processos devem ser mensurados durante o período pré-natal, lactância, infância e adolescência.

Nesse sentido, foram desenvolvidas normas referenciais para a detecção, vigilância e supervisão das crianças e adolescentes, em nível internacional, como as curvas da NCHS (1977), CDC (2000) e a IOFT em Cole et.al. (2000), OMS (2006), OMS (2007); e nacional, como as curvas de Marques e Marcondes (1982), do Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (1990) e as curvas de Silva et al.. (2012). A motivação para a elaboração de uma norma referencial de crescimento segundo Butte et.al. (2006) ocorreu devido a dois acontecimentos contemporâneos: o aumento mundial da obesidade na infância e na adolescência, e o lançamento de um novo padrão de crescimento internacional para lactantes e crianças em idade pré-escolar. Isto em razão da nivelção da tendência secular produzido ao longo dos anos (SMITH, 1977).

Por outro lado, no tocante à maturação biológica, foram também desenvolvidos vários estudos como a maturação sexual de Tanner (1962), maturação esquelética de Pyle e Hoer (1955), Tanner et.al. (1965), Grewlych e Pyle (1959), Hernández et.al (1988), e a maturação somática de Mirwald et.al. (2002) que avaliam os ritmos ou tempos do

desenvolvimento durante a puberdade (LANGE, BROZEK, 1962). As razões que levaram a pesquisar esses estudos já foram amplamente explicitadas e documentadas, sendo o objetivo comum a estratificação e classificação das crianças e adolescentes em estágios maturacionais, tendo em vista que durante a adolescência uma variação significativa das variáveis do crescimento físico encontram-se associadas com o estado de maturação, inclusive dentre da idade cronológica se definem grupos (HIMES, 2002), observando-se uma grande variabilidade entre os indivíduos da mesma idade cronológica.

Dessa forma, tanto nas pesquisas realizadas em crianças e adolescentes, quanto no contexto esportivo, torna-se necessária a classificação maturacional (Malina et.al., 2004; Malina e Bouchar, 1991; Mirwald et al., 2002; Bergmann et.al., 2007), em razão de que sua avaliação é considerada essencial em diversas áreas, como da saúde, em particular em pediatria ao possibilitar uma interpretação clínica das doenças endócrinas e o estado de crescimento (CARVALHO et.al., 2011), na qualidade de vida (SUN et.al., 2002), assim como na performance motora ao permitir fazer comparações entre sujeitos de maturação adiantada, com os normais ou atrasados (MATSUDO, MATSUDO, 1995; MALINA et.al., 2004).

Portanto, com base nessas informações o estudo é relevante porque possibilitará a elaboração de curvas de crescimento físico transversal em relação a idade cronológica e a validação de equações para predizer a maturação somática de escolares de Campinas, uma vez que é considerada como um grande centro urbano, que possui um polo industrial diversificado e próspero que lhe permitiu atingir um lugar especial no cenário econômico do Brasil, inclusive apresenta um alto Índice de Desenvolvimento Humano (0,852).

Finalmente, destaca-se que ao surgir a necessidade de valorar a maturação, através de uma metodologia não invasiva, de fácil aplicação, e existindo uma proposta como da técnica de Mirwald et al. (2002), já utilizada em vários estudos internacionais em jovens esportistas (MOHAMED et.al., 2009; SHERAR et al., 2011; FARR et.al, 2011) e em jovens brasileiros (MACHADO et.al., 2009) considera-se importante a validação das equações do Pico de velocidade de Crescimento para amostras de escolares de Campinas, tendo em vista que poderá permitir a avaliação da maturação somática de forma transversal, a grandes populações e com baixo custo, inclusive, as curvas desenvolvidas poderão

contribuir no diagnóstico, monitorização e controle do crescimento e do estado nutricional de crianças e adolescentes de Campinas.

1.3. Objetivos do estudo

1.3.1. Objetivo geral

Avaliar o crescimento físico e a maturação somática das crianças e adolescentes da Rede de Ensino Fundamental de Campinas, SP.

1.3.2. Objetivos específicos

1.3.2.1. Para a revisão de literatura

Primeiro estudo:

a) Descrever os fatores que afetam o crescimento físico e descrever os tipos de pesquisa que são usados frequentemente em crianças e adolescentes.

Segundo estudo:

b) Descrever os indicadores de maturação biológica e indagar os possíveis usos e aplicações no âmbito escolar.

1.3.2.2. Para a análise dos resultados

Terceiro estudo:

a) Comparar o crescimento físico com a referência internacional do CDC-2012 e construir valores de referência para crianças e adolescentes escolares de Campinas (Brasil).

Quarto estudo:

b) Validar a técnica proposta por Mirwald et.al. (2002) para valorar a maturação somática e desenvolver uma equação transversal para calcular o Pico de velocidade de crescimento de crianças e adolescentes da rede de ensino fundamental de Campinas, SP, Brasil.

CAPITULO 2: REVISÃO DE LITERATURA

PRIMEIRO ESTUDO

Abordagem teórica do crescimento físico de crianças e adolescentes

Enfoque teórico del crecimiento físico de niños y adolescentes

Theoretical approach of physical growth of children and adolescents

Gómez-Campos, R; Cossio Bolaños, MA, Camargo C, Arruda, M.

SEGUNDO ESTUDO

Avaliação da maturação biológica: Usos e aplicações no ambiente escolar

Valoración de la maduración biológica: Usos y aplicaciones en el ámbito escolar.

Assessment of biological maturation: Uses and applications in schools.

*Gómez-Campos, R; Cossio-Bolaños, MA; Hobold, E; Abella, C.; Camargo, C.; Arruda, M.
Rev. And. Med Deporte, v.6, n.3, 2013.*

PRIMEIRO ESTUDO

Abordagem teórica do crescimento físico de crianças e adolescentes

Enfoque teórico del crecimiento físico de niños y adolescentes

Theoretical approach of physical growth of children and adolescents

Rossana Gómez Campos¹, Marco A.Cossio Bolaños², Cristiane Camargo¹, Miguel de Arruda¹.

¹*Facultad de Educación Física. Universidad Estadual de Campinas, Sao Paulo, Brasil.*

²*Departamento de Ciencias de la Actividad Física. Universidad Católica del Maule, Chile.*

Correspondencia:

Rossana Gómez Campos

Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas. Av. Erico Veríssimo
701, Cidade Universitária – 13083-851. Campinas, São Paulo, Brasil.

Correo electrónico: rossanagomez_c@hotmail.com

Resumo

Introdução: O estudo do crescimento físico permite compreender a variabilidade deste processo no ser humano de acordo com seu potencial genético, características biológicas e fatores ambientais. Fatores extrínsecos e intrínsecos poderiam afetar o normal crescimento físico, os quais são estudados através de diferentes tipos de investigações, constituindo-se numa interessante temática para os profissionais das ciências da saúde. **Objetivo:** Analisar os fatores que afetam o crescimento físico e descrever os tipos de investigação transversal, longitudinal e ex-pôst-facto utilizados nos estudos do crescimento físico. **Conclusão:** Os fatores intrínsecos, meio-ambientais e a interação entre ambos, deveriam ser abordados em diversas populações, priorizando os possíveis fatores que afetam o crescimento físico de crianças e adolescentes. Isto permitirá diagnosticar, classificar e monitorar o crescimento físico em função do tempo (transversal e longitudinal) e retrospectivo (ex-pôst-facto), consequentemente surgirá à possibilidade para que pesquisadores e/ou instituições privadas e governamentais promovam a investigação e possam exercer políticas públicas.

Palavras chaves: crescimento físico, escolares, fatores.

Resumen

Introducción: El estudio del crecimiento físico permite comprender la variabilidad de este proceso en el ser humano de acuerdo con su potencial genético, características biológicas y factores ambientales. Factores extrínsecos como intrínsecos, podrían afectar el normal proceso de crecimiento físico, los que son estudiados a través de diferentes tipos de investigaciones, constituyéndose en una interesante temática para los profesionales de las ciencias de la salud. **Objetivo:** analizar los factores que afectan el crecimiento físico y describir los tipos de investigación transversal, longitudinal y ex-post-facto utilizados en el estudio del crecimiento físico. **Conclusión:** Los factores intrínsecos, medio-ambientales y la interacción entre ambos, deberían ser abordados en diversas poblaciones, priorizando los posibles factores que afectan el crecimiento físico de niños y adolescentes. Esto permitirá diagnosticar, clasificar y monitorizar el crecimiento físico en función del tiempo (transversal y longitudinal) y retrospectiva (ex-pos-facto), consecuentemente surgirá la posibilidad para que investigadores y/o instituciones privadas y gubernamentales promuevan la investigación y puedan ejercer políticas públicas.

Palabras claves: crecimiento físico, escolares, factores.

Abstract

Introduction: Physical growth study to understand the variability of this process in humans according to their genetic potential, biological and environmental factors. Extrinsic and intrinsic factors could affect the normal physical growth process, which are studied through different kinds of research, making it an interesting subject for professionals in the health sciences. **Objective:** To analyze the factors that affect physical growth and describe the types of transversal, longitudinal and ex-post-facto used in the study of physical growth. **Conclusion:** The intrinsic factors and environmental interaction, should be addressed in

various populations, prioritizing the possible factors affecting the physical growth of children and adolescents. This will diagnose, classify and monitor physical growth versus time (transverse and longitudinal) and retrospective (ex-post-facto), consequently the possibility arise for researchers and/or private and government institutions to promote research and to exercise politic public.

Keywords: physical growth, school factors.

a) Introducción

El estudio del crecimiento físico se remonta al siglo XVIII, donde la antropometría empezó a ser utilizada como una técnica para medir variables físicas externas. En dicho siglo ya se realizaban los primeros censos con objetivos militares, así como evaluaciones de estatura en niños que trabajaban en fábricas de Manchester (1). En este periodo de creciente desarrollo científico, la antropometría se desarrolló junto con la medicina y las artes, teniendo como objetivo, la cuantificación del cuerpo humano, lo que permitió proporcionar información para que se adoptaran posteriormente en Europa políticas nacionales de salud (2).

Hace más de 170 años, es estudiado formalmente, y con el apoyo de la ciencia se ha logrado comprender la variabilidad del crecimiento físico en el ser humano de acuerdo con su potencial genético, sus características biológicas y factores ambientales. De hecho, son muchos los cambios que se han producido hasta la actualidad, sobre todo, en relación a los factores extrínsecos, los que a menudo son estudiados por investigaciones de tipo transversal, longitudinal y ex-post-facto.

Básicamente el estudio del crecimiento físico, el desarrollo y el bienestar, están directamente relacionados con el estado nutricional (3), lo que implica el uso de estándares referidos a criterios y/o normas para su valoración, diagnostico, monitorización y clasificación de individuos y grupos. En ese sentido, son varios los estándares que existen en el mundo (4-7), sin embargo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) sugiere la adopción de las tablas de crecimiento de los Estados Unidos, en especial en aquellos lugares donde no existe ninguna normativa (8), a pesar de que no reflejan los patrones de crecimiento físico de determinadas poblaciones.

Desde esa perspectiva, estudiar el crecimiento físico desde un enfoque teórico es relevante, puesto que en la literatura son escasos los estudios de revisión bibliográfica que permiten analizar y estudiar el crecimiento físico de niños y adolescentes, constituyéndose en una interesante temática para los profesionales de las ciencias de la salud. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue analizar los factores que afectan el crecimiento físico y describir los tipos de investigación transversal, longitudinal y ex-post-facto utilizados en su estudio. La estrategia utilizada, basada en la búsqueda bibliográfica efectuada del 20 de noviembre del 2012 al 31 de marzo del 2013, permitió localizar las publicaciones posteriores al año 1995 de las bases de datos on-line más importantes en el área de la Salud y la Educación Física, incluyendo: *PubMed-Med-Line*, *Scopus*, *Scielo*, *Lilacs*, *Sport-Discus*. Se utilizó como palabras clave: crecimiento físico, estudios, factores, niños, adolescentes, considerando estudios científicos originales o de revisión, redactados en inglés, español o portugués.

b) Desarrollo

b.1 Aspectos generales sobre el crecimiento físico

b.1.1 Aspectos Conceptuales

El crecimiento físico ha sido definido clásicamente, como la secuencia de modificaciones somáticas que sufre un organismo biológico en su historia de vida ontogenética o, alternativamente, como toda la serie de cambios anatómicos y fisiológicos que tienen lugar entre el comienzo de la vida pre-natal y el cierre de la senectud (9).

El término crecimiento, se explica, como el aumento en el número o tamaño de las células que componen los diversos tejidos del organismo. Así, Malina, Bouchard (10) explican que este fenómeno es fruto de la hiperplasia, hipertrofia y la agregación. Evidentemente, este proceso durante la fase de crecimiento y desarrollo presenta momentos de aceleración y desaceleración (11), siendo necesario llevar en consideración tales variaciones en función de la individualidad, la fase etaria (12) y el sexo.

Desde el punto de vista fisiológico, el crecimiento lineal se constituye sobre la infraestructura esquelética; consecuentemente, la fusión de la epífisis y las metáfisis de los huesos largos caracterizan la terminación del proceso de crecimiento físico.

En términos antropométricos, el crecimiento físico consiste en el aumento y modificaciones de los componentes corporales, tanto, longitudinales, como transversales (13). Estas modificaciones generalmente se expresan por medio de fases que permiten distinguir periodos distintivos como: prenatal, lactancia, infancia y adolescencia. Los patrones de crecimiento en cada periodo muestran características propias de la edad y el sexo, caracterizado por presentar un primer pico entre los dos y tres años y el segundo durante la adolescencia.

En general, el crecimiento físico ocurre en tres fases (infancia, niñez y adolescencia), en el que básicamente se crea oportunidades para que el individuo pueda expresar su potencial genético, pero a su vez, es modificable por el medio ambiente (14), lo que conlleva a un constante control, diagnóstico y seguimiento de niños y adolescentes durante todo el proceso de crecimiento con el objetivo de identificar niños en riesgo.

b.1.2 Tipos de crecimiento físico

Durante el proceso de crecimiento, las distintas partes del cuerpo crecen a diferentes velocidades. De hecho, los órganos del cuerpo presentan su propio ritmo de crecimiento y pueden desarrollarse más rápida o más lentamente (15).

En general, ocurren básicamente cuatro tipos principales de crecimiento en los diferentes órganos y tejidos (figura 1). Estos tipos de crecimiento son valorados e interpretados a través de la curva propuesta en el año 1930 por Scammon, que a través de porcentajes expresa la evolución del crecimiento somático (general), neural, genital y linfoide.

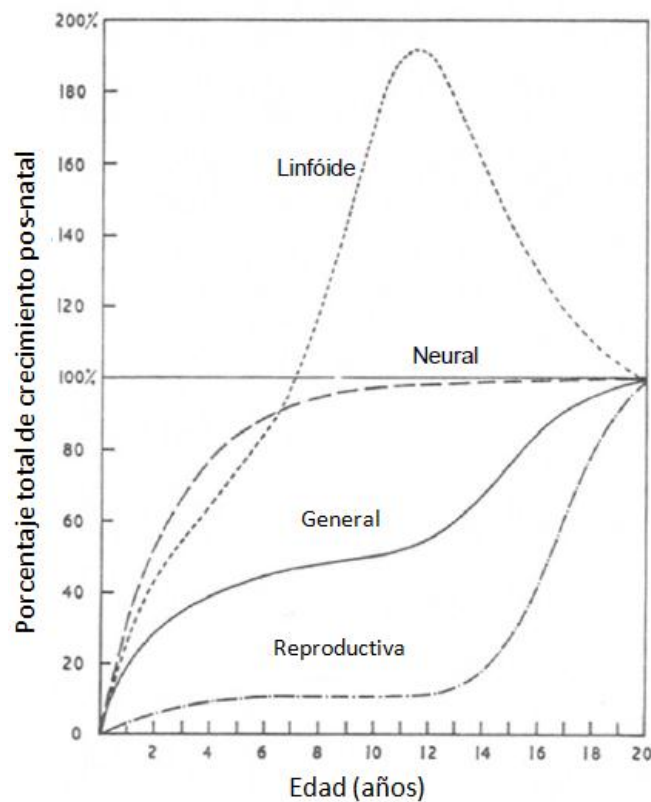


Figura 1. Tipos de crecimiento físico. Adaptado de Scamon.

El crecimiento general, también conocido como crecimiento somático y/o patrón, se refiere al crecimiento total de las dimensiones externas del cuerpo, incluyendo el esqueleto, con excepción de la cabeza y el cuello (10), así el crecimiento del tejido muscular, óseo, volumen sanguíneo, órganos del aparato respiratorio, circulatorio, digestivo, riñones y bazo son expresados en curvas de peso y estatura (2).

En general, el crecimiento como proceso biológico no es uniforme en el tiempo, presentando periodos de aceleración y desaceleración; durante la infancia (dos primeros años de vida), alcanza un aumento en longitud alrededor de 30 cm, seguido de un periodo largo de crecimiento relativamente lento, para luego, alcanzar un acentuado crecimiento en la adolescencia (10) con marcados cambios en la composición corporal y maduración biológica.

El crecimiento neural (cerebral y cefálico), incluye las dimensiones cefálicas, excluyendo el área facial (15), es decir, se refiere al crecimiento del encéfalo, cerebelo, estructuras asociadas a los órganos de la visión y el oído y partes relacionadas al cráneo, los

cuales se desarrollan a una velocidad superior al resto del cuerpo (10). La intensa velocidad de crecimiento observada en los dos primeros años de vida (16) está representada por el perímetro cefálico que aumenta alrededor de 20 cm desde el nacimiento hasta los 18 meses, es decir, las estructuras neurales ya se desarrollan en un 75% a los dos años de edad, y alrededor de los 6 años, es cuando alcanza como promedio el 90 % del valor adulto.

El crecimiento linfoide, describe a las glándulas, como el timo, ganglios linfáticos, amígdalas, nódulos linfáticos y masas linfáticas intestinales que están relacionados con el sistema inmunológico, e incluye la resistencia a enfermedades infecciosas (16). Se caracteriza por un crecimiento rápido de estos órganos durante los primeros tres años de vida, seguido por un crecimiento más lento hasta el inicio de la pubertad, para luego aumentar aproximadamente al doble del peso del tamaño que irán a presentar en la edad adulta. A partir del inicio de la pubertad y durante la segunda década, hay una disminución rápida de su velocidad de crecimiento.

El crecimiento genital (reproductivo), está representado por las características sexuales primarias y secundarias (10), donde los órganos crecen de manera lenta hasta un poco antes de la pubertad y luego con rapidez hasta el final de la adolescencia. En general, las características primarias están dadas por el desarrollo de los ovarios, trompas de Falopio, útero y vagina en las mujeres, y testículos, vesícula seminal, próstata y pene en los varones. Las características secundarias se expresan por medio del desarrollo de las mamas en la mujer, vello púbico y axilar en ambos sexos y vello facial y crecimiento de la laringe en los varones.

b.2 Factores que influyen en el crecimiento físico

Hace más de 185 años aproximadamente que Villerme (1825) alertó la posibilidad de intervención de factores extrínsecos sobre el crecimiento físico, esto en razón de que no sólo las condiciones sociales afectarían la estatura final, sino también, las condiciones ambientales. Esto se observó en los soldados del ejército de Napoleón cuando fueron clasificados según su procedencia de barrios más pobres o alejados. Estos conocimientos para la época tenían poco fundamento científico, dando origen a una serie de discusiones

entre autores de diferentes países y tendencias, centrándose las discrepancias en los factores genéticos, en las condiciones sociales y/o geográficas (1).

Actualmente, es aceptado que el crecimiento físico es condicionado por la herencia genética (transmitida por los padres, no por el grupo étnico), pero es fuertemente influenciado por el ambiente físico (17), el ambiente social, principalmente en lo relacionado a las enfermedades y al estado nutricional (18), aunque factores culturales, como el tipo de alimentación, la higiene (19), la actividad física y la tendencia secular (20) influyen sobre el proceso de crecimiento físico de niños y adolescentes de diversas regiones del mundo, lo que evidentemente, podría acelerar, mantener y/o retardar los patrones de crecimiento independientemente de la edad y el sexo (figura 2).

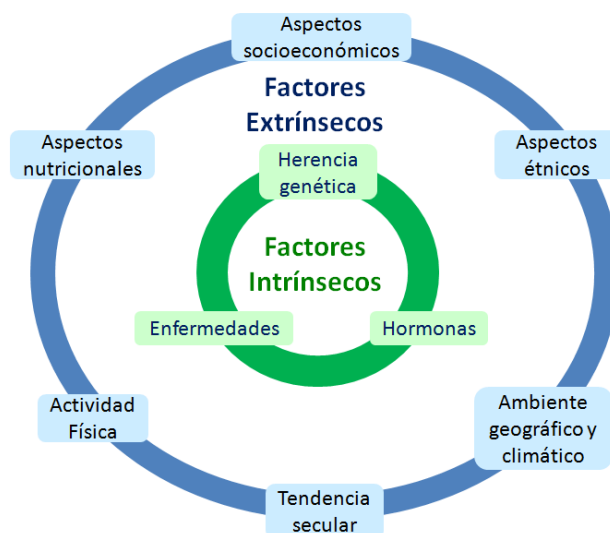


Figura 2. Factores que afectan el crecimiento físico. Elaborado por los autores.

b.2.1 Factores intrínsecos

Es el nivel en donde ocurren las modificaciones genotípicas. Marcondes (21) considera que estos factores están concentrados en los sistemas Neuro-endócrino, en el esqueleto y en la rigidez de los órganos efectores terminales de las células. Esto implica que

el factor genético está determinado por la adquisición de una estatura que represente el 100% de su capacidad de crecimiento y cuando existe disminución del material genético, exceso o expresión anormal del mismo, la estatura será en general menor a la esperada del promedio de los padres. Aunque, el impacto del factor genético puede ser afectado por factores extrínsecos (22), la persistencia de situaciones adversas puede impedir que los niños alcancen su máximo potencial genético. Dentro de los factores intrínsecos destacamos la herencia genética, las hormonas y las enfermedades.

Herencia genética

El factor genético se encuentra en el huevo fecundado (21). Es ahí donde esta determina las potencialidades máximas para la estatura, peso, longitud de miembros, estructuras óseas y aspectos faciales (23). Se estima que del 70 al 90% la estatura adulta, está determinada genéticamente (24) debido a la expresión de numerosos genes que actúan sobre la placa de crecimiento.

En general, el crecimiento normal resulta de la compleja interacción entre los factores genéticos, hormonales, ambientales, y nutricionales, donde todos trabajan para un medio celular propicio al crecimiento (25), considerando que todo el proceso de crecimiento depende de la instrucción genética (ADN), donde los genes están contenidos en los cromosomas (mitad de la madre y mitad del padre) (22); sin embargo, los factores genéticos pueden ser variables según las circunstancias del medio ambiente, por ejemplo, cuanto más favorable fuera el ambiente, mayores serán las posibilidades de los genes demostrar sus potencialidades, y si fuera lo contrario, el potencial genético quedará entonces superado por las condiciones desfavorables del ambiente, y el niño no conseguirá el plano que le fue trazado, quedando perjudicado su desarrollo (26).

Hormonas

El crecimiento humano y la estatura final son influenciados por los genes (27), pero esa acción no se da de forma directa, debido a que los genes regulan el desarrollo físico a través de instrucciones bioquímicas que afectan las funciones neural y hormonal de diferentes órganos y sistemas corporales (28). El hipotálamo, como controlador y centro

integrador de mensajes, y la hipófisis, son las estructuras que desempeñan el papel central en la regulación del crecimiento (22).

En general, el sistema endócrino sirve como mecanismo que unifica la interacción de los genes y el ambiente (29). Las principales hormonas que actúan sobre el crecimiento físico son: la hormona de crecimiento, las somatomedinas o factores de crecimiento semejante a la insulina (IGFs), la hormona tiroidea, las adrenales y las gónadas.

La hormona de crecimiento, cumple una acción primaria sobre el metabolismo celular, al actuar sobre la utilización de aminoácidos, hidratos de carbono y ácidos grasos. Constituye el principal regulador del crecimiento somático, particularmente del esqueleto, promoviendo el crecimiento lineal (30), a través, de la multiplicación y aumento del tamaño celular. Su acción no se da directamente, por lo que, estimula la producción de IGF (células especializadas del hígado), que le otorga la capacidad de promover el crecimiento óseo y la síntesis proteica. Esta hormona presenta momentos de mayor liberación sobre todo durante el sueño, según el nivel de glicemia después de la ingestión de alimentos (27,31) y durante el ejercicio físico (32).

El hipotálamo, estimula a la glándula pituitaria a liberar las hormonas tiroideas, que ejercen influencia sobre el desarrollo biológico y psicológico, actuando sobre la estatura, proporciones corporales, formación de cartílagos y dientes, síntesis de proteína y absorción de glucosa. Se relaciona también con la maduración de los sistemas enzimáticos cerebrales y con la mielinización.

Finalmente, los estrógenos y la testosterona, cumplen un papel fundamental en la etapa puberal, al regular el crecimiento longitudinal, cambios de las proporciones corporales, la distribución de grasa y el desarrollo muscular. Son responsables además de la aparición de caracteres sexuales secundarios y del cierre de los cartílagos de crecimiento (33).

Enfermedades

Es otro factor que puede interferir en el crecimiento y condicionar la talla baja final. Su presencia por tiempos prolongados puede limitar el crecimiento físico, aunque cuando permanece por periodos cortos de tiempo, es posible que el niño recupere el posible retraso.

Generalmente las enfermedades ocasionan una velocidad de crecimiento subnormal, disminución de la relación peso/talla y atraso de la edad ósea en relación a la edad cronológica. Las enfermedades que a menudo afectan el crecimiento físico son: a) gastrointestinales, provocando una mala absorción y trastornos alimentares; b) cardíacas, que ocasionan un aumento del gasto energético, disminución de ingesta e infecciones respiratorias frecuentes; c) respiratorias, que al requerir una terapia corticoidal pueden frenar el crecimiento; d) Nefropatías crónicas, que generalmente van acompañadas de pérdidas de Na, K y Ca, así como alteraciones del metabolismo del Ca y P; e) Infecciones crónicas, como la tuberculosis y las parasitosis masivas, f) Anemias, debido a que el fierro participa en diversos procesos enzimáticos que inciden en forma directa en el crecimiento tisular (33).

b.2.2 Los Factores extrínsecos

El medio ambiente comprende, condiciones de vida material, alimentación, ambiente físico, condiciones socioeconómicas, estilo de vida, ambiente familiar y cultural, cuyo elemento fundamental está constituido por la relación afectiva primaria y el estímulo materno (34). Estos factores pueden originar afección sobre el potencial genético, que es afectado por dominios biológicos y comportamentales (35).

Aspectos Socioeconómicos

Las variables socioeconómicas actúan como factores de riesgo, debido a la probabilidad de influir directa o indirectamente sobre el estado nutricional infantil (36). La renta per cápita representa un aspecto primordial considerado en estudios poblacionales de varias regiones (20, 37-42). La renta familiar está relacionada con factores como la educación, tipo de vivienda, servicios de sanidad, accesibilidad a los servicios de salud, bienes de consumo entre otros (35), por lo que, la pobreza no sólo indica susceptibilidad y bajo nivel nutricional, sino que aumenta el riesgo de padecer enfermedades, disminuir el gasto de energía y reducir la fertilidad (43).

Por otro lado, el nivel de escolaridad, establece que un mayor nivel de instrucción contribuirá para una mejor oportunidad de empleo, y consecuentemente un mejor nivel

salarial (35), mejores condiciones de vida y salud, aunque el mayor ingreso salarial posibilita realizar mayores gastos, se destaca que factores socioculturales condicionan los hábitos de alimentación, aumentando el consumo de alimentos con alto contenido de carbohidratos y bajos en nutrientes (43), consecuentemente podrían influir sobre los patrones de alimentación tradicionales y contribuir al aumento del sobrepeso y obesidad (44).

Aspectos étnicos

Un grupo racial es definido de acuerdo con las características físicas, como el tipo de cabello, rasgos faciales y color de la piel, y la etnia hace referencia a una situación social y lingüística. De hecho, la etnicidad se utiliza a menudo para resumir los efectos de la dieta, la educación y la vivienda. Esta serie de factores son conocidos colectivamente como el estilo de vida (45), los que pueden ser determinados y diferenciados a partir de los patrones de hábitos, aptitudes y comportamientos culturalmente adquiridos (10).

Los estudios por lo general, identifican las diferencias de crecimiento entre los grupos étnicos, conduciendo a supuestos que la única causa es lo biológico (genético), pero las diferencias probablemente en gran parte son de origen ambiental (46). En este sentido, todo parece indicar que los estudios apuntan a atribuir a los comportamientos adquiridos en determinadas culturas. Así, algunos estudios destacan un aumento en la disponibilidad de energía de los alimentos procesados y en el número de comidas fuera del hogar (47,48). De hecho, el aumento del sobrepeso y obesidad en poblaciones infantiles y juveniles preocupa (49), por lo que, evidentemente el desarrollo de programas de intervención en los diferentes grupos raciales y/o étnicos debe de realizarse sin discriminación.

Aspectos nutricionales.

Es un aspecto prioritario, en razón que el consumo de energía del organismo humano proviene de la alimentación, tanto para sus funciones fisiológicas y tareas diarias, como para el propio proceso de crecimiento (50). La falta de alimento, exceso y/o desequilibrio de nutrientes puede llevar a alteraciones importantes en el crecimiento.

En el primer año de vida, alrededor del 40% total de calorías se destina para atender su crecimiento, disminuyendo esa proporción a un 10% en la adolescencia (51). Esto explica la importancia de una dieta equilibrada, cuya relación proporcional debe estar adecuada a la demanda energética y necesidades propias del crecimiento del niño. De cualquier forma, una adecuada dieta contribuye a la regeneración de las células, permite dar una respuesta al stress, previene la presencia de enfermedades y contribuye a mantener la salud (52).

Tanto la sub-alimentación, como la desnutrición energético-proteica, provocan alteraciones irreversibles en el crecimiento (30), causando graves perjuicios. Esta situación puede agravarse en dependencia de la época de desarrollo en que ocurre y el tiempo en que permanece el estado de desnutrición (53). En efecto, las causas que más contribuyen, son los aspectos económicos y culturales del ambiente familiar; de esta forma la desnutrición como resultado de la pobreza y marginación social (54), constituye el principal factor social de riesgo para el retardo del crecimiento (55). Contrariamente, si existe una hiperalimentación, surgen las condiciones de sobrepeso y obesidad, las que alteran negativamente los patrones del crecimiento físico, ocasionando riesgos para la salud, al surgir disfunciones metabólicas, como la diabetes tipo II, hipertensión arterial, dislipidemia y alteraciones cardiovasculares. Todas estas disparidades atraen la atención de investigadores y responsables políticos, fomentando así un crecimiento sustancial en la literatura sobre la equidad sanitaria (56).

Actividad física

Históricamente se reconoce a la actividad física como un factor medio ambiental muy importante para el crecimiento (57); según Malina (58), una adecuada actividad muscular es esencial para favorecer un crecimiento normal y mantener la integridad de los tejidos, destacando la influencia potencial de la actividad física regular sobre el crecimiento físico.

Las ventajas de la práctica de actividad física regular se distinguen desde una perspectiva biológica como psicológica, pudiendo interferir sobre el control del peso

corporal, aumento de la densidad ósea, aumento de la resistencia muscular, control del colesterol, mejora de la autoestima y disposición para las actividades cotidianas (28).

En general, la práctica regular de la actividad física es ideal para conseguir un normal crecimiento y maduración biológica del niño (10), sin embargo, la literatura también ha alarmado a los profesionales que trabajan con jóvenes, por los posibles efectos negativos que ocasionaría el entrenamiento físico sobre el desarrollo y maduración (59). Esto en razón del significativo incremento de jóvenes deportistas que son sometidos a altos volúmenes e intensidades de entrenamiento (10), argumentándose que la carga de entrenamiento “excesiva” ocasiona efectos adversos en los procesos fisiológicos y anabólicos comprometidos con las adaptaciones de los tejidos por efectos de la actividad física, afectando consecuentemente al crecimiento y a la maduración (60).

El retraso del crecimiento y la maduración sexual se encuentra bien documentado en ciertos grupos de atletas de elite, especialmente en corredores de distancia, gimnastas y bailarinas (59). De hecho, el entrenamiento intenso a tempranas edades puede ocasionar demoras en el crecimiento y la maduración, sobre todo, si se presenta un desequilibrio entre la energía gastada durante la actividad física y un bajo consumo de nutrientes.

Ambiente geográfico y climático

Los factores geográficos se atribuyen a los aspectos climáticos y domiciliar, como tipo de vivienda en zona urbana y zona rural (61). Aunque los estudios fundamentan los factores geográficos y climáticos a investigaciones en altitud y en climas de condiciones extremas. En el caso de zonas geográficas de elevada altitud, Frisancho (62) resalta que estas zonas generalmente se asocian a una baja temperatura, escasa humedad relativa, alta radiación solar e hipoxia (62), por lo que, los habitantes generalmente presentan bajo peso al nacimiento así como crecimiento lento y prolongado que se traduce en un menor tamaño corporal en la edad adulta (63), siendo más pequeños que los habitantes de zonas cercanas al nivel del mar (64). Algunos autores consideran a la hipoxia (65) y a factores de tipo energético-nutricional (64) como los aspectos determinantes del crecimiento físico en estas poblaciones. La mayoría de los estudios reportan datos de crecimiento en peso y estatura en niños que viven en poblaciones de altitud y utilizan como norma el nivel del mar (66-69).

La comprensión del impacto de los cambios climáticos en temperaturas extremas de calor y frío sobre los niños es aún insipiente. Así, niños americanos que vivían en áreas tropicales, demostraron tener un menor peso corporal para la estatura de aquellos que residían en zonas templadas (70), y niños que vivían en regiones extremadamente frías (esquimales), presentaban un periodo de crecimiento en estatura más prolongado, alcanzando una estatura semejante en una edad adulta más tardía (71).

En general, los estudios efectuados en temperaturas extremas (frío y calor) consideran un aumento de la mortalidad, sin especificar el grupo de edad, sexo, o raza de los afectados (72). Esos cambios meteorológicos extremos son cada vez más intensos, frecuentes y potencialmente perjudiciales (73), constituyéndose en una de las temáticas dentro del estudio del crecimiento físico.

Tendencia secular

La tendencia secular hace referencia a las modificaciones que se producen generacionalmente en el crecimiento y desarrollo de las poblaciones. Básicamente se define como una aceleración en la tendencia (positiva) y/o desaceleración de tendencia (negativa) del crecimiento y la maduración (74). Desde un punto de vista unidireccional implica variaciones temporales entre generaciones y/o entre poblaciones con diferentes situaciones geográficas y antecedentes socioeconómicos (75).

Clásicamente la tendencia secular ha sido estudiada por las estadísticas (Varianza, asimetría y curtosis), buscando determinar los cambios de la edad de la menarquía y el crecimiento en altura y peso (76). Actualmente hacen hincapié a la importancia del seguimiento de la prevalencia del sobrepeso y obesidad (77) en determinados intervalos de tiempo, que posibilita identificar cambios no sólo en el exceso de peso, sino también en variables como la composición corporal, somatotipo, crecimiento físico, maduración biológica, consumo de alimentos, patrones de actividad física, entre otros. Existe una inclinación por las investigaciones relacionadas a la aptitud física enfocadas en la salud, rendimiento y actitud hacia los deportes en niños y adolescentes, por razón a encontrar asociación con el aumento de la incidencia de sobrepeso y obesidad (78-80).

Las influencias ambientales que ocasionan la tendencia secular positiva se caracterizan por un aumento en la disponibilidad de alimentos, mejora de las condiciones sanitarias y cuidados de la salud (81). Este fenómeno está asociado a variaciones de las condiciones ambientales (82); por ejemplo, las investigaciones antropométricas de tendencia secular que utilizan la estatura, consideran una importante alternativa para monitorizar las alteraciones en los patrones de crecimiento, que reflejan las condiciones económicas, de salud y de nutrición (83) de una determinada población. Por lo tanto, las medidas de estatura y/o peso, estatura final alcanzada y las tasas de cambios en la estatura durante los años de crecimiento, reflejan de forma exacta el estado de salud de un país y el estado nutricional medio de sus ciudadanos (84), inclusive es utilizado como un indicador de desarrollo socio-económico (85).

b.3 Valoración del crecimiento físico

La evaluación es el proceso de delinear, obtener y proveer información para juzgar alternativas de decisión (86). Cualquier evaluación se realiza contando con un parámetro de referencia y/o criterio de referencia. Esto posibilita comparar las medidas obtenidas de un sujeto con similares características a los que se pretende estudiar, y de esa manera emitir un juicio valedero y con solidez científica. En el caso específico del crecimiento físico se refiere a la medición de variables cuantitativas que son expresadas en medidas de longitud, altura, masa, perímetros, entre otras. La técnica antropométrica es la que permite establecer patrones de vigilancia del crecimiento y desarrollo del niño y adolescente (87). Para tal efecto es necesario el uso de estándares referidos a normas y/o criterios, los cuales permiten emitir un juicio sobre las variables valoradas. A seguir describimos cada uno de estos tipos.

b.3.1 Estándares referidos a normas

Se evalúa en referencia a una norma. Los resultados de un individuo o una población comúnmente se comparan con una población de referencia. Básicamente es un modelo que sirve para establecer un nivel de normalidad y se define como un objetivo a alcanzar (88). El estándar o norma por lo general refleja un crecimiento óptimo, lo que sugiere que todos los niños tienen el potencial suficiente para alcanzar ese nivel (5). Los

estándares por normas presentan algunas características propias, como por ejemplo, los datos deben provenir de poblaciones que presenten condiciones óptimas de bienestar, así como la muestra debe ser determinada probabilísticamente para que los resultados sean representativos de la población (89), evitando sesgos en los resultados. La OMS recomienda adoptar las tablas de crecimiento de los Estados Unidos, sobretodo donde no existe ninguna normativa (8), pero evidentemente no reflejan los patrones de crecimiento de distintas poblaciones de diferentes culturas y etnias (90), aunque de alguna forma, sirven como un medio para diagnosticar, vigilar y monitorizar el estado de crecimiento de uno o varios pacientes con respecto a la población general, permitiendo detectar problemas de salud (91).

Entre las curvas construidas a nivel internacional, las más usadas son: National Center for Health Statistic, NCHS (92), Center for Disease Control, CDC (4,7), y de la OMS (5, 6).

b.3.2 Estándares referidos a criterios

Es un modelo que permite identificar un riesgo disminuido y/o aumentado de salud. Estas referencias permiten identificar estándares mínimos para alcanzar los valores aceptables en relación a los indicadores de peso/edad, estatura/edad, peso/estatura, Índice de Masa Corporal, % de grasa, área grasa y muscular del brazo, entre otras variables.

Los profesionales de la salud usan este tipo de curvas ya establecidas para identificar posibles riesgos nutricionales en niños y adolescentes (93). De hecho, los estándares por criterio buscan identificar a los niños y adolescentes que se encuentren suficientemente aptos como para mantener un buen estado salud en función de su edad y sexo, sin embargo, los puntos de corte son hasta la fecha materia de discusión, ya que aún no hay consenso sobre el valor de los puntos de corte en niños y adolescentes (94). Algunos indicadores son usados frecuentemente, como por ejemplo el porcentaje de masa grasa, ÍMC, perímetro del abdomen, índice cintura/cadera, entre otros criterios. A través de tales indicadores es posible identificar individuos y/o poblaciones que se encuentren aparentemente libres de riesgos que podrían afectar su salud. Además se pone énfasis en los niveles aceptables que los individuos o una población deberían alcanzar. Por lo tanto, estos

estándares evitan la comparación entre niños y grupos, pero si apuntan a identificar antropométricamente a los individuos que se encuentran dentro de los rangos normales en función de su edad y sexo.

Algunos estudios han usado el IMC para determinar el exceso de masa grasa en niños y adolescentes, basándose en estándares nacionales e internacionales (95, 96), utilizando como criterio más frecuente el percentil 95 para definir la obesidad, sin embargo, estas referencias deben ser revisadas y actualizadas periódicamente, puesto que las sociedades actuales van adquiriendo nuevos hábitos y estilos de vida. En este sentido, Formiguera (97) considera que para evaluar correctamente el riesgo cardiovascular, cada población debe establecer sus propios puntos de corte, tanto para el IMC como para la circunferencia de la cintura. Aunque, generar un estudio de esta naturaleza demanda mucho tiempo y gasto, pero sobre todo validar el criterio implicaría la realización de medidas internas, como por ejemplo algunos parámetros bioquímicos y sanguíneos.

En general, todos los estándares, ya sean nacionales y/o internacionales (norma y/o criterio) pueden generar sesgos durante la valoración de sus pacientes, ya que existen dentro de sus unidades de estudio diferencias étnicas, de edad, maduración biológica, ambiente geográfico, entre otros aspectos, que limitaría su posible aplicación a otras realidades. Hasta donde sabemos no existe un estándar y/o criterio ideal que satisfaga todos los requisitos y mucho menos que presente validez externa universal.

b.4 Tipos de investigación para estudiar el crecimiento físico

La investigación relacionada al crecimiento físico humano es un proceso dinámico y complejo, su objeto de estudio se centra en los posibles factores que puedan afectar el normal proceso de crecimiento (factores intrínsecos y extrínsecos). De hecho, los estudios utilizan a menudo tipos de investigación experimental, transversal longitudinal y ex-post-facto. En la revisión bibliográfica abordaremos los estudios que abarcan grandes poblaciones, exceptuando los estudios experimentales.

b.4.1 Estudios transversales

Los estudios transversales son aquellos que permiten describir las características y cualidades de una persona o una población en un determinado momento. También son denominados estudios de prevalencia (98,99), aunque se considera la posibilidad de establecer relaciones y asociaciones entre variables, sin buscar causalidad entre sus variables.

Básicamente estos estudios son utilizados para estudiar enfermedades de larga duración o cuyas manifestaciones se desarrollan lentamente, como es el caso de las enfermedades crónicas, desnutrición, o mala nutrición por exceso. Presentan algunas ventajas, como el bajo costo de inversión, se aplican en solo momento durante el tiempo y generalmente a grandes muestras, por lo que los resultados pueden ser generalizables a otros contextos (si la muestra es probabilística). Además permiten estimar la tendencia central en cada edad y la variación de las características de crecimiento de un grupo de individuos (88), y posibilita construir referencias por noma y/o por criterio para valorar el crecimiento físico y el estado nutricional, así como comparar el crecimiento y el estado nutricional entre poblaciones, describir los parámetros del crecimiento en función de la edad y sexo en una determinada época y sirven como punto de referencia para futuras comparaciones.

Estos estudios presentan algunas limitaciones, sobre todo cuando se selecciona la muestra de estudio, puesto que muchas veces se opta por trabajar con voluntarios o sujetos que fueron seleccionados de forma no-probabilística, lo que impide una probable generalización de los resultados. Por otro lado, no proporcionan información sobre la dinámica del proceso individual de crecimiento, así como la experiencia práctica que del evaluador (es), que cumplen un rol relevante en el proceso de recolección de datos (error técnico de medida intra e inter-evaluador). Algunos estudios referenciales son las curvas de NCHS (92) de 3 a 18 años, CDC (4) de 0 a 20 años, OMS (5) de 0 a 5 años y OMS (6) de 5 a 19 años, así como las curvas brasileñas de Marquez, Marcondes (100) y Conde, Monteiro (101).

b.4.2 Estudios longitudinales

Son observaciones de medidas repetidas registradas través del tiempo (88). Estos estudios permiten analizar los progresos en varias observaciones repetitivas (10), que a menudo suelen ser a partir de cuatro mediciones durante el tiempo (102), aunque generalmente un estudio longitudinal implica más de dos mediciones a lo largo de un seguimiento (103). Estas evaluaciones permiten verificar la velocidad de crecimiento infantil y también los cambios de tendencia secular, en especial cuando se realizan dos mediciones en el transcurso de una década por ejemplo.

Algunas de las desventajas, es que estos estudios tienen alto costo, son difíciles de ejecutar, se pierde muestra durante la investigación y con frecuencia el investigador no puede controlar las circunstancias en que se obtienen las medidas repetidas. Por otro lado, son indispensables para medir la velocidad de crecimiento, la secuencia de eventos durante la pubertad, empleándose además para la elaboración de normas de referencias dinámicas (74) y ofrecen la oportunidad de estudiar patrones individuales de cambio sobre el tiempo y condiciones (104). Una curva de crecimiento de un estudio longitudinal es la de NCHS (92) para niños de 0 a 3 años.

Los intervalos de tiempo en que se observa y/o registra la respuesta de las unidades de observación se denominan *puntos de tiempo* u *ocasiones* y pueden variar desde unos cuantos minutos a muchos años (105). La información recolectada a intervalos regulares de tiempo permite precisar modelos de ritmo y velocidad en el crecimiento y maduración biológica, así como determinar cambios en la composición corporal, somatotipo y la proporcionalidad de niños y adolescentes. Algunos autores consideran que los estudios longitudinales son más eficientes, más robustos en la selección del modelo y estadísticamente son más potentes en relación a los estudios transversales (106, 107). Además los estudios longitudinales permiten distinguir los fenómenos a corto, mediano y largo plazo.

Dentro de los subtipos de estudio (diseños) longitudinales se destacan los estudios de tendencia, cohort y panel. Los de tendencia (trend) analizan cambios en una o más variables cuantitativas y/o cualitativas a través del tiempo, centrando su atención en una población determinada, pero no sobre la misma muestra de sujetos o unidades de análisis

dentro de esa población, así los sujetos del estudio durante las mediciones no son los mismos. La tendencia se logra observar a través de encuestas repetidas (repeated surveys) (108). Ejemplos clásicos son los estudios en que se observa la tendencia secular de poblaciones en peso, estatura, adiposidad corporal, nivel de actividad física, entre otras variables.

Algunos estudios clásicos que ilustran este tipo de tendencias son los que valoran las tendencias positivas de la estatura y el peso (109-112), que han sido observados en todos los grupos socioeconómicos de diversos países del mundo.

Los diseños de evolución de grupo o estudios “cohort” examinan cambios a través del tiempo en subpoblaciones y/o grupos específicos. Su atención se centra en los “cohorts” o grupo específicos. Generalmente los grupos están conformados por edad, grupos por edad o una época (113), aunque Baker (114) considera como un cohort a un grupo de personas que nacieron en el mismo periodo de tiempo. De hecho, estos estudios se han utilizado de manera clásica para determinar la ocurrencia de un evento específico en un grupo de individuos libres del evento o enfermedad en estudio y a menudo conforme pasa el tiempo se retiran algunos sujetos, disminuyendo la muestra, aunque es posible que ingresen nuevos sujetos con las mismas condiciones que permitan mantener el mismo cohort. Este tipo de diseño es considerado como una herramienta esencial para el estudio de la salud, particularmente ahora que las enfermedades no transmisibles paulatinamente transforman el panorama de morbi-mortalidad mundial (115). Además permiten delimitar diversas consecuencias o desenlaces que pueden estar asociadas con un único factor de riesgo, ayudando a comprender con más detalle el efecto de un factor como etiológico (116). Por lo tanto, desde los cohortes es posible lograr la transformación estructural, ya que permite aprovechar la congruencia de los cambios ocurridos en determinados cohortes (117) o grupos específicos.

Por ejemplo, Stettler et al (118) con el propósito de determinar si una rápida tasa de aumento de peso en la infancia temprana se asocia con la condición de sobrepeso en la infancia diseñó un estudio longitudinal de cohorte (desde el nacimiento hasta los 7 años). Seleccionándose 27899 participantes, nacidos entre 1959 y 1965. Los resultados mostraron que hubo un patrón de ganancia rápida de peso durante los primeros 4 meses de vida,

asociándose con un mayor riesgo a la condición de sobrepeso a los 7 años de edad, independientemente del peso al nacer y el peso alcanzado a la edad de 1 año, respectivamente.

Los diseños panel permiten realizar valoraciones en varias oportunidades de una o más variables cuantitativas y/o cualitativas. Los mismos sujetos son evaluados en todos los tiempos o momentos. En este diseño se tiene la ventaja de que además de conocer los cambios grupales, se conocen los cambios individuales durante el tiempo (114). Es posible saber los casos específicos que introducen el cambio de la muestra o grupo. En general, durante las valoraciones denominados cortes temporales se suele perder muestra (mortalidad) por diversos motivos, disminuyendo los sujetos del estudio a lo largo del tiempo. Una ventaja de estos diseños es que aplican formas mucho más rigurosas de análisis estadístico que los estudios de tendencia y evolución de grupo (119).

En particular, el diseño de panel mejora las oportunidades para describir las trayectorias del crecimiento y el desarrollo durante el curso de la vida, además permite determinar los patrones de las relaciones causales durante períodos de crecimiento físico (120) más prolongados. Algunos ejemplos de estos estudios son los que buscan determinar el Pico de velocidad de crecimiento (PVC) en niños y adolescentes de una muestra específica, por lo cual pueden inferir la velocidad del crecimiento del grupo y de un individuo en particular. Para estimar los patrones de crecimiento individual, los cambios en la tasa de crecimiento y las diferencias en el crecimiento de niños y niñas, se debe observar el proceso de crecimiento de los mismos durante un período de muchos años (estudio longitudinal) (121). Esto se consigue a través del diseño de Panel. Estos estudios permiten la predicción de diferentes medidas de longitud de cuerpo (122), siendo posible establecer ecuaciones de regresión lineal para predecir el PVC de niños y adolescentes, aunque presentan algunas limitaciones, puesto que las diferencias en la sincronización y en el tiempo del crecimiento durante la adolescencia podría llevar a errores en sus cálculos (123).

En suma, la complejidad y el elevado costo de los estudios longitudinales y la limitación de los estudios transversales han posibilitado la combinación de ambos métodos para tratar de aprovechar las ventajas de ambos (124). En este sentido, existe libertad para desarrollar estudios de corte transversal y/o longitudinal, puesto que estas combinaciones

son denominadas como estudios mixtos, ya que posibilitan medir muestras de forma transversal en diferentes momentos a lo largo del tiempo. Por lo tanto, son calificados como estudios transversales sucesivos.

b.4.3 Estudios ex-pos-facto

El término Ex Pos Facto significa después de ocurridos los hechos. Es un tipo de investigación sistemática en la que el investigador no tiene control sobre las variables independientes porque ya ocurrieron los hechos y/o porque son intrínsecamente manipulables (125). En este tipo de estudio, la variable independiente ya actuó de forma natural. El investigador prácticamente se limita a observar y describir los hechos ocurridos en un momento dado. Un ejemplo se puede observar en el estudio efectuado por Argnani et al (126) donde se evalúa el impacto ambiental sobre el crecimiento humano de niños tibetanos de 8-14 años que nacieron y se criaron por encima de los 4000msnm en el Himalaya. Otro estudio que permite comprender el impacto de la variable independiente (zona urbana-rural) sobre el crecimiento físico, es el estudio desarrollado por Malina et al (127), donde se comparó el crecimiento físico de niños de zona urbana y rural de valle de Oaxaca, México.

c) Conclusiones

Los factores intrínsecos, medio-ambientales y la interacción entre ambos, son una posibilidad para investigar en diversas poblaciones del mundo, sobre todo que en la actualidad varios países en Sudamérica se encuentran en un proceso de transición nutricional, con lo que los investigadores deberían abordar y priorizar los posibles factores que podrían afectar el normal crecimiento físico de niños y adolescentes de sus regiones. Por otro lado, la literatura brinda información respecto a los tipos de investigación que se podrían desarrollar en poblaciones en crecimiento y desarrollo, con lo cual, es posible diagnosticar, clasificar y monitorizar el crecimiento físico en función del tiempo (transversal y longitudinal) y retrospectiva (ex-pos-facto). Además es una posibilidad para

que los investigadores y/o instituciones privadas y gubernamentales puedan promover la investigación y ejercer políticas públicas en esta área en particular.

Referencias bibliográficas

1. Tanner JM. A history of the study of human growth. Cambridge: Cambridge, University Press. 1981.
2. Vargas-Vitoria R, Cossio-Bolaños M, Gatica-Mandiola P, Arruda M. Crecimiento físico, indicadores y técnicas antropométricas. Ediciones Universidad Católica de Maule, 2012. Talca.
3. Manna PK, De D Bera TK, Chatterjee K, Ghosh D. Anthropometric Assessment of Physical Growth and Nutritional Status among School Children of North Bengal. *Anthropologist*. 2011;13(4): 299-305.
4. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, et al. CDC growth charts: United States. *Adv Data*. 2000;(314):1-27.
5. Multicentre Growth Reference Study Group. Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva: WHO; 2006a
6. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 2007;85:660-7.
7. Fryar CD, Gu Q, Ogden CL. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2007–2010. National Center for Health Statistics. *Vital Health Stat* 2012;11(252):1-40.
8. Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, v.854. Geneva: World Health Organization, 1995.

9. Meredith HV. Toward a working concept of physical growth. *Am J Orthodon Oral Surg* 1945;31:440-58.
10. Malina R, Bouchard C. *Growth, Maturation and Physical Activity* Champaign Illinois: Human Kinetics Publishers. 1991.
11. Penchazadech VB. Condicionantes Básicos para el Crecimiento. Una Larga Polémica: Herencia o Ambiente. En: OPS. *Crecimiento y Desarrollo: Hechos y Tendencias*. Publ. Científic, Washington. 1988; 50:90-101.
12. Bianchini T, Pinheiro-Gordia A, Simões-Pires, Lima-Leite M, Campos W, Guimarães-Kalinowski F. Crescimento físico de escolares da rede particular de ensino do município de Ponta Grossa, PR. *Rev. Bras.Cineantropom. Desempenho Hum.* 2006;8(3):36-44
13. Waltrick ACA, Duarte MFS. Estudo das características antropométricas de escolares de 07 a 17 anos – Uma abordagem longitudinal mista e transversal. *Rev Bras Cine Des Hum* 2000; 2(1):17-30.
14. Cameron NL. Growth Patterns in Adverse Environments. *Am. J. Hum. Biol* 2007;19:615–1.
15. Vellini F. *Ortodoncia - Diagnóstico y Planificación Clínica*. Sao Paulo: Artes Médicas 2002.
16. Daza CH. Nutrición infantil y rendimiento escolar 1. *Colombia Médica* 1997; 28(2):92-8.
17. Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Núñez Álvarez V, Lancho Alonso JL. Efectos de la altitud sobre el crecimiento físico en niños y adolescentes. *Rev Andal Med Deporte* 2011;4(2):71-6.
18. Zeferino A, Barros-Filho A, Bettiol H, Babieri M. Acompanhamento do crescimento. *Jornal de Pediatria* 2003; 79(supl 1): 23-32.

19. Keller W. Epidemiologia del retraso del crecimiento. In: Waterlow JC. Retraso del crecimiento lineal en los países en vías de desarrollo. Ginebra: Nestlé-Nutrition; 1987: 9-12.
20. Cossio-Bolaños MA, Figueroa P, Cossio-Bolaños W, Lázari E, Arruda M. Parámetros del crecimiento físico de niños que viven a moderada altitud. *Rev Med Hered* 2012a; 23(2):96-105.
21. Marcondes E. Desenvolvimento da Criança: Desenvolvimento Biológico: Crescimento. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Pediatria. 1994.
22. Westwood M, Kramer MS, Munz D, Lovett JM, Watters GV. Growth and development of full-term nonasphyxiated small-for gestational-age newborns: follow-up through adolescents. *Pediatrics* 1983;71: 376-82.
23. Malina RM, Litle BB. Selected body measurements of children 2-11 years, United States. *Vital and Health Statisc.* 1972, Serie 11, n°123, United States, Government Printing Office, Washington.
24. Rosenbloom A. Fisiología Del crecimiento. *Ann Nestle (Esp)* 2007;65:99:100.
25. Oliveira RB. Antropometría de crianças e adolescentes do ambulatório multidisciplinar de doenças metabólicas hereditárias. Tese (Mestrado em Ciências aplicadas à pediatria) Escola paulista de Medicina / Universidade Federal de São Paulo. 2001.
26. Cusminsky M, Moreno EM, Ojeda ENS. Crecimiento y desarrollo: Hechos y tendencias. Washington, OPS. 1988.
27. Bukatko D, Daehler MW. *Child Development: A Tropical Approach.* Boston: Houghton Mifflin. 1992.
28. Santos-Farias E. Estado nutricional, crescimento físico e atividade física de escolares de sete a dez anos de idade da rede municipal de ensino de porto velho, Ro. Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

29. Bogin B. Patterns of Human Growth. Cambridge: Cambridge University Press. 1993; 266.
30. Haeffner LSB. Comparação do crescimento, maturação sexual e estado nutricional de escolares de 7 a 14 anos. (Tese mestrado em ciências do Movimento humano). Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. 1995.
31. Beal VA. Nutrition in the Life Span. New York: John Wiley and Sons 1980; 467.
32. Jorge AAL, Willians M, Matsudo SMM. Hormônio de Crescimento, Saúde e Performance. In: XXIV Simpósio Internacional de Ciências do Esporte. 2001. São Paulo, 11 a 13 de outubro. Mesa redonda.
33. Cattani A. Características del crecimiento y desarrollo físico. Manual de Pediatría Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 2002.
34. Job JC, Pierson M. Endocrinologia pediátrica e crescimento. Manole, 1980.
35. Mello-Romani S, Cabral de Lira P. Fatores determinantes do crescimento infantil. Rev. Bras. Saúde Matern. Infant 2004;4(1):15-23.
36. Olinto MTA, Victoria CG, Barros FC, Tomasi E. Determinantes da desnutrição infantil em uma população de baixa renda: Um modelo de análise hierarquizado. Cadernos de Saúde Pública 1993; 9(Sup. 1):14-27.
37. Engstrom EM, Anjos LA. Déficit estatural nas crianças brasileiras: relação com condições sócio-ambientais e estado nutricional materno. Cad Saúde Pública 1999; 15: 559-67.
38. Frisancho AR, Sanchez J, Pallardel D, Yañez L. Adaptive Significance of Small Body Size under Poor Socio-economic Conditions in Southern Peru. Am. J Phys. Anthropol 1973; 39:255-62.

39. Waterlow JC. Observaciones sobre la historia natural del retraso del crecimiento. In: Waterlow JC Retraso del crecimiento lineal en los países en vías de desarrollo. Ginebra: Nestlé-Nutrition 1987: 5-11
40. Johnson FC, Rogers BL. Children's nutritional status in female- headed households in the Dominican Republic. Soc Sci Med 1993; 37: 1293-301.
41. Monteiro CA, Freitas ICM. Evolução de condicionantes socioeconômicos da saúde na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). Rev Saúde Pública 2000; 34: [Supl 6]: 8-12.
42. Freitas D, Maia J, Beunen G, Claessens A, Thomis M, Marques A, Crespo M, Lefevre J. Socio-economic status, growth, physical activity and fitness: The Madeira Growth Study. Ann Hum Biol 2007;34: 107-22.
43. Pawloski LR. Growth and Development of Adolescent Girls From the Segou Region of Mali (West Africa). Am J Phys Anthropol 2002;117:364–72.
44. Pinheiro-Mendonça, C, Anjo, L. Aspectos das práticas alimentares e da atividade física como determinantes do crescimento do sobrepeso/obesidade no Brasil. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro 2004;20(3):698-709.
45. Pollard KM, O'Hare WP. America's Racial and Ethnic Minorities. "America's Racial and Ethnic Minorities," Population Bulletin 1999;54(3):3-44.
46. Habicht JP, Martorell R, Yarbrough C, Malina RM, Klein RE. Height and weight standards for preschool children. How relevant are ethnic differences in growth potential?. Lancet 1974; 1:611-5.
47. Harnack LJ, Jeffery RW, Boutelle KN. Temporal trends in energy intake in the United States: an ecologic perspective. Am J Clin Nutr 2000;71:1478–84
48. Jeffery RW, Utter J. The changing environment and population obesity in the United States. Obes Res 2003;11(Suppl): 12S–22S.

49. Freedman DS, Khan LK, Serdula MK, Ogden CL, Dietz WH. Racial and ethnic differences in secular trends for childhood BMI, weight, and height. *Obesity* 2006;14:301–8.
50. Malina RM. Atividade física do atleta jovem: do crescimento a maturação. São Paulo: Roca, 2002.
51. Marcondes E. Crescimento Normal e Deficiente. 3.ed. São Paulo, Sarvier, 1989.
52. Kane JP. A dieta Equilibrada. Tratado de Medicina Interna. Rio de Janeiro. Cecil, editora Guanabara Koogan. 1993;42–7.
53. Anjos A.A. Índices Antropométricos e Estado Nutricional de Escolares de Baixa Renda de Um Município do Estado do Rio de Janeiro (Brasil): Um Estudo Piloto. *Revista de Saúde Pública São Paulo* 1989; 23 (3):221-9.
54. Matsudo VKR, Matsudo SMM. Avaliação e prescrição da atividade na criança. *Revista de associação de profissionais de Educação Física de Londrina*. 1995;10 (17):46-55.
55. Schechter M, Adam HM. Weight loss/failure to thrive. *Pediatrics in Review* 2000; 21 (7):238-9.
56. Braveman P, Tarimo E. Social inequalities in health within countries: not only an issue for affluent nations. *Soc Sci Med* 2002; 54:1621-35.
57. Steinhaus AH. Chronic effects of exercise. *Physiol Rev* 1933; 1:103-47.
58. Malina RM. Physical Activity as a Factor in Growth and Maturation. In: Cameron N and Bogin, B. Eds: *Human Growth and development*, Second edition (2012): 375-96.
59. Malina RM. Physical activity: relationship to growth, maturation, and physical fitness. En: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T (eds) *Physical activity, fitness and health. International proceedings and consensus statement*. Human Kinetics Publishers, Champaign IL. 1994.

60. Cooper DM. Evidence for and mechanisms of exercise modulation of growth-an-overview. *Med. Sci Sports Exerc* 1994;26:733-40.
61. Eveleth PB. The effects of climate on growth. *Annals of New York Academy of Sciences*. 1996; 134:750-9.
62. Frisancho AR. *Human Adaptation: A Functional Interpretation*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press. 1981.
63. Moreno-Moreno S, Marrodán-Serrano M, Bejarano I, Dipierri J. Crecimiento longitudinal en poblaciones andinas ¿Existe um patrón propio de estos ecosistemas?. *Observatorio Medioambiental* 2006;9: 155-69.
64. Greksa LP, Spielvogel H, Paredes-Fernandez L, Paz-Zamora M, Caceres E. The physical growth of urban children at high altitude. *American Journal of Physical Anthropology* 1984;65:315-22.
65. Schutte JE, Lilljeqvist RE, Johson RL Jr. Growth of lowland native children of European ancestry during sojourn at high altitude (3200 m). *Am. J. Phys. Anthropol* 1983;61: 221-6.
66. Frisancho AR, Baker PT. Altitude and growth: a study of the patterns of physical growth of a high-altitude Peruvian Quechua population. *American Journal of Physical Anthropology* 1970;32: 279 -92.
67. Frisancho AR. Human growth and development among high altitude populations. In: *The Biology of High Altitude Peoples*, edited by P.T. Baker. International Biological 1978.
68. Stinson S. The physical growth of high altitude Bolivian Aymara children. *American Journal of Physical Anthropology* 1980; 52:377-85.
69. Cossio-Bolaños MA, Bustamante A, Caballero-Cartagena L, Gómez-Campos RA, Arruda M. Crecimiento físico de niños escolares a nivel del mar y a altitud moderada. *An Fac med* 2012b; 73(3):183-9.

70. Malina RM. Growth and Development. Minneapolis: Burges Publishing Company. 1975.
71. Shephard RJ. Physiology and biochemistry of exercise, Praeger, New York 1982
72. Kalkstein LS, Valimont KM. Climate effects on human health. In Potential effects of future climate changes on forests and vegetation, agriculture, water resources, and human health. EPA Science and Advisory Committee Monograph no. 25389, 122-52. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency 1987.
73. Bartlett S. Climate change and urban children: Impacts and implications for adaptation in low- and middle-income countries. Human Settlements Programme, London, 2008
74. Van Wieringen JC. Secular growth changes. En: Falkner F, Tanner JM (eds). Human growth, a Comprehensive Treatise. 2nd ed. New York and London: Plenum Press. 1986; 3:307-15.
75. Danubio ME, Sanna E. Secular changes in human biological variables in Western Countries: an updated review and synthesis. Journal of Anthropological Sciences. 2008; 86:91-112.
76. Bengt-Olov L, Bergsten-Brucefors A, Lindgren G. The secular trend in physical growth in Sweden. Annals of Human Biology 1974; 1(3): 245-56.
77. Berg C, Rosengren A, Aires N, Lappas G, Toren K, Thelle D et al. Trends in overweight and obesity from 1985 to 2002 in Goteborg, West Sweden. Int J Obes 2005; 29: 916–24.
78. Mészáros J, Mahmoud O, Szabó T. Secular trend and motor performance scores in Hungarian school-boys. Facta Universit. Physiv Educ 1999; 1: 43-9.
79. Wedderkopp N, Froberg K, Hansen HS, Andersen LB. Secular trends in physical fitness and obesity in Danish 9-year-old girls and boys: Odense School Child Study and Danish substudy of the European Youth Heart Study. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2004;14: 150-5.

80. Matton L, Duvigneaud N, Wijndaele K, Philippaerts R, Duquet W, Beunen G, Claessens AL, Thomis M, Lefevre J. Secular trends in anthropometric characteristics, physical fitness, physical activity, and biological maturation in Flemish adolescents between 1969 and 2005. *Am. J. Hum. Biol* 2007; 19: 345-57.
81. Greiner TM, Gordon CC. Secular trends of 22 body dimensions in four racial/cultural groups of American males. *American Journal of Human Biology* 1992; 4:235-46.
82. Kac G. Tendência secular em estatura: uma revisão da literatura 1999; *Cad. Saúde Pública* 1999; 15(3): 451-61.
83. Fogel WR, Engerman SL, Trussel J. Exploring the uses of data on height: The analysis of long-term trends in nutrition, labor welfare, and labor productivity. *Social Science History* 1982;6:401-21
84. Eveleth PB, Tanner JM. *Worldwide Variation in Human Growth*. Cambridge: Cambridge University Press. 1990.
85. Sandber LG, Steckel RH. Heights and economic history: The swedissh case. *Annals Human Biology* 1987;14, 101-10
86. Stuffebeam D, Shinkfield A. *Evaluación Sistemática (guía teórica y práctica)* Temas de educación. Editorial Paidós. Barcelona 1993
87. Saranga S, Maia J, Rocha J, Nhantumbo L, Prista A. Crescimento somático na população africana em idade escolar. Estado actual do conhecimento. *Rev Port Cien Desp* 2006 6(1) 81–93.
88. González Bejarano LY. Antecedentes históricos del estudio del crecimiento general y craneofacial humano en la primera infancia. *Acta odontológica Colombiana* 2012;2(1): 133-49.
89. Morrow J, Jackson A, Disch J, Mood D. *Measurement and Evaluation in Human Performance*. 2nd Ed. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers 2000.

90. Silva S, Maia J, Claessens AL, Beunen G, Pan H. Growth references for Brazilian children and adolescents: Healthy growth in Cariri study. *Ann Hum Biol* 2012; 39(1): 11–8.
91. Kieffer-Escobar F, Sanchez-Mendiola, M. Uso de las curvas de crecimiento de los Centros para el Control y Prevención de. Enfermedades en niños mexicanos. *An Med Asoc Med Hosp ABC* 2002; 47(4):189-201.
92. National Center for Health Statics. Growth curves for children Birth – 18 years. United States DHEW Pub. No (PHS) 78-1650: US Dept of Health, Edutational and Welfacre. Public Health Service. National Center for Health Statics. USA: Hyattsville, MD, 1977.
93. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: A validation study. *J Pediatr* 1998; 132: 204-10.
94. Rodríguez Martínez G, Gallego Vela S, Fleta Zaragozano J, Moreno Aznar LA. Uso del índice de masa corporal para valorar la obesidad en niños y adolescentes. *Rev Esp Obes* 2006; 4 (5): 284-8
95. Power C, Lake JK, Cole TJ. Body mass index and height from childhood to adulthood in the 1985 British birth cohort. *Am J Clin Nutr* 1997; 66: 1094-101.
96. Moreno LA, Sarriá A, Fleta J, Rodríguez G, Bueno M. Trends in body mass index and overweight prevalence among children and adolescents in the region of Aragón (Spain) from 1985 to 1995. *Int J Obes* 2000; 24: 925-31.
97. Formiguera X. Circunferencia de la cintura y riesgo cardiovascular en población española. *Clin Invest Arterioscl* 2007; 19: 90-1.
98. Hennekens CH, Buring JE. *Epidemiology in medicine*. Boston: Little, Brown and Co., 1987.
99. Gordis L. *Epidemiology*. Filadelfia: WB Saunders Co., 1996.

100. Marques RM, Marcondes E, Berquó ES, Prandi R, Yunes J. Crescimento e desenvolvimento pubertário em crianças e adolescentes brasileiros: II – Altura e Peso. São Paulo: Editora Brasileira de Ciência Ltda.; 1982.
101. Conde WL, Monteiro CA. Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)* 2006; 82:266-72.
102. Bisquerra R. Métodos de investigación. Madrid: Morata 1998.
103. Delgado M, Llorca J. Estudios longitudinales: concepto y particularidades. *Rev Esp Salud Pública* 2004, 78: 141-8.
104. Ware JH, Liang KY. The design and analysis of longitudinal studies: a historical perspective. En P. Armitage y H. A. David (Eds.), *Advances in biometry*. New York: John Wiley 1996.
105. Arnau J, Bono R. estudios longitudinales. Modelos de diseño y análisis. *Escritos de Psicología* 2008, 2-1: 32-41.
106. Zeger SL, Liang KY. An overview of methods for the analysis of longitudinal data. *Statistics in Medicine* 1992;11, 1825-39.
107. Edwards LJ. Modern statistical techniques for the analysis of longitudinal data in biomedical research. *Pediatric Pulmony* 2000;30, 330-44.
108. Firebaugh G. Analyzing Repeated Surveys. Pennsylvania State. *SAGE Publications, Inc* 1997.
109. Tanner JM. The secular trend towards earlier physical maturation, *T. Soc. Geneesk* 1966;44, 524-39.
110. Meredith HV. Change in stature and body weight of North American boys during the last 80 years, [in:] *Advances in child development and behavior*, L.P. Lipsitt, C.C. Spiker (eds.), Academic Press, New York 1963; 69-114.

- 111.Hauspie RC, Vercauteren M, Susanne C. Secular changes in growth and maturation: An update, *Acta Paediatr.*, Suppl 1997; 423, 20-7.
- 112.Gonzales GI, Crespo-Reteres I, Guerra-Garcia G. Secular change in growth of native children and adolescents at high altitude.I. Puno, Peru (3800 meters), *Am. J. Phys. Anthropol* 1982;58, 191-5.
- 113.Glenn N. *Cohort Analysis* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage 2005.
- 114.Baker TL. *Doing Social Research*, 2ª. ed., Ed. McGraw-Hill, United States of America 1997.
- 115.Kuri P. Impacto de los estudios longitudinales en la práctica de la salud pública. *Salud Pública de México* 2007; 49: 23-4.
- 116.Hulley SB, Cummings SM. *Diseño de investigaciones clínicas*, Williams & Wilkins, 3era edición 2007.
- 117.Ryder NB. The Cohort as a Concept in the Study of Social Change. *American Sociological Review* 1965; 30:843-61.
- 118.Stettler N, Zemel BS, Kumanyika S, Stallings VA. Infant Weight Gain and Childhood Overweight Status in a Multicenter, Cohort Study. *Pediatrics* 2002; 109:2 194-9.
- 119.Ávila HL. *Introducción a la metodología de la investigación*. Ediciones Eumed, Chihuahua, Mexico,2006.
- 120.Hans-Peter B, Schneider T, Doll J. Methodological Advantages of Panel Studies. *JERO* 2009; 1(1):10–32.
- 121.Chrzastek-Spruch H, Kozłowska R, Hauspie M, Susanne Ch. Longitudinal study on growth in height in Polish boys and girls. *International Journal of Anthropology* 2002; 17(3-4):153-60.

122. Busscher I, Kingma I, Bruin R, Wapstra FH, Verkerke GJ, Veldhuizen AG. Predicting the peak growth velocity in the individual child: validation of a new growth model. *Eur Spine J* 2012;21(1): 71–6.
123. Malina RM, Claessens AL, Van Aken K, Thomis M, Lefevre J, Philippaerts R, Beunen GP. Maturity Offset in Gymnastics: Application of a Prediction Equation. *Med. Sci. Sports Exerc* 2006;38(7):1342-7.
124. Argente Oliver J. Curvas de crecimiento en España: ¿cuál es el estado actual?. *Pediatr Integral* 2009;XIII(1):77-80.
125. Kerlinger FN. *Foundation of Behavioral Research*, Surjeet Publication, New Delhi 1983.
126. Argnani L, Cogo A, Gualdi-Russo E. Growth and nutritional status of Tibetan children at high altitude. *Coll Antropol* 2008;32 (3): 807-12.
127. Malina RM, Himes JH, Stepick CD, Lopez FG, Buschang PH. Growth of rural and urban children in the valley of Oaxaca, Mexico. *American J. Physical Anthropol* 1981;54: 327-36.

SEGUNDO ESTUDO

Avaliação da maturação biológica: Usos e aplicações no ambiente escolar

Valoración de la maduración biológica: Usos y aplicaciones en el ámbito escolar

Assessment of biological maturation: Uses and applications in schools

Gómez-Campos, R.¹; Cossio-Bolaños, M.A²; Hobold, Edilson¹; Abella, Carlos Pablos³; Camargo, C.¹; De Arruda, M.¹.

¹*Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil.*

²*Departamento de Ciencias de la Actividad Física y Departamente de Educación Especial. Universidad Católica del Maule, Chile*

³*Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el deporte. Universidad Católica de Valencia, España*

Correspondencia:

Rossana Gómez Campos

Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas. Av. Erico Veríssimo 701, Cidade Universitária – 13083-851. Campinas, São Paulo, Brasil.

Correo electrónico: rossanagomez_c@hotmail.com

Resumo

Os indicadores de avaliação da maturação biológica são amplamente utilizados em diversas áreas. Proporcionam informações relevantes que permitem determinar o ritmo e/ou tempo de maturação individual. O uso e a aplicação variam entre as técnicas, não entanto, todos tem um objetivo comum, a classificação das crianças e adolescentes em estádios de maturação. Neste sentido, o objetivo da presente revisão foi descrever os indicadores de maturação biológica e indagar os possíveis usos e aplicações dentro do âmbito escolar. Conclui-se que: a) A maioria dos estudos coincide em especificar que a maturação esquelética ou idade óssea são os indicadores mais úteis. No entanto, a predição do Pico de velocidade de crescimento proposto por Mirwald et al. (2002) é um indicador que permite avaliar as populações escolares de forma transversal e b) A avaliação da maturação, independentemente do tipo de metodologia pode ser aplicada na área clínica, na escola, no esporte, na pesquisa, investigação e na qualidade de vida, como um meio de classificação de grupos de trabalho para homogeneizar as crianças e adolescentes em circunstâncias desportivas e não-desportivas.

Palavras chaves: Adolescência, puberdade, maturação sexual.

Resumen

Los indicadores de la valoración de la maduración biológica son ampliamente utilizados en diversas áreas. Proporcionan información relevante que permite determinar el ritmo o tiempo de maduración individual. El uso y la aplicación varía entre las técnicas, sin embargo, todos tienen un objetivo común, la clasificación de los niños y adolescentes en estadios de maduración. En este sentido, el objetivo de la presente revisión fue describir los indicadores de maduración biológica e indagar los posibles usos y aplicaciones dentro del ámbito escolar. Se concluye que a) la mayoría de los estudios coinciden en especificar que la maduración esquelética o edad ósea es el indicador más útil. Aunque la predicción del Pico de Velocidad de Crecimiento propuesta por Mirwald et al. (2002) es un indicador que permite valorar a poblaciones escolares de forma transversal y b) la valoración de la maduración, independentemente del tipo de metodología puede ser aplicado en el área clínica, la escuela, en el deporte, investigación y en la calidad de vida, como un medio de clasificación de grupos de trabajo para homogenizar a los niños y adolescentes en circunstancias deportivas y no-deportivas.

Palabras claves: Adolescencia, pubertad, maduración sexual.

Abstract

The indicators for the assessment of biological maturation are widely used in various fields. Provide relevant information for determining the rate or time of individual maturation. The use and application varies between techniques, however, all have a common goal, the classification of children and adolescents in maturation stages. In this sense, the objective of this review was to describe indicators of biological maturation and investigate the possible uses and applications within the school. We conclude that a) most studies agree

that specify skeletal maturity or bone age is the most useful indicator. Although predicting the peak growth rate given by Mirwald et al. (2002) is an indicator for assessing school populations transversely b) the assessment of maturation, regardless of the methodology can be applied in the clinic, school, sports, research and quality of life as a means of classifying groups working to unify children and adolescents in circumstances competition and non-sports.

Keywords: Adolescence, puberty, sexual maturation.

1. Introducción

La pubertad es un periodo de maduración biológica marcado por el surgimiento de las características sexuales secundarias, estirón de crecimiento y modificaciones en la composición corporal¹. Es en esta fase de desarrollo, similar a la del periodo fetal, que el crecimiento en altura y los cambios en la composición corporal son intensos y rápidos. De hecho, la cronología en intensidad y duración durante la pubertad son específicos para cada adolescente y pueden variar considerablemente entre ellos², es por ello, que la variabilidad entre los jóvenes de una misma edad cronológica muestra diferencias en estatura, peso, fuerza, velocidad y resistencia^{3,4}, surgiendo la necesidad de clasificar a los niños y adolescentes en función de la maduración biológica⁵.

Básicamente se consideran cuatro indicadores de maduración biológica (dental, sexual, somática y esquelética), a través de los cuales. es posible su valoración buscando su aplicabilidad en el ámbito escolar. La literatura muestra varias metodologías disponibles que permiten evaluar la maduración biológica, sin embargo, la búsqueda de metodologías simples, prácticas y no-invasivas para valorar la maduración biológica siempre fue una constante a lo largo de los años. En ese sentido, Malina, Bouchard, Bar-Or⁴ señalan, que los indicadores más usados para valorar la maduración biológica son a partir de los caracteres sexuales secundarios, la edad esquelética y el Pico de Velocidad de Crecimiento (PVC), considerando, que a manera de consenso, varios estudios sugieren que la edad esquelética se constituye como el indicador de madurez más útil para caracterizar ritmos o "tiempos" de maduración durante el crecimiento^{6,7,8}, así como también, la propuesta de Mirwald et al⁷

basada en medidas antropométricas simples, constituye una gran posibilidad para predecir el Pico de velocidad de Crecimiento de niños y adolescentes de forma transversal en un solo momento.

En este contexto, basados en la revisión bibliográfica se plantean las siguientes interrogantes: ¿qué indicadores de maduración biológica podrían ser considerados en el ámbito escolar y deportivo? y ¿qué usos y aplicaciones podrían darse, si se pudiera determinar el nivel de maduración biológica en niños y adolescentes?. Por esta razón, debido al creciente interés por conocer el proceso de maduración biológica, el objetivo del presente artículo ha sido la realización de una revisión bibliográfica que permita describir los indicadores de maduración biológica e indagar sobre los posibles usos y aplicaciones dentro del ámbito escolar y deportivo. Para ello, como estrategia de búsqueda bibliográfica se han localizado artículos en las bases de datos informatizadas on-line más importantes en los ámbitos de las áreas de la Salud y la Educación Física, incluyendo: *PubMed-Med-Line*, *Scopus*, *Scielo*, *Lilacs*, *Sport-Discus*, publicados posteriormente a 1995 y utilizando como palabras claves: adolescencia, maduración sexual, escolares, pubertad, métodos e indicadores. Se consideró como criterios de *inclusión*: a) estudios de revisión; b) estudios descriptivos y c) estudios de intervención), y de *exclusión*: (a) estudios científicos publicados en forma de resumen y/o comunicaciones cortas; (b) redactados en idioma distinto al inglés, español o portugués.

2. Aspectos conceptuales

La palabra maduración deriva del vocablo latín “maturatio” que significa “aceleración” y clásicamente es definida como el conjunto de fenómenos de crecimiento y de diferenciación celular que contribuyen a la aparición de determinadas funciones en el organismo⁹. Supone cambios programados a nivel genético, que se presentan con el tiempo

en forma natural¹⁰, donde cada individuo nace con su propio reloj biológico que regula su progresión hacia el estado de madurez⁴.

Es importante considerar algunos términos como la edad cronológica, donde Gallahue¹¹, define, como la edad determinada por la diferencia entre un día indicado y el día del nacimiento de un individuo, que al presentarse en forma de fracción centesimal, podría evitar errores metodológicos sobre todo cuando se utiliza en investigaciones científicas. Por otro lado, la edad biológica, se refiere según Lopes-Machado y Barbanti¹², a la edad de un individuo definida por los procesos de maduración y por influencias exógenas, siendo posible encontrar diferentes edades biológicas entre individuos de la misma edad cronológica.

En este sentido, el concepto de maduración relaciona la edad biológica de un individuo con su edad cronológica, puesto que para niños de la misma edad y el mismo sexo, la variación en edad biológica es muy grande, esto en razón a las diferencias individuales en el ritmo de desarrollo¹³, por lo que, durante este proceso los niños y adolescentes pueden presentar maduración precoz, normal y/o tardía.

Una característica importante de la maduración indica que el desarrollo siempre ocurre en secuencias fijas¹³, donde todos lo/as niños/as denominados normales pasan por las mismas secuencias de desarrollo y en el mismo orden¹⁴. De hecho, la maduración biológica es un proceso de importantes cambios fisiológicos que se manifiestan de forma más intensa durante la adolescencia y el tiempo de su aparición depende del sexo y la etapa de maduración¹⁵.

En suma podemos definir la maduración como un proceso gradual en el tiempo, en el que se presentan sucesivas modificaciones cualitativas en la organización anatómica y fisiológica, a través del cual, se desencadena una gran movilización hormonal durante la pubertad hasta alcanzar el estado de madurez adulto. En este sentido, se destaca una gran cantidad de cambios biológicos que ocurren durante la pubertad, como la maduración sexual, aumento de la estatura y peso, así como la finalización del crecimiento esquelético que va acompañado por un marcado aumento de la masa ósea, cambios en la composición corporal¹⁶ e incrementos en el rendimiento físico¹⁷, de esa forma, representa el puente evolutivo entre la segunda infancia y la edad adulta en la que se conjugan aspectos:

biológicos, psicológicos, sociales y culturales, por lo tanto, puede definirse por las conductas de los adolescentes, referentes a la búsqueda de sensaciones, independencia, o la necesidad de explorar y de vivir nuevas experiencias, que posibiliten la adquisición de las habilidades necesarias para madurar y llegar a convertirse en personas adultas¹⁸.

Finalmente, es necesario destacar que el Pico de velocidad de crecimiento, como un indicador somático de la maduración en la adolescencia⁴, indica la edad de máximo crecimiento durante la etapa del estirón del adolescente.

2.1 Importancia de la valoración de la madurez

La evaluación de la maduración biológica es importante cuando existe el objetivo de verificar la velocidad de maduración, que puede ser precoz, normal o tardía¹⁹. Se destaca la importancia de su valoración en diferentes áreas como: salud, pediatría, deporte e investigación.

Dentro del área de la salud, el Comité de Expertos de la Organización Mundial de la Salud especifica que el estado de madurez debe ser tomado en cuenta para relacionarlo con la salud y con el uso e interpretación de la antropometría basada en la edad cronológica²⁰, surgiendo la necesidad imprescindible de evaluar la maduración biológica durante la fase del crecimiento y desarrollo de niños y adolescentes, independientemente del método a utilizar, puesto que, existe variabilidad en el crecimiento somático y biológico entre individuos de la misma edad cronológica, que se acentúa por el crecimiento en la etapa de la adolescencia²¹⁻²³.

En el área pediátrica en particular, permite la interpretación clínica de las enfermedades endocrinas, el estado del crecimiento²⁴ y calidad de vida²⁵. En el ambiente deportivo, su valoración es esencial desde una perspectiva de la investigación y clasificación de los deportes juveniles⁷, por razón de que la edad cronológica es de limitada utilidad en la evaluación del crecimiento y la maduración²⁶, tanto para adolescentes deportista e no-deportista. Varios son los casos que se encuentran a adolescentes con diferentes estadios de maduración dentro de un mismo grupo de entrenamiento o categoría competitiva, situación que puede favorecer a los más precoces en el proceso de desarrollo

biológico, y puede desmotivar a otros más tardíos, con posibilidades de ser excelentes atletas en el futuro²⁷.

2.2 Factores que influyen en la maduración.

El cuerpo humano es un complejo sistema de células, la mayoría de los cuales se agrupan en sistemas de órganos que tienen funciones especializadas y que pueden experimentar una serie de cambios a lo largo del crecimiento y desarrollo. En este sentido, clásicamente Gesell²⁸ considera que el desarrollo está influenciado por dos factores principales: el medio ambiente y lo biológico (herencia). Sin embargo, aunque existe una relación recíproca entre herencia y ambiente, el desarrollo está determinado fundamentalmente por factores biológicos o genéticos. Este proceso se conoce como maduración. La maduración, entonces, está dirigida o gobernada por factores intrínsecos o innatos¹⁴ y por factores extrínsecos o ambientales que estimulan, modifican y contribuyen al proceso de desarrollo, pero no lo generan Gesell²⁸. La figura 1 muestra los factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en la maduración biológica.

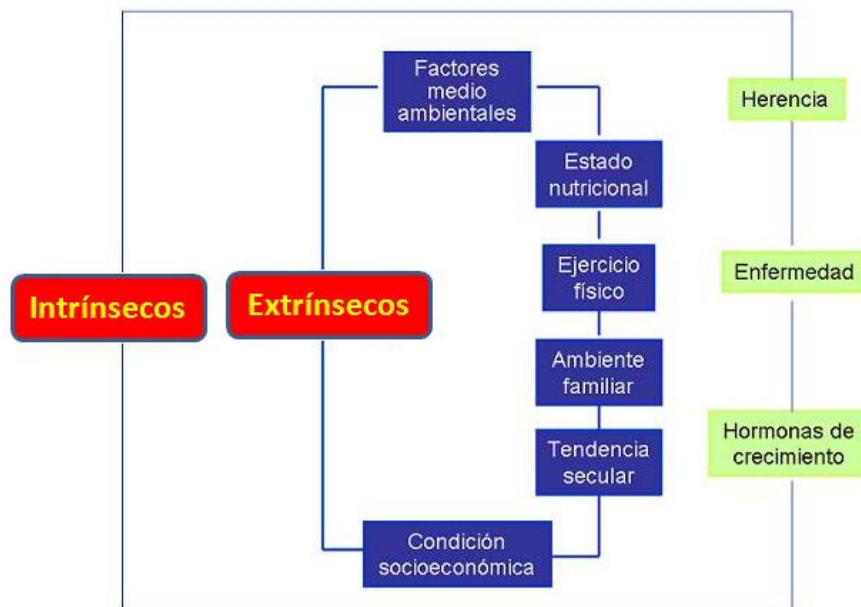


Figura 1. Factores que influyen en la maduración biológica. Elaborado por los autores

Pues bien, el crecimiento somático y la maduración son influenciados por varios factores que actúan de forma independiente o en conjunto para modificar el potencial genético del crecimiento de un individuo²⁹. Esta interacción entre genética y medio ambiente es compleja y no aditiva.

Dentro de los factores intrínsecos, a nivel hormonal surge una transformación de las gónadas de un estado infantil a un adulto³⁰ y por consecuencia una mayor segregación hormonal; así también el factor genético, según Malina³¹, tienen una gran participación en la determinación de las potencialidades máximas para la estatura, distribución de la masa corporal, longitud de los miembros, estructura ósea y aspecto facial, características que pueden verse afectadas y no alcanzar su máxima potencialidad debido a la presencia de enfermedades.

Por otro lado, para explicar el efecto de los factores ambientales sobre el potencial genético, se puede observar que los habitantes de países industrializados y algunas naciones en desarrollo con mejor nivel socioeconómico, alcanzan la talla adulta a una edad más temprana³² y muestran una maduración sexual más temprana que las precedentes, lo que significa que el fenómeno de maduración en la actualidad es mayor que en las anteriores generaciones, esto explica el efecto de la tendencia secular.

Así, todas estas condiciones de vida, relacionadas al nivel socioeconómico, la higiene, la alimentación inadecuada o insuficiente, estado nutricional, oportunidades para el desarrollo de actividades físicas, tendencia secular, podrían determinar la presencia de una temprana, normal o tardía maduración.

2.3. Predicción de la estatura adulta.

Aunque el control genético del ritmo de crecimiento parece ser independiente de la forma y tamaño del cuerpo, los cambios inducidos por el medio ambiente en el tiempo no parecen alterar significativamente la estatura del adulto³³. En consecuencia, el potencial genético está determinado por la adquisición de una estatura que represente el 100% de su capacidad de crecimiento y cuando existe disminución del material genético, exceso o expresión anormal del mismo, la estatura será en general menor a la esperada del promedio de los padres y se manifestará desde la vida intrauterina.

Su valoración puede efectuarse a través de los valores expresados en porcentaje que

se alcanza a determinada edad. Bayley³⁴ elaboró un cuadro que permite pronosticar con cierta seguridad la futura estatura de un individuo a partir de las mediciones individuales tomadas durante la niñez. Algunos estudios en gemelos sugieren que la estatura es un continuo rasgo complejo en el que sugieren que el 80-90% es heredable^{35,36}. En la tabla 1 se observa el porcentaje de estatura que se alcanza con la madurez. La previsión de la estatura definitiva prevista EDP se obtiene a partir de la siguiente formula:

$$EDP = (Estatura * 100) / (\% Estatura).$$

Tabla 1. Porcentaje de la estatura de madurez alcanzada a diferentes edades, según Bayle (1954)

Edad cronológica (años)	Porcentaje de estatura	
	Hombres	Mujeres
1	42,2	44,7
2	49,5	52,8
3	53,8	57,0
4	58,0	61,8
5	61,8	66,2
6	65,2	70,3
7	69,0	74,0
8	72,0	77,5
9	75,0	80,7
10	78,0	84,4
11	81,1	88,4
12	84,2	92,9
13	87,3	96,5
14	91,5	98,3
15	96,1	99,1
16	98,3	99,6
17	99,3	100,0
18	99,8	100,0

Por otro lado, la correlación entre la estatura media de los padres y la estatura del hijo (expresada en centímetros) es de 0,75-0,78 y expresada en desviaciones estándar DE es de 0,55-0,60³⁷ entre los 2 y 9 años. Existen tablas de correlación entre la estatura media de

los padres (estatura materna + estatura paterna /2) (EMP) y la estatura del niño entre 2 y 9 años descritas por Tanner, Goldstein, Whitehouse³⁸. En este sentido, para calcular la estatura del hijo de una determinada pareja de esposos, asumiendo que el proceso de herencia fue normal y que los factores ambientales han influido de forma similar en ambas generaciones, el método más usado es el propuesto por Tanner:

Niños: $(EstaturaPadre + [EstaturaMadre + 13]) / 2 = EMP + 6,5cm (\pm 10)$.

Niñas: $([EstaturaPadre - 13] + EstaturaMadre) / 2 = EMP - 6,5cm (\pm 9)$.

2.4 Indicadores de maduración

La búsqueda de metodologías para evaluar la maduración biológica siempre fue una constante a lo largo de los años. Las primeras evaluaciones de maduración esquelética se remontan a principios del siglo XX⁶, posteriormente fue introducida la técnica descrita por Tanner³⁹, para evaluar las características sexuales secundarias, surgiendo como un método auxiliar para clasificar el desarrollo de la maduración⁴⁰. Ya en la actualidad existen otras metodologías que apuntan a la valoración de la edad ósea o esquelética en el que utilizan radiografías, ultrasonido, ecografía y hasta resonancia magnética⁴¹⁻⁴³.

La sucesión de los cambios biológicos, psicológicos y cognitivos que se inician en la pubertad¹⁶, producen una gran cantidad de desviaciones en la edad de aparición, tanto, en la duración y ritmo de estos eventos dentro y entre los jóvenes. Esa variabilidad entre los jóvenes se explica cuando, en una misma edad cronológica se observan diferencias en estatura, peso, fuerza, velocidad y resistencia^{4,5}, y en algunos casos, entre los adolescentes nacidos en el mismo año puede existir una diferencia de edad biológica de hasta 5 años. Esto explica la necesidad de clasificar a los niños y adolescentes en función de la maduración biológica⁶, con la intención de disminuir las desventajas entre compañeros. De ahí que surge la búsqueda de las mejores posibilidades, que permitan seleccionar una adecuada metodología para valorar la maduración biológica, la cual depende de algunos factores como: la simplicidad, fiabilidad y bajo costo, no obstante, que todas las metodologías que evalúan los mecanismos de la maduración presentan limitaciones⁴⁴.

Los indicadores más usados para valorar la maduración biológica, son a partir de los caracteres sexuales secundarios, edad esquelética y Pico de velocidad de crecimiento (PVC)

(Malina, Bouchard, Bar-Or²), como se muestra en el cuadro 1. Cabe destacar, que la edad dental es también considerada como otra técnica muy amplia y de limitada aplicación, a pesar de que su uso es relevante para los odontólogos en general, ortodoncistas y pediatras en relación a las decisiones terapéuticas⁴⁵.

Cuadro 1. Indicadores de maduración.

Indicadores	Características	Ventajas	Limitaciones
Esquelético	- Se evalúa mediante la estandarización de placas de rayos X (RX) que determinan la maduración del esqueleto.	- Es el mejor método para la valoración de la edad biológica. - Permite estudiar la madurez biológica desde la niñez hasta la edad de adulto joven.	- Requiere de equipo especializado, por lo que es costoso. - Implica la exposición a radiación de rayos X (RX). - Depende la experiencia del observador
Sexual	- Basada en el estudio del desarrollo de las características sexuales secundarias.	- Técnica no invasiva.	- Como indicador de madurez, limitan su utilización a la edad puberal. - Se realiza por observación visual, por intermedio del método de autopercepción, que puede generar una sobreestimación o superestimación de los estadios de maduración. - En una situación no clínica se considera desconfortable para niños, adolescentes y padres.
Somático	- Se evalúa a través de la determinación de la edad en la que sucede el Pico de velocidad de crecimiento (PVC). - Indica la edad de máximo crecimiento durante el estirón del adolescente. - Es usado en estudios longitudinales y transversales.	- Puede ser valorada a través de técnicas no invasivas, (técnicas antropométricas) y de menor costo. - Es una herramienta simple, de práctica utilización y bajo costo operacional. - Para estudios transversales, es muy práctica y requiere una única evaluación de pocas variables.	- El PVC se obtiene a través de ecuaciones de predicción que al utilizar en diferentes poblaciones puede haber una pérdida en la precisión de predicción. - Puede verse influenciado por problemas de mal nutrición, enfermedades o stress mental. - En estudios

			longitudinales, se requiere evaluar varios años que rodean la ocurrencia del pico, no siendo posible realizar en una sola medición.
Dental	- Se evalúa de acuerdo con el número de dientes en la cavidad oral (visualizar los dientes erupcionados), o por los estadios de calcificación de los dientes (evaluación de Rayos X)	- Método simple y no invasivo. - De rápida ejecución. - El desarrollo de los dientes es permanente, abarcando un amplio período desde el periodo embrionario hasta cerca del periodo adulto. - Posee importancia clínica como herramienta de auxilio en el diagnóstico, tratamiento y ejecución de tratamientos.	- Puede ser alterado por problemas congénitos y patológicos. - A partir de los 14 años la mayoría de los dientes, con excepción del tercer molar, ya completaron su desarrollo, tornándose más difícil identificar la edad.

Por lo tanto, la edad esquelética constituye el indicador de madurez biológica más útil para caracterizar ritmos o "tiempos" de maduración durante el crecimiento⁶⁻⁸, ya que otros indicadores tradicionalmente utilizados se limitan a ciertas etapas de la vida y muestran gran variabilidad en especial durante la pubertad. A continuación se describen de forma más detallada cada uno de los indicadores más comunes de valoración de la maduración biológica.

2.4.1 Maduración dental

La estimación de la edad dental es un método muy utilizado, no sólo en la atención médica y estomatológica, sino también en antropología física. Su eficiencia podría ser comparable con el crecimiento esquelético⁴⁶ y su determinación tiene un papel importante en la medicina forense, al permitir la identificación de cuerpos, las conexiones con crímenes y accidentes⁴⁷, así como también en la evaluación del crecimiento y desarrollo de niños sanos, en endocrinología pediátrica y en niños con diferentes enfermedades o síndromes⁴⁵.

La edad dental, al igual que la edad esquelética, actúa como un índice de maduración biológica y es determinada por dos métodos: Estado de erupción dental y el

estadio de gemación, donde se compara el estado de desarrollo radiológico de los diferentes dientes frente a una escala de maduración, de esta forma, no sólo se mide la última fase de desarrollo dental, sino todo el proceso de remineralización. La valoración se efectúa, adjudicando a cada diente una puntuación según su estado de desarrollo, de esa forma, la suma de los diferentes puntos señala el valor de la madurez, que se puede convertir directamente en la edad ósea con ayuda de tablas convencionales, y cuanto menor es la suma de puntos, menor es la edad dental y viceversa⁴⁹.

2.4.2 Maduración sexual

La maduración sexual se da por cambios hormonales que se reflejan en todo el cuerpo²⁹. El sistema reproductivo se desarrolla y los caracteres sexuales secundarios se manifiestan⁵⁰. En ambos sexos se presenta la aparición del vello púbico y axilar. En los hombres cambia la voz y nace la barba, el 85% de los hombres pueden presentar un cambio de voz adulta en el pico de crecimiento, aunque este cambio se cuestiona porque puede ocurrir en cualquier momento del crecimiento puberal. Sin embargo, Hagg, Taranger⁵¹ sugieren que se puede evaluar a partir de la menarquía y el cambio de voz.

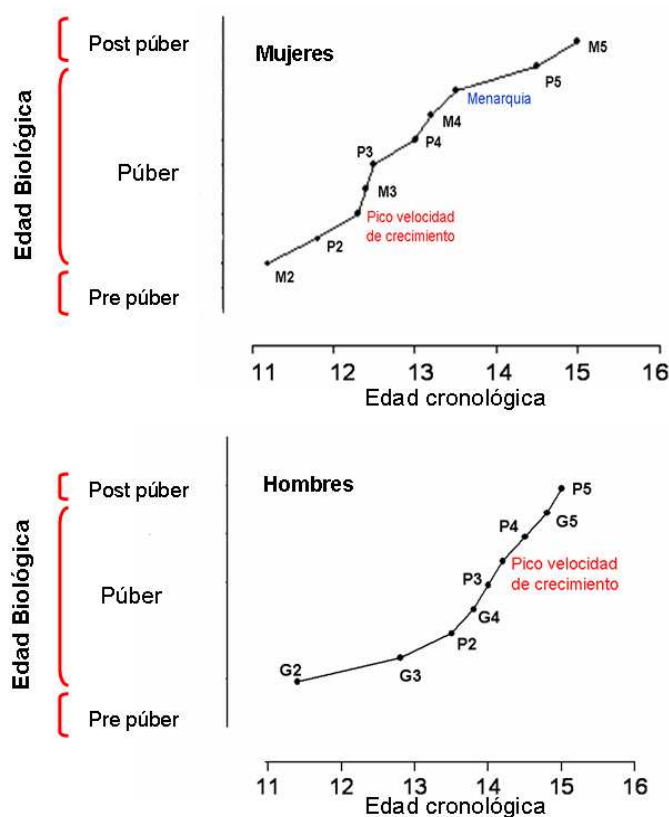
La valoración de la maduración sexual, también conocida como escala de Tanner, se basa en la observación de las características sexuales secundarias de los adolescentes. Esta técnica propuesta por Tanner³⁹ permite clasificar durante el examen físico en una escala que varía el estadio de 1 a 5. En la decisión de clasificar el desarrollo del vello púbico, los genitales y las mamas entran en juego factores éticos y culturales⁴⁰, lo que limitaría su diagnóstico. Sin embargo, surge la posibilidad de realizar una autoevaluación en privado. Esta técnica de valoración se limita al periodo de la adolescencia y en una situación no clínica se considera particularmente para los niños, adolescentes y padres como incómoda⁷.

En líneas generales, la valoración de la maduración sexual permite a los profesionales de la salud determinar el grado de maduración puberal que se produjo en los adolescentes, independientemente de su edad cronológica¹⁶, convirtiéndose en un indicador de rutina, tanto en la clínica, en la escuela y en los clubes deportivos.

Algunos estudios consideran que la maduración sexual se correlaciona muy bien con el crecimiento lineal, cambios en el peso y la composición corporal y con los cambios hormonales⁵², lo que permitiría estimar el momento del crecimiento esquelético del

adolescente⁵³, puesto que la osificación y calcificación del esqueleto durante la adolescencia llega a su término a los 17-20 años⁵⁴.

La figura 2 ilustra los estadios que se deben considerar en la evaluación, considerando que el estadio 1 es pre-púber, 2-4 progresión en la pubertad (púber) y 5 constitución adulta (pos púber), tanto en el desarrollo de las mamas (M), Genitales (G) y vello púbico (P).



Leyenda:

Estadio maduracional de Mamas (M), Vello Púbico (P), Genitales (G).

M2: etapa embrionaria, M3: Diámetros areolares de las mamas aumentan de tamaño, M4: Segunda elevación de las mamas, M5: Etapa adulta,

P2: primer vello, P3: vello oscuro, rizado y visiblemente pigmentado, P4: vello similar al tipo adulto pero de menor extensión, P5: Etapa adulta.

G2: inicio del desarrollo del pene, G3: ampliación en la longitud del pene, crecimiento de testículos y descenso del escroto, G4: similar al adulto, mayor desarrollo del glande, G5: Etapa adulta.

Figura 2. Estadios de la maduración sexual. Elaborado por los autores

2.4.3 Maduración esquelética

La maduración esquelética u ósea, es la más útil para caracterizar ritmos o “tiempos” de maduración durante el crecimiento⁴⁹, es costosa, requiere de equipo especializado e interpretación y cuestiones que incurren en la seguridad radiológica⁷, siendo necesario durante su interpretación considerar la decisión de al menos dos observadores experimentados⁵⁰, evitando errores de interpretación por falta de experiencia.

La edad ósea se describe por el grado de maduración de los huesos de un niño⁵⁵, y su medición se realiza a través de la interpretación de los indicadores de madurez, que son características radiográficamente visibles de los huesos que se someten a sucesivos cambios durante la maduración. La mayoría de los indicadores reflejan la sustitución del cartílago por el hueso, pero algunos indican el crecimiento del hueso en las superficies o el sub-periostio del hueso⁴³, pudiendo existir diferencias en las tasas de crecimiento individuales; así en el esqueleto de los niños de la misma edad cronológica pueden observarse marcadas diferencias en la madurez. Por lo tanto, la edad esquelética no sólo puede ser utilizada para determinar la edad biológica, sino también, ayuda a comprender el potencial genético, crecimiento y desarrollo de los niños⁵⁶. En consecuencia, su valoración puede cubrir todo el periodo del crecimiento, desde el nacimiento hasta la madurez⁷.

Las técnicas para su valoración, implican exposición a los rayos X (RX), que por mínima que ésta sea, no suelen estar justificadas, a menos que estén indicadas por un médico que necesite de pruebas radiográficas⁵⁷. Según García de la Rubia, et.al⁵⁸, los métodos analíticos basados en la valoración de al menos las radiografías de la mitad del esqueleto, han sido descartados por la dependencia que tienen de la experiencia del observador y por el exceso de radiación que se administra. Los métodos cualitativos basados en el atlas de Greulich y Pyle (G-P)⁵⁶ y los métodos de puntuación basados en el atlas de Tanner-Whitehouse⁵⁹, son los que se siguen utilizando en la actualidad para la valoración de la edad ósea. Como indicadores de madurez se toman los centros de osificación individuales, ya que tienden a ocurrir y desarrollarse con regularidad en un orden definido⁶⁰. Las zonas anatómicas varían de método a método, como se muestra en el cuadro 2:

Cuadro 2. Métodos de valoración de la maduración esquelética.

Método	Características
Greulich-Pyle (1959)	Es un método cualitativo, donde es necesario una serie de estándares de referencia para hombres y mujeres, y a través de comparaciones sucesivas permite aproximar la edad del examinado al estándar más próximo, considerando que la coincidencia perfecta entre todos los signos de la radiografía y de estándar no es probable, debido a variaciones óseas individuales ⁴⁹ . El atlas de la mano y muñeca consta de 29 huesos y los estándares de comparación van en intervalos de medio año ó 1 año, y en algunas edades el atlas de Greulich-Pyle tiene intervalos entre dos estándares consecutivos de más de un año. Así, si la radiografía de un niño de 8 años se ajusta con la radiografía estándar para niños de 9 años, la edad ósea de ese niño es de 9 años. En esta técnica, no valora la maduración esquelética, pero si se compara con la maduración que presenta la media de la población a esa determinada edad cronológica.
Tanner Whitehouse (1975)	Es un método que utiliza una puntuación y describe tres formas de calcular la maduración ósea utilizando la mano y muñeca: a) El carpo, emplea los 7 núcleos del carpo, b) el RUS emplea 13 núcleos: radio, cubito y los huesos cortos de la mano, c) 20 huesos, utilizando los 7 del carpo más los 13 del RUS. El método RUS es el más usado y preferido por varios estudios y el más eficaz para predecir la talla adulta.
Fels (1988)	Este método se basa en el umbral al cual los indicadores de maduración están presentes en el 50% de la población de referencia. Los indicadores específicos están dados para el radio, cubito, huesos del carpo y metacarpianos y las falanges del primer y quinto dedo. Las calificaciones se realizan en función de la edad y sexo ⁶ . Es posible también usar el índice metacarpiano (IMC) que es la relación entre la longitud media y la anchura media de los metacarpianos segundo al quinto, medidos en su punto medio. En consecuencia, debido a las muchas ventajas sobre otros métodos, el método Fels puede ser valorado por medio de escáner de rayos X (DXA), puesto que la exposición a la radiación es inferior en relación a otras pruebas radiográficas.
SHS (1988)	Este método fue desarrollado por Hernández et al ⁶¹ en una población Española. Este método se basa en una radiografía lateral del pie y tobillo izquierdos. Su interpretación se realiza por medio de un método numérico y valora cinco núcleos de osificación (calcáneo, cuboides, tercera cuña y las epífisis distales de tibia y peroné) a los que se les da una determinada puntuación dependiendo de los criterios madurativos que cumplan. La suma de todos ellos nos dará la maduración ósea, que la compararemos con los estándares de la población general. Se aplica a los niños de 0 – 2 años

2.4.4 Maduración somática

La liberación simultánea de la hormona de crecimiento, hormona tiroideas y los andrógenos estimulan la rápida aceleración de la estatura y el peso. Este aumento dramático de la estatura se conoce como el segundo estirón que se presenta en la adolescencia, o también conocido como el Pico de Velocidad del Crecimiento (PVC).

En estudios longitudinales el PVC es considerado como un indicador de maduración en la adolescencia⁴, el cual, se caracteriza por ser una técnica muy utilizada durante el periodo de la maduración⁷, presentando mayor precisión en relación a otras técnicas de medición.

La maduración somática puede ser valorada a través de técnicas antropométricas, donde las variables de peso y estatura por lo general son comparadas con tablas referenciales de tipo transversal y/o longitudinal. Así en el caso de las niñas, se considera que la media del Pico de Velocidad (PV) de estatura en niñas es de 9cm/año a los 12 años y el aumento total de estatura es de 25cm durante el crecimiento puberal⁶², sin embargo, en el caso de los niños el promedio del PV de la estatura es de 10,3cm/año, presentándose dos años más tarde en relación a las niñas, y corresponde al estadio 4 de los genitales de Tanner, aumentando 28cm de estatura^{21,62}.

Respecto al peso corporal, en los niños el PV del peso se produce aproximadamente al mismo tiempo que el Pico de Velocidad de la Estatura y es de 9kg/año. En las niñas el aumento del peso máximo se produce antes del PV de la estatura (6 meses) y llega a 8,3kg/año a los 12,5 años aproximadamente³³.

En suma, la maduración somática puede ser valorada a través de dos técnicas: Velocidad de crecimiento durante el tiempo y por medio del Pico de velocidad de Crecimiento diagnosticado a través de medidas antropométricas.

Velocidad de crecimiento (VC)

Se refiere a la tasa de crecimiento de un individuo en un determinado lapso de tiempo y no se puede utilizar en una sola vez⁶³. Requiere de dos mediciones con intervalos

no menores de tres meses y no mayores de 18 meses. La velocidad de crecimiento se considera normal cuando se ubica al niño y/o adolescente entre los percentiles 10 y 90. Para el cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$VC(cm/año) = \frac{EstaturaActual - EstaturaAnterior}{EdadDecimalActual - EdadDecimalAnterior}$$

Pico de Velocidad de Crecimiento (PVC):

Esta técnica es propuesta por Mirwald et al⁷, en el que es necesario medidas antropométricas como peso, estatura, estatura tronco cefálica (estatura sentado) y la diferencia entre la estatura y la estatura tronco cefálica. Es considerada como práctica y no-invasiva¹⁵ y permite predecir la proximidad y el alejamiento del Pico de Velocidad de Crecimiento en años desde -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, donde cero (0) significa el PVC. Las ecuaciones de regresión para ambos sexos se observan en la tabla 2.

Tabla 2. Ecuaciones de regresión para predecir el PVC

Ecuaciones
PVC= -9,232+0,0002708(LMI*ETC)-0,001663(E*LMI)+0,007216(E*ETC)+0,02292 (P/Est) (hombres)
PVC= -9,37+0,0001882(LMI*ETC)+0,0022(E*LMI) +0,005841(E*ETC)-0,002658(E*P)+ 0,07693) (P/Est) (mujeres)
Leyenda: LMI= Longitud de los miembros inferiores, ETC= Altura tronco cefálica, E= Edad, P= Peso, Est= Estatura.

2.5 Estudios que engloban la maduración biológica

A partir de los estudios que utilizan indicadores de maduración se puede inferir que varios son los factores que afectan el crecimiento y desarrollo de niños y adolescentes. Estos factores actúan de forma independiente o en conjunto para modificar el potencial genético de un individuo²⁹.

2.5.1 Tendencia secular

La tendencia secular en la estatura y el desarrollo de los adolescentes es una prueba más de la influencia significativa de los factores ambientales sobre el potencial genético para el crecimiento lineal en un individuo²⁹. De hecho, hace un siglo y medio la talla promedio del hombre se alcanzaba a los 23 años, en contraste con los 17 años actuales, y la edad de la menarquía ha declinado de 17 a 12,5 años⁶⁵. Esta tendencia secular parece haberse nivelado en los últimos 50 años⁶⁶, sobre todo, en países industrializados, aunque el cambio en el ritmo del crecimiento y maduración de los adolescentes en países subdesarrollados continúa mejorando. En este sentido, varios estudios documentan ampliamente una tendencia secular positiva en varias regiones del mundo sobre el crecimiento físico de niños y adolescentes⁶⁷⁻⁷¹. Por lo tanto, la explicación más evidente de este fenómeno es producto de la mejora nutricional, la reducción en la frecuencia y duración de las enfermedades durante la infancia⁶⁵, así como mejores condiciones de vida, saneamiento y en general la salud pública⁷².

2.5.2 Nutrición

La nutrición es el que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento y desarrollo, dado que una alimentación sana y equilibrada durante los primeros años de vida y durante la fase de crecimiento garantiza el normal desarrollo de los niños y adolescentes. Un aporte adecuado de calorías es esencial para el normal crecimiento de los seres humanos y las necesidades varían según la fase de desarrollo. En este sentido, el estado nutricional tiene un importante efecto modulador en el desarrollo sexual de los adolescentes⁶⁴, que se explica en razón de que la obesidad y el sobrepeso están asociados con el inicio precoz de la maduración sexual⁷³⁻⁷⁵, a su vez, la desnutrición está asociada con la pubertad tardía^{64,76}. Por lo tanto, las deficiencias de energía⁷⁷ en proteínas⁷⁸ y Zinc⁷⁹ han sido relacionadas con la falta de crecimiento, sin embargo, las dietas ricas en grasa está asociadas al aumento del peso y obesidad⁸⁰.

2.5.3 Condición socioeconómica

La condición socioeconómica conlleva a una serie de hábitos, comportamientos, condiciones y estilos de vida familiar, lo que se trasluce en términos de pobreza y riqueza. El Comité de FAO/WHO⁸¹ destacan que la condición socioeconómica está relacionada con el estado nutricional, ya que el consumo alimenticio depende de la capacidad para comprar los alimentos. En este sentido, en una familia numerosa con ingresos limitados los niños no reciben una nutrición adecuada. Como consecuencia, los niños de condición socioeconómica alta, son más altos y presentan mayor peso con el transcurso de la edad cronológica y maduran más temprano que aquellos niños de condición económica baja⁸².

En suma, el impacto de la pobreza y bajo nivel socioeconómico sobre el crecimiento y la malnutrición en la preadolescencia y la adolescencia, tanto en países desarrollados y en desarrollo son ampliamente estudiados por varios estudios⁸³⁻⁸⁵, lo que permite identificar las relaciones entre pobreza y desnutrición infantil⁸⁵, inclusive la falta de acceso a las condiciones de saneamiento y asistencia sanitaria imposibilitan la consecución de un adecuado potencial genético. A su vez, la variación de estatura que se observa entre grupos de personas de diferentes condiciones socioeconómicas se manifiesta en diferentes intensidades⁸⁶, así la clase social a la que pertenecen los niños y adolescentes juega un papel preponderante en el proceso de crecimiento y desarrollo, ya que en los países menos desarrollados las diferencias entre los centros urbanos, marginales y rurales son marcadas y probablemente se deban a factores socioeconómicos y nutricionales, respectivamente.

2.5.4 Actividad física

Existe una asociación entre la maduración biológica y la actividad física sistemática, que se explica en razón a que las variaciones que se dan en la composición corporal se relacionan con el estadio de maduración, y consecuentemente surgen diferencias en relación al rendimiento motor, esto se explica, debido a que los cambios en la estructura morfológica poseen relación directa con las respuestas fisiológicas frente al ejercicio⁸⁷, pudiendo observarse claramente cuando se compara individuos de la misma fase etárea, pero con diferente estadio de maduración, donde los adolescentes con una edad biológica

acelerada van a poseer mayores valores en tamaño físico, con aumento de la masa mineral ósea y de la masa magra en relación a los adolescentes que se encuentran en edades biológicas atrasadas²⁷, y como consecuencia de ello, mejores valores en relación al nivel de rendimiento motor, como fue mostrado por Ara, et.al⁸⁸, en individuos pre-púberes que participaron en programas de actividad física por tres horas semanales, observándose una disminución de la grasa corporal del tronco y del cuerpo en general, además que aumentaron significativamente el nivel de aptitud física.

Por otro lado, Malina⁸⁹ señala que la edad de la menarquia en las adolescentes que entrenan en un deporte es más tardía en relación con las que no entrenan, por lo que la práctica del entrenamiento físico regular conlleva a un retraso en el comienzo de los ciclos menstruales. El retraso del crecimiento y la maduración sexual se encuentra bien documentado en ciertos grupos de atletas de elite, especialmente en corredores de distancia, gimnastas y bailarinas⁹⁰. En este sentido, De la Paz⁹¹ considera que la intensidad y la duración del trabajo físico durante la pubertad podrían tener una influencia en la maduración, esto en razón de que la energía gastada en la actividad física es muy alta y produciría un desequilibrio en la alimentación⁹², consecuentemente se asocia con el retraso de la pubertad y los bajos niveles de gonadotropina⁹³. Sin embargo, los estudios realizados en varones indican que no existe ningún efecto adverso sobre la maduración sexual⁹⁴. Por lo tanto, las preocupaciones acerca de la influencia del entrenamiento deportivo sobre la maduración sexual en mujeres deportistas, advierte que los ejercicios prolongados y extenuantes, y el bajo nivel de grasa corporal, podrían retrasar la maduración sexual, disminuir el crecimiento esquelético y finalmente la estatura (Asociación Médica Americana, Asociación Dietética Americana)⁹⁵,

2.5.5 Altitud

Finalmente, otro de los factores que podrían influenciar o alterar el crecimiento y desarrollo es la altitud; condición que genera una presión atmosférica reducida, frío, terreno irregular y cuyas características podrían ejercer profundos efectos sobre la vida vegetal y animal, determinando las especies de plantas a ser cultivadas, las especies de animales a ser criados, así como el nivel socioeconómico y el grado de aislamiento de las comunidades

que conforman estos ecosistemas⁹⁶. En consecuencia, los niños que viven bajo estas condiciones de estrés ambiental generado por la hipobaría muestran reducido tamaño corporal en todas edades después del nacimiento⁹⁷, a su vez, presentan una reducción porcentual en la velocidad del crecimiento, especialmente en la pubertad^{98,99}, con lo que se produce retardo en el crecimiento lineal, maduración esquelética y sexual, respectivamente^{100,101}.

3. Sugerencias

La mayoría de estudios revisados sugieren el uso de técnicas para valorar y controlar la maduración biológica de niños y adolescentes, independientemente de los efectos que pueda producir los factores extrínsecos (condiciones de vida, nivel socioeconómico, higiene, alimentación, estado nutricional, actividad física, tendencia secular); sin embargo, son pocos los estudios que suponen proponer nuevas técnicas y metodologías para valorar la maduración biológica, considerando como ventajas los bajos costos, alta reproductibilidad, facilidad en su uso y aplicación, y principalmente que sea no invasivo.

En general sugerimos futuros estudios, que abarquen muestras específicas de niños y adolescentes, practicantes y no-practicantes de modalidades deportivas específicas, así como en escolares que viven en regiones de moderadas y elevadas altitudes, y de diversas razas y etnias, con la intención de verificar la edad cronológica aproximada en que se pudiera presentar, tanto la maduración somática, sexual y/o esquelética. Tales informaciones podrían contribuir en la clasificación de grupos específicos más homogéneos acordes a su realidad.

4. Conclusiones

Los estudios en niños y adolescentes necesitan de un control y seguimiento para no confundir los efectos de la maduración, así los diferentes indicadores (dental, sexual, somático y esquelético) proporcionan relevante información, que permite determinar el ritmo o tiempo de maduración individual. En este sentido, las características de la

población de niños y adolescentes, como la edad, sexo y tamaño de la población, son determinantes en el momento de seleccionar el método a utilizar para su evaluación. En base a los estudios analizados, recalcamos que la maduración esquelética o edad ósea, es el indicador más útil, sin embargo, se considera que la predicción del Pico de Velocidad de Crecimiento propuesta por Mirwald et al (2002), es un método fiable, no invasivo, de bajo costo, de fácil aplicación, que permite valorar a grandes poblaciones.

En relación a los posibles usos y aplicaciones, la valoración de la maduración, independientemente del tipo de metodología, constituye una herramienta que puede ser utilizada en el área clínica, escuela, deporte, investigación y en la calidad de vida; sirviendo como un medio de clasificación y estratificación de grupos de trabajo para homogeneizar a los niños y adolescentes en circunstancias deportivas y no-deportivas, dentro y fuera de la escuela, así como auxiliar en la interpretación entre maduración y rendimiento motor.

Referencias bibliograficas

1. Chipkevitch E. Avaliação clínica da maturação sexual na adolescência. J Pediatr (Rio J). 2001; 77 (Supl.2): S135-S142
2. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth maturation and physical activity, 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
3. Mccloy CH. The measurement of Athletic Power. New York: Barnes & Co; 1934: 1-36
4. Malina RM, Bouchard C. Growth, Maturation and Physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics; 1991:501-502.
5. Bergmann GG, Bergmann MLA, Lorenzi TDC, Pinheiro ES, Garlipp DC, Moreira RB. Pico de velocidade em estatura, massa corporal e gordura subcutânea de meninos e meninas dos 10 aos 14 anos de idade. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 2007;9(4):333-338.
6. Malina R. Skeletal Age and age verification in youth sport. Sport Med. 2011;41 (11):925-47.
7. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity

- from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2002;34:689-694.
8. Koc A, Karaoglanoglu M, Erdogan M, Kosecik M, Cesur Y. Assessment of bone ages: is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatr Int*. 2001;43(6):662-5.
 9. Schneirla TC. The concept of development in comparative psychology. In D. B. Harris (Ed.), *The concept of development: An issue in the study of human behavior* (pp. 78–108). Minneapolis: University of Minnesota Press, 1957.
 10. Woolfolk A. *Psicología educativa*, México, Prentice-Hall Hispanoamericana SA, 1996:p.26.
 11. Gallahue DL. *Understanding motor development: infants, children, adolescents*. Indiana, Benchmark; 1989.
 12. Lopes-Machado D, Barbanti V. Maturacao esquelética e crescimento em crianças e adolescentes. *Ver. Bras Cineantropom. Desempenho Hum*. 2007;9(11):12-20.
 13. Crain WC. *Theories of development : concepts and applications*. Prentice Hall; 1992.
 14. Gesell A. Maturation and the infant behavior pattern. *Psychological Review*. 1929; 36(4):307-319.
 15. Machado D, Botta-Bonfim M, Trevizan-Costa L. Pico de velocidade de crescimento como alternativa para classificação maturacional associada ao desempenho motor. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2009;11(1):14-21.
 16. Stang J, Story M. Adolescent Growth and development. Stang J, Story M (eds) *Guidelines for Adolescent Nutrition Services* (2005) .
 17. Carvalho H, Coelho-Silva M, Goncalves C, Philippaerts R, Castagna C, Malina R. Age-related variation of anaerobic power after controlling for size And maturation in adolescent basketball players. *Annals of Human Biology*. 2011; 38(6):721–727.
 18. Spear LP. The adolescent brain and age-related behavioral manifestations. *Neurosci Biobehav Rev*. 2000; 24:417-63.
 19. Malina RG. Biological maturity status of Young athletes. In: Malina, RM. *Young Athletes: Biological, Psychological, and educational perspectives*. Champaign: Human Kinetics, 1988: 121-40.

20. De Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64:650–658.
21. Marshall WA, Tanner JM. Variation: in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch. Dis. Childhood.* 1969; 4-1:291-303.
22. Tanner JM. *Foetus into Man: Physical Growth from conception to Maturity*: London: Open Books; 1978:75-83.
23. Juliano-Burns S, Mirwald RL, Bailey DA. Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls. *Am. J. Hum. Biol.* 2001; 13:1-8.
24. Sun SS, Schubert CM, Chumlea WC, Roche AF, KulinHE Lee PA, Himes JH, Ryan AS. National estimates of the timing of sexual maturation and racial differences among US children. *Pediatrics.* 2002;110:911–919.
25. Cumming S, Gillison F, Sherar L. Biological maturation as a confounding factor in the relation between chronological age and health-related quality of life in adolescent females. *Quality of Life Research.* 2011; 20(2):237-242(6)
26. Malina RM. Growth and maturation: do regular physical activity and training for sport have a significant influence. In: *Paediatric Exercise Science and medicine*. N. Armstrong and W. van Mechelen (Eds). Oxford University Press; 2000:95-106.
27. Ré AHN, Bojikian LP, Teixeira PT, Bohme MTS. Relação entre crescimento, desempenho motor, maturação biológica e idade cronológica de jovens do sexo masculino. *Revista brasileira de educação física e esportes.* 2005;19(2): 153-162.
28. Gesell A. The role of maturation in the patterning of behavior. En Murchison, C. (2nd rev. ed.), *A handbook of child psychology*; pp.209-235. New York:Russell & Russell/Atheneum Publishers, 1933.
29. Rogol A, Clark P, Roemmich J. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(suppl):521S–8S.
30. Tourinho-Filho H, Tourinho L. Crianças, adolescentes e atividade física: Aspectos maturacionais e funcionais. *Ver. Paul. Educ. Fis Sao Paulo.* .1998; 12(1):1-84.

31. Malina RM. Growth and development. Mineapolis: Burguess; 1975.
32. Tanner JM Earlier maturation in man. Sci Am. 1968;218(1):21–27.
33. Tanner JM. Fetus into man: Physical growth from conception to maturity. Cambridge, MA: Havard University Press;1989.
34. Bayley N. De accurate prediction of growth and adult height. Moder problems in Pediatrics. 1954;7:234-255.
35. Macgregor S, Cornes B, Martin N, Visscher P. Bias, precision and heritability of self-reported and clinically measured height in Australian twins. Hum Genet. 2006;120: 571–580.
36. Perola M, Sammalisto S, Hiekkalinna T, Martin NG, Visscher PM. Combined Genome Scans for Body Stature in 6,602 European Twins: Evidence for Common Caucasian Loci. PLoS Genet 3: e97; 2007.
37. Luo ZC, Albertsoon-Wikland K, Karlberg J. Target height as predicted by parental height in population-based study . Pediatr Res. 1998;44:563-71.
38. Tanner JM, Goldstein H, Whitehouse RH. Standars for childrens height at ages 2 – 9 years allowing for height of parents. Arch Dis Child. 1970; 45:755-62
39. Tanner JM. Growth at adolescence. 2nd.ed. Oxford: Blackwell Scientific;1962.
40. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA and Geen HJ (Eds). Physiological testing of elite athlete, London, Human Kinetics; 1991:223-308.
41. Khan KM, Miller BS, Hoggard E. Aplication of ultrasound for bone age estimation in clinical practice.J. Pediar. 2009;154;243-13
42. Mentzel HJ, Vogt S, Vilser C. Abschantzung des Knochenaltersmit ciner neuen Ultraschellmeto Forts Rontgenstr; 2005;35(177):1699-705
43. Roche AF, Chumlea WC, Thissen D. Assessing skeletal maturity of the hand-wrist: FELS method. Springfield: Charles C Thomas. Publisher;1988;41-47
44. Beunen GP. Biologic age in pediatric exercise research. In:Advances in Pediatric Sport Sciences, Vol. 3, 0. Bar-Or (Ed.). Champaign, IL: Human Kinetics; 1989:1-39.
45. Ogodescu AE, Bratu E, Tudor A, Ogodescu A. Estimation of child’s biological age

- based on tooth development. Rom J Leg Med. 2011; 19:115-124.
46. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new sistem of dental age assesment. Hum Biol.1973; 45:211-227.
 47. Butti AC, Clivio A, Ferraroni M, Spada E, Testa A, Salvato A. “Haavikko’s method to assess dental age in Italian children”, European Journal of Orthodontics. 2009;31:211-227.
 48. Ogodescu A, Ogodescu A, Szabo K, Tudor A, Bratu E. Dental Maturity a biologic indicator of chronological age: Digital radiographic study to assess Dental age in Romanian children. International Journal of Biology and Biomedical engineering. 2011; 1(5).
 49. Ceglia A. Indicadores de maduración de la Edad Osea, Dental y Morfológica. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontooopediatria. 2005;1-11.
 50. Dimeglio A. Growth in Pediatric Orthopaedics. J Pediatr Orthop. 2001;21(4).
 51. Hagg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. Am J Orthod. 1982;82(4):299-309.
 52. Gong EJ, Heald FP. Diet, nutrition and adolescence. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, eds. Modern nutrition in health and disease. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994:759-769.
 53. Neinstein LS. Adolescent health care: a practical guide. In: Neinstein LS, Kaufman FR. Abnormal growth and development. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins;2002.
 54. Domínguez La Rosa P, Espeso-Gayte E. Bases fisiológicas del entrenamiento de la fuerza con niños y adolescentes. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.2003;3(9):61-68.
 55. Gertych A, Zhang A, Sayre J. Bone age assessment of children using a digital hand atlas. Computerized Medical Imaging and Graphics. 2007;31:322-331
 56. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of hand wrist. 2ed ed. Stanford, CA: Stanford University Press;1971.
 57. Ross WD, Marfell-Jones RJ. Cinantropometria. In J. Duncan, H. MacDougall, A. Wenger y H. J. Green (Eds.), *Evaluación fisiológica del deportista*. Barcelona:

Paidotribo;1995.

58. García de la Rubia S, Santoja-Medina F, Pastor-Clemente A. Valoración de la edad ósea. Su importancia en medicina del Deporte. *Ortopedia*. 1998;7(3):160-168.
59. Sarria A, Moreno L, Bueno . Análisis Del atlas de Greulich y Pyle mediante los métodos TW2 y TW2-A. *An. Esp Pediatr*. 1986;24(2):105-10.
60. Diméglio A, Charles YP, Daures JP, De Rosa V, Kaboré B. Accuracy of the Sauvegrain Method in Determining Skeletal Age During Puberty. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2005; 87(8).
61. Hernández M, Sánchez E, Sobradillo B, Rincón JM, Narvaiza JL. A new method for assessment of skeletal maturity in the first 2 years of life. *Pediatr Radiol*. 1988; 18: 484-9.
62. Kelch RP, Beitins IZ. Adolescent sexual development. In: Kappy MS, Blizzard RM, Migeon CJ, eds. *The diagnosis and treatment of endocrine disorders in childhood and adolescence*. 4th e d. Springfield, IL: Charles C Thomas;1994:193-234.
63. Sherar LB, Baxter-Jones ADG, Mirwald RL. Limitations to the use of secondary sex characteristics for gender comparisons. *Annals of Human Biology*. 2004;31(5):586–593
64. Rogol A, Roemmich J, Clark P. Growth at Puberty. *Journal of adolescent health*. 2002;31:192–200.
65. Rosembloom A. Fisiología del crecimiento. *Ann Nestlé [Esp]*. 2007;65:99–110.
66. Smith DW. *Growth and Its Disorders*. Philadelphia, Saunders, 1977.
67. Fleta J, Rodríguez G, Mur L, Moreno L, Bueno M. Tendencia secular del tejido adiposo corporal en niños prepúberes. *An. Esp. Pediatr*. 2000;52(2):116-22.
68. Zhen-Wang B, Cheng-Ye J. Secular growth changes in body height and weight in children and adolescents in Shandong, China between 1939 and 2000. *Ann. Hum. Biol*. 2005; 32(5):650-65.
69. Simsek F, Ulukol B, Gulnar SB. The secular trends in height and weight of Turkish school children during 1993-2003. *Child Care Health Dev*. 2005;31(4):441-7.
70. Chrzanowska M, Koziel S, Ulijaszek SJ. Changes in BMI and the prevalence of overweight and obesity in children and adolescents in Cracow, Poland, 1971- 2000.

- Econ. Hum. Biol. 2007;5(3):370-8.
71. Boddy L.M, Hackett AF, Stratton G. Changes in BMI and prevalence of obesity and overweight in children in Liverpool, 1998-2006. *Perspect. Public. Health.* 2009; 129(3):127-31.
 72. Beunen GP, Rogol D, Malina R. Indicators of biological maturation and secular changes in biological maturation. *Food and Nutrition Bulletin.* 2006;27(4):244-256.
 73. Forbes GB. Influence of nutrition. In: Forbes GB, ed. *Human Body composition: growth, aging, nutrition and activity.* New York: Springer-Verlag;1987;209-47.
 74. Adair L, Gordon-Larsen P. Maturational timing and overweight prevalence in US adolescent girls. *Am J Public Health.* 2001; 91:642–644.
 75. Freedman DS, Khan LK, Serdula MK, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of menarcheal age to obesity in childhood and adulthood: the Bogalusa Heart Study. *BMC Pediatr.* 2003;3:3.
 76. Simondon KB, Simondon F, Simon I, Diallo A, Benefice E, Traissac P, Maire B. Preschool stunting, age at menarche and adolescent height: a longitudinal study in rural Senegal. *Eur J Clin Nutr.* 1998; 52:412–418
 77. Torun B, Davies PS, Livingstone MB, Paolisso M, Sackett R, Spurr GB. Energy requirements and dietary energy recommendations for children and adolescents 1 to 18 years old. *Eur J Clin Nutr.* 1996; 50(suppl 1):S37–81.
 78. Golden MH. The role of individual nutrient deficiencies in growth retardation of children as exemplified by zinc and protein. In: Waterlow JC, ed. *Linear growth retardation in less developed countries.* New York: Raven Press;1988;143–63.
 79. Chen P, Soares AM, Lima AA, Gamble MV, Schorling JB, Conway MV, Barrett LJ, Blaner WS, Guerrant RL. Association of vitamin A and zinc status with altered intestinal permeability: analyses of cohort data from northeastern Brazil. *J Health Popul Nutr.* 2003;21:309–15.
 80. Tremblay A. Dietary fat and body weight set point. *Nutr Rev.* 2004; 62(7 pt 2):S75–7
 81. COMMITTEE FAO/WHO/Unicef. Committee of experts in nutrition, Methodology of nutrition vigilance. WHO, series of technical information, n°593, Ginebra;1976.
 82. Malina RM. Crescimento de crianças latino-americanas: comparações entre os

- aspectos socioeconômicos, urbano-rural e tendência secular. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 1990; 4(3):46-75.
83. Bielicki T, Welon Z. Growth data as indicators of social inequalities: the case of Poland. *Yearb Phys Anthropol*. 1982;25:153–67.
 84. Martorell R, Mendoza F, Castillo R. Poverty and stature in children. In: Waterlow JC, ed. *Linear growth retardation in less developed countries*. New York: Raven Press; 1988:57–70
 85. Blakely T, Hales S, Kieft C, Wilson N, Woodward A. The global distribution of risk factors by poverty level. *Bull World Health Organ*;2005;83:118–26.
 86. Koziel S, Lipowicz A. Concurrent Effect of Social Factors and Maturity Status on Height and BMI of Adolescent Girls. *J Life Sci*. 2009;1(2): 133-137.
 87. Rowland TW. *Developmental exercise physiology Champaign: Human Kinetics*; 1996.
 88. Ara I, Rodríguez GV, Ramirez JJ, Dorado C, Sanchez JAS, Calbet JAL. Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepuberal boys. *Int J Obes*. 2004;28(1):1585-1593.
 89. Malina RM. Menarche in athletes: Asynthesis and hypothesis. *Ann Hum Biol*. 1983; 10: 1- 24.
 90. Malina RM. Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exerc Sport Sci Rev*. 1994; 22: 389-433.
 91. De La Paz MM. Child labor: its implications to nutrition and health in the Philippines. Ph.D. Dissertation. Ithaca, NY: Cornell University; 1990;394 p.
 92. Cameron JL. Nutritional determinants of puberty. *Nutr Rev*. 1996; 54:S17–S22.
 93. Warren MP. The effects of exercise on pubertal progression and reproductive function in girls. *J Clin Endocrinol Metab*. 1980;51:1150–1157.
 94. American Academy of Pediatrics. Committee on Sports Medicine and Fitness. Intensive Training and Sports Specialization in Young Athletes. *PEDIATRICS*. 2000; 106(1).
 95. American Medical Association/American Dietetic Association. Targets for adolescents health: Nutrition and physical Fitness. Chicago, American medical

Association;1991.

96. Crespo I, Valera J, Gonzales G, Guerra-García R. Crecimiento y desarrollo de niños y adolescentes a diversas alturas sobre el nivel del mar. *Acta Andina*. 1995;4(1):53-64.
97. Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Núñez-Álvarez V, Lancho Alonso JL. Efectos de la altitud sobre el crecimiento físico en niños y adolescentes. *Rev Andal Med Deporte*. 2011;4(2):71-76.
98. Hass JD, Baker PT, Hunt EE. The effects of high altitude on body size and composition of the newborn infant in southern Peru. *Am J Phys Anthropol*. 1982;59:251-62.
99. Stinson S. The effect of high altitude on the growth of children of high socioeconomic status in Bolivia. *Am J Physic Anthropol*. 1982;59:61-71.
100. Greksa L. Growth and development of Andean high altitude residents. *High Alt Med Biol*. 2006;7:116-24.

CAPITULO 3: METODOLOGIA

3.1. Delimitação do estudo

O estudo encontra-se delimitado nas escolas da Rede de ensino fundamental de Campinas. SP. Esta cidade encontra-se localizada a noroeste da capital do estado, a uma distância de aproximadamente 96 km. Ocupa uma área territorial de 795,697 km², sendo que 238,3230 km² estão em perímetro urbano e os 557,334 km² restantes constituem a zona rural. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,852. Segundo o censo de 2010 realizado pelo IBGE (2010), 521,209 habitantes foram homens e 559,790 mulheres, dos quais 1 062 453 habitantes vivem em áreas urbanas e 18 546 em áreas rurais.

3.2. Tipo de Pesquisa

Para desenvolver o presente estudo foi utilizado o tipo de pesquisa com delineamento descritivo-transversal (THOMAS e NELSON, 1996), sendo que os desenhos a serem usados foram comparativos (DANHKHE, 1989).

3.3. Variáveis do estudo

Com base nos tipos e desenhos de pesquisa adotados, as variáveis podem-se resumir em independentes, dependentes e intervenientes.

Quadro 1 - Operacionalização das variáveis

Tipo de variável	Variáveis	Indicadores
V. Independentes	- Idade decimal	- Data de nascimento
	- Sexo	- Data de avaliação
	- Crescimento físico	- Masculino
V. Dependentes	- Maturação somática	- Feminino
	- Estado nutricional	- Massa corporal
	- Atividade física	- Estatura
	- Condição socioeconômica	- Massa corporal
V. Intervenientes	- Idade decimal	- Estatura
	- Sexo	- Estatura tronco-cefálica
	- Crescimento físico	- Desnutrição
V. Control	- Maturação somática	- Normal
	- Estado nutricional	- Sobrepeso
	- Atividade física	- Obesidade
V. Control	- Idade decimal	- Leve
	- Sexo	- Moderada
	- Crescimento físico	- Intensa
V. Control	- Maturação somática	- Media (escolas de rede municipal)
	- Estado nutricional	
	- Atividade física	

3.4. Seleção da amostra

3.4.1. Tamanho da amostra

A população de referência inclui alunos de ambos os sexos, com idades que variam entre seis a 17 anos. O universo foi composto por 15 escolas que foram selecionadas aleatoriamente de um total de 44 escolas das zonas norte, sul, leste, sudeste e nordeste da região urbana de Campinas (São Paulo, Brasil). A população das 15 escolas é composta por 26 725 escolares de ambos os sexos, sendo 15 927 mulheres e 10 798 homens. Todos os escolares encontravam-se devidamente matriculados em escolas públicas do Município de Campinas. Em geral, no Brasil, a assistência às escolas utiliza-se como um indicador socioeconômico, onde a escola privada corresponde a classe social média/alta e a escola pública à classe média/baixa.

Para calcular o tamanho da amostra utilizou-se a hipótese mais desfavorável (0,50), precisão de (0,05) para um intervalo de confiança de IC de 95% e o tamanho ótimo para um universo de 26.725 sujeitos (15 927 mulheres e 10798 homens) foi de 3216 mulheres e 3315 homens, os que correspondem ao 24,4% do universo total. (Tabela 1).

Tabela 1. Tamanho da amostra por idade e sexo

Idade (anos)	Homens	Mulheres	Total
6	119	131	250
7	158	199	357
8	275	294	569
9	377	362	739
10	390	365	755
11	390	364	754
12	380	367	747
13	380	369	749
14	381	371	752
15	233	203	436
16	114	106	220
17	118	85	203
Total	3315	3216	6531

A amostra foi obtida através da amostragem estratificada determinada por fixação proporcional. A distribuição das unidades de estudo realiza-se de acordo com a massa coporal (tamanho) da população em cada estrato (idade e sexo), nesse sentido, a cada estrato corresponde-lhe igual número de elementos da amostra. Assim, e com base no anteriormente descrito, consideram-se três centros educativos públicos por zona geográfica, permitindo desta forma uma amostra representativa para o estudo.

Foram incluídos no estudo os escolares que estavam clinicamente saudáveis até a data da avaliação e que autorizaram o consentimento para a realização de medições antropométricas. Foram excluídos aqueles escolares com distúrbios psicomotores e físicos que impediram a realização de medidas antropométricas corretamente. Em geral, a maioria dos alunos avaliados é de origem de etnia mista, por exemplo: português, africano, asiático e Indígena, respectivamente.

3.4.2. Agrupamento de idades

Para agrupar as idades dos sujeitos estudados, utilizou-se o critério da idade decimal descrita por Blanco e Landaeta (1988), permitindo identificar aos sujeitos segundo sua idade decimal. A tabela 2 mostra a distribuição das idades e as medias das idades decimais das crianças e adolescentes de ambos os sexos.

Tabela 2. Distribuição da amostra segundo o agrupamento da idade decimal

Idades	Agrupamento de idades	Idades	Agrupamento de idades
6 anos	5,50-6,49	12 anos	11,50-12,49
7 anos	6,50-7,49	13 anos	12,50-13,49
8 anos	7,50-8,49	14 anos	13,50-14,49
9 anos	8,50-9,49	15 anos	14,50-15,49
10 anos	9,50-10,49	16 anos	15,50-16,49
11 anos	10,50-11,49	17 anos	16,50-17,49

3.5. Técnicas e instrumentos

As variáveis de crescimento físico de massa corporal, estatura e circunferências corporais serão avaliadas seguindo as normas padronizadas pela “International Working Group of Kineanthropometry”, descritas por Ross e Marfell-Jones (1991).

- Massa corporal (kg): Utilizou-se uma balança digital com uma precisão de (200g) de marca Tanita, tendo uma escala de (0 a 150kg).
- Estatura (m): Foi avaliada utilizando um estadiômetro de alumínio, graduada em mm, de marca Seca, com uma escala de (0 a 2,50m).
- Estatura Tronco Cefálica (cm): Utilizou-se um banco de 50cm de altura e um estadiômetro de (0 a 2,50m) com uma precisão de 0,1cm.

Para avaliar o índice de massa corporal utilizaram-se as variáveis de massa

corporal e estatura, tendo como objetivo relacionar as mencionadas variáveis, a partir da fórmula proposta por Quetelet [$IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Estatura (m)}^2$].

O Pico de velocidade do crescimento (PVC) foi determinado a partir das interações entre medidas somáticas como a estatura tronco cefálica (ETC), estatura (E), comprimento dos membros inferiores (CMI) e a idade (anos). Para prever o PVC foi utilizado o modelo de regressão múltipla de Mirwald et.al (2002), cujos valores indicam a idade de referencia em anos em relação a idade PVC, definido em oito níveis (-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3).

Tabela 3. Modelos matemáticos para prever o Pico de velocidade de crescimento (PVC)

Equações
$PVC = -9,232 + 0,0002708(CMI * ETC) - 0,001663(I * CMI) + 0,007216(I * ETC) + 0,02292$ (P/Est) (homens)
$PVC = -9,376 + 0,0001882(CMI * ETC) + 0,0022(I * CMI) + 0,005841(I * ETC) -$ $0,002658(I * P) + 0,07693$ (P/Est) (mulheres)

Legenda: CMI= Comprimento dos membros inferiores (cm), ETC= Estatura tronco cefálica (cm), I= Idade decimal, P= Peso (Kg), Est= Estatura (cm).

3.6. Aspectos éticos

O estudo teve a aprovação do Comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Estadual de Campinas.

Os pais e/ou responsáveis pelas crianças foram informados sobre a pesquisa e preencheram uma ficha de consentimento livre e esclarecido. Por outro lado, o estudo teve também a autorização dos diretores das escolas envolvidas no estudo para realizar as medidas antropométricas dos alunos compreendidos entre os 5,50 aos 17,49 anos, respectivamente.

3.7. Confiabilidade das medidas

A variabilidade das medidas é um importante indicador da mensuração das variáveis da pesquisa. Nesse sentido, utilizou-se para o processo da coleta dos dados 4 avaliadores que foram treinados previamente para a avaliação das medidas

antropométricas. O erro intra-avaliador foi menos do %. Os antropometristas tinham o nível 3 do International Working Group of Kineanthropometry.

3.8. Análise estatística

O pressuposto de distribuição normal dos valores foi verificado através do teste de Kolmogorov-Smirnov, que foi aplicado para todas as variáveis, separado para cada grupo de idade e sexo, após a aplicação do qual os dados apresentaram uma distribuição normal.

A análise estatística a serem desenvolvidas nos estudos foi de tipo descritivo: média desvio padrão, coeficiente de correlação de Pearson (r) e a distribuição de percentís (p3, p10, p25, p50, p75, p90 e p95). Para identificar os pontos de corte utilizou-se a campana de Gauss, através do qual pode-se determinar a correspondência entre os percentís e os escores Z. A figura 1 ilustra o relacionamento dos escores Z e os valores dos percentís usados no estudo.

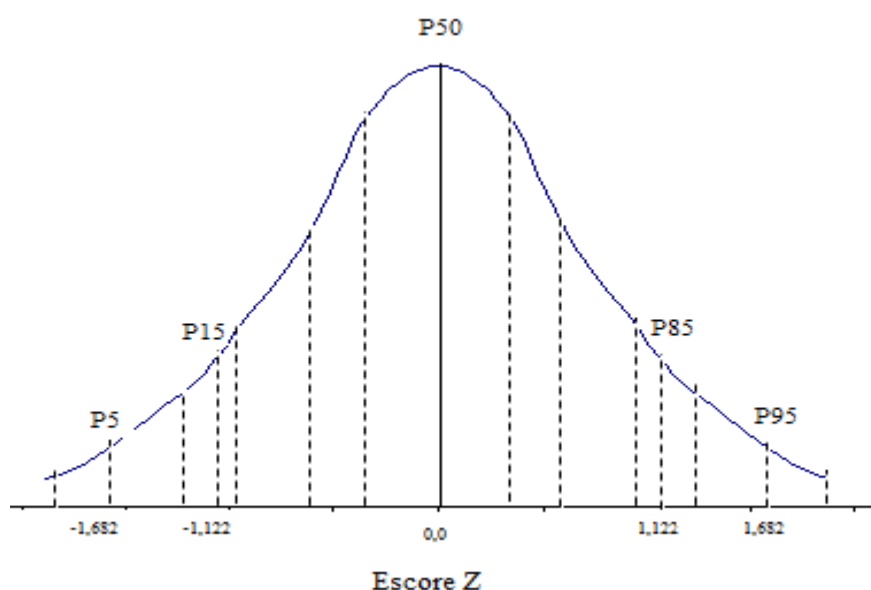


Figura 1. Correspondência de valores entre percentís e os escores Z

Utilizou-se a inferência estatística para a análise da regressão linear simples e múltipla StepWise com o objetivo de determinar o nível preditivo do PVC e gerar equações

de predição, as que foram validadas utilizando dois procedimentos: a)validação cruzada interna (utilizou-se o 70% do universo) e externa (utilizou-se uma amostra de escolares de um centro escolar público de São Paulo com as mesmas características que o estudo) e, b)análise de concordância.

A comparação dos valores médios do critério e as equações preditas determinaram-se mediante teste t para amostras pareadas ($p < 0,05$) e a prova de especificidade de Tukey ($p < 0,05$); a precisão avalia-se através dos valores de R^2 e o Erro Padrão de Estimativa (EPE). A concordância entre os valores do critério e os valores das equações preditas analisou-se mediante o plotagem de Bland e Altman (1986).

As curvas de percentil do peso corporal, estatura e índice de massa corporal foram construídas separadamente para cada sexo utilizando o método LMS (Cole et.al, 2000). O poder de transformação de Box-Cox foi utilizado para normalizar os dados em cada idade. Os parâmetros do método LMS serão ajustados com o *splines cúbicos* mediante modelos de regressão não-linear, utilizando o procedimento de penalidade máxima para criar três curvas suaves: L (t) o poder Box-Cox, M (t) a mediana e S (t) o coeficiente de variação. O Modelo a ser utilizado será: $C = M[1 + LSZ]^2 / L$, onde: L, M e S são valores de assimetria, mediana e variabilidade calculados para cada faixa etária e sexo, e Z é o valor do escore z correspondente ao percentil selecionado. O método LMS foi aplicado para gerar referências de crescimento com o software LMS chartmaker Pro versão 2.3 (Pan et.al., 2006).

Para comparar os valores da CDC-2012 (Fryar et.al., 2012) (considerada aqui como referência em termos de população) e a amostra de Campinas, foi realizada por meio do teste de valores médios para cada idade e sexo, para altura, massa corporal e IMC. Todo o processamento estatístico realizou-se por meio do programa SPSS 16.0 e Prisma V. O nível de significância adotado para todos os testes foi de $p < 0,05$.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

TERCEIRO ESTUDO

Valores referenciais de crescimento físico em relação à idade cronológica de crianças e adolescentes escolares de Campinas.

Reference values for physical growth in relation to chronological age of children and adolescents from Campinas

Gomez Campos, R; Cossio-Bolaños, M. A; Hespanhol, J.; Arruda, M.

QUARTO ESTUDO

Predição da maturação somática a partir de variáveis antropométricas: validação e proposta de equações para escolares do Brasil.

Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil. Nutr. clin. diet. hosp. 2012.

Predicting somatic maturation from anthropometric variables: validation and proposed equations to school in Brazil.

Gomez Campos, R.; Hespanhol, J.; Portella, D.; Vargas Vitoria, R.; De Arruda, M.; Cossio-Bolanos, M.A.

TERCEIRO ESTUDO

Valores referenciais de crescimento físico em relação à idade cronológica de crianças e adolescentes escolares de Campinas

Reference values for physical growth in relation to chronological age of children and adolescents from Campinas

Rossana Gomez Campos¹, Marco Antonio Cossio-Bolaños², Cristiana Camargo¹, Jefferson Eduardo Hespanhol³, Miguel de Arruda¹

¹*Facultad de Educación Física, Universidad Estatal de Campinas., Campinas, SP. Brasil.*

²*Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica del Maule, Chile.*

³*Facultad de Educación Física de la Pontificia Universidad Católica de Campinas (PUC-Campinas), Campinas, SP, Brasil.*

Resumo

Objetivo: Comparar o crescimento físico com a referência internacional do CDC-2012 e construir valores de referência para crianças e adolescentes escolares de Campinas (Brasil).

Sujeitos e Métodos: A amostra foi composta por 6531 indivíduos (3315 meninos e meninas 3216), com uma faixa etária entre 6 a 17 anos. Foram feitas comparações entre as médias do estudo e as da referência CDC-2012 a través do teste t. Peso corporal para idade, altura para idade e IMC para idade e os percentis foram obtidos utilizando o método LMS.

Resultados: Os meninos de Campinas apresentaram menor peso e estatura em relação aos da referência (9-17 anos) e no IMC (11-17 anos) ($p<0,05$). As meninas tem menor peso (6-17 anos), altura (7-14 anos) e IMC (11-17 anos) ($p<0,05$). **Conclusões:** Os valores absolutos de peso, estatura e IMC das crianças de Campinas são substancialmente inferiores em relação à referência CDC-2012. Os resultados sugerem o uso de padrões regionais para avaliar a trajetória do crescimento físico das crianças de Campinas.

Palavras chaves: crescimento físico, referências, crianças, adolescentes.

Abstract

Objective: To compare the physical growth with the international reference CDC -2012 and build reference values for children and adolescents from Campinas (Brazil).

Subjects and Methods: The sample consisted of 6531 individuals (3315 boys and 3216 girls) with an age range between 6-17 years. Comparisons between the means of the study and the CDC-2012 reference to slant t tests were performed. Body weight for age, height for age and BMI percentiles for age and were obtained using the LMS method. **Results:** The children Campinas have a lower height and weight in relation to the reference (9-17 years) and BMI (11-17 years old) ($p<0,05$). Girls have lower weight (6-17 years), height (7-14 years) and BMI (11-17 years) ($p<0,05$). **Conclusions:** The absolute values of weight, height and BMI for children in Campinas are substantially lower than the reference CDC-2012. The results suggest the use of regional standards to assess the trajectory of physical growth of children in Campinas.

Keywords: physical growth, referrals, children, adolescent.

1. Introdução

O crescimento humano é um processo dinâmico e complexo que começa com a fertilização do óvulo e se completa com a fusão da epífise e das metáfases dos ossos longos que caracteriza basicamente ao final da adolescência (Rosenbloom, 2007). Classicamente Meredith (1946) define como uma série de mudanças anatômicas e fisiológicas que tem lugar entre o começo da vida pré-natal e a culmina com a senelidad. Caracteriza-se por uma notável plasticidade e heterogeneidade intra e inter população (Bogin, 1988, Ulijaszek et al,

2000). Tais características estão determinadas por fatores biológicos intrínsecos, sensíveis a múltiplas contingências (características geoclimáticas, econômicas, sociais e culturais) que modulam a expressão do potencial genético (Lasker, 1994).

Os padrões de crescimento podem ser utilizados em situações relacionadas à saúde e bem-estar e refletem as condições de nutrição e vida (Molinari et al. 2004). De fato, o peso corpóreo e a estatura são os parâmetros mais comuns para avaliar o crescimento físico e o estado nutricional de crianças e adolescentes; sua importância reside em ajudar a determinar o grau em que as necessidades fisiológicas de crescimento e de desenvolvimento motor, sejam alcançados durante períodos importantes dos anos de crescimento (De Onis, 2009). Nesse sentido, programas sistemáticos de monitoramento do crescimento físico, são comumente aceitos como indicadores importantes de qualidade de vida em uma população jovem específica, ou, da magnitude das distorções existentes nos diferentes subgrupos da mesma população (De Onis et al 2007).

Muitas organizações governamentais e organismos das nações unidas se baseiam nas tabelas de crescimento a fim de avaliar o bem-estar geral das populações, a formulação de políticas públicas, o planejamento das intervenções e o acompanhamento de sua efetividade (De Onis, 2009). No entanto, no Brasil, apesar de ter dois estudos relevantes com projeção nacional, o primeiro realizado por Marcondes (1982) em Santo André (São Paulo) e o segundo desenvolvido em nível nacional pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN, 1990), o Ministério da Saúde adota as curvas da (NCHS) como parâmetros para monitorar o crescimento da população brasileira (Victora, Araújo, De Onis, 2008).

A Organização Mundial da Saúde recomenda a adoção das curvas de crescimento dos Estados Unidos em ausência de normas locais (OMS, 1995), embora, durante a aplicação não reflète os padrões de crescimento das distintas culturas e diferentes etnias existentes (Silva et al 2012). Para uma melhor abordagem faz-se necessário à construção de curvas de crescimento, utilizando amostras que atingiram o crescimento linear esperado, enquanto ainda não esteja afetada pelo ganho de peso excessivo em relação ao crescimento linear (De Onis, 2009), devendo ser considerado, inclusive, as rápidas mudanças no crescimento somático e na maturação biológica, permitindo assim um melhor controle das variáveis extrínsecas durante o processo de construção de curvas de crescimento físico.

Estudos prévios que incluíram jovens de diferentes regiões do Brasil, realizados no Paraná na região sul (Guedes, Guedes, 2002), no vale de Jequitinhonha em Minas Gerais (Guedes et al 2010) e na região do Cariri no Ceará (Silva et al, 2012) demonstraram a variabilidade do crescimento físico dentro e entre populações. Portanto, as diferenças observadas nos indicadores de crescimento físico dos jovens de diferentes regiões do mundo poderiam ser explicadas pelas diferenças nas condições de vida (sócio-culturais, nutricionais, atenção primária de saúde, maturacionais, geográficas)

Portanto, o objetivo do estudo foi comparar os valores de crescimento físico com a referência internacional do CDC-2012 e construir valores de referência para avaliar a crianças e adolescentes de escolas de Campinas (Brasil).

5. Sujeitos e métodos

O estudo é do tipo descritivo e de corte transversal. A coleta das variáveis antropométricas foi realizada de março a junho e de agosto a novembro de 2010, em Campinas. O município de Campinas está localizado a noroeste da capital do Estado de São Paulo, a uma distância de 96km. Apresenta uma taxa de urbanização de 98%. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,852. Segundo o censo de 2010 realizado pelo IBGE (2010), 521,209 habitantes eram homens e 559,790 mulheres, dos quais 1 062 453 habitantes viviam em áreas urbanas e 18 546 em áreas rurais.

Amostra

A população de referência inclui alunos de ambos os sexos, com idades que variam entre seis a 17 anos. O universo foi composto por 15 escolas que foram selecionadas aleatoriamente de um total de 44 escolas das zonas norte, sul, leste, sudeste e nordeste da região urbana de Campinas (São Paulo, Brasil). A população das 15 escolas é composta por 26.725 escolares de ambos os sexos, sendo 15,927 mulheres e 10,798 homens. Todos os escolares encontravam-se devidamente matriculados nas escolas públicas do Município de Campinas. Em geral no Brasil, a assistência às escolas utiliza-se como um indicador

socioeconômico onde a escola privada corresponde a classe social média/alta e a escola pública à classe média/baixa.

Para calcular o tamanho da amostra utilizou-se a hipótese mais desfavorável (0,50), precisão de (0,05) para um intervalo de confiança de IC de 95% e o tamanho ótimo para um universo de 26,725 sujeitos (15,927 mulheres e 10,798 homens) foi de 3216 mulheres e 3315 homens, os que correspondem ao 24,4% do universo total. (Tabela 1).

Tabela 1. Tamanho da amostra por idade e sexo.

Idade (anos)	Homens	Mulheres	Total
6	119	131	250
7	158	199	357
8	275	294	569
9	377	362	739
10	390	365	755
11	390	364	754
12	380	367	747
13	380	369	749
14	381	371	752
15	233	203	436
16	114	106	220
17	118	85	203
Total	3315	3216	6531

A amostra foi obtida através da amostragem estratificada determinada por fixação proporcional. A distribuição das unidades de estudo realiza-se de acordo com o peso (tamanho) da população em cada estrato (idade e sexo), nesse sentido, a cada estrato corresponde-lhe igual número de elementos da amostra. Assim, e com base no anteriormente descrito, consideram-se três centros educativos públicos por zona geográfica, permitindo desta forma uma amostra representativa para o estudo.

Foram incluídos no estudo os escolares que estavam clinicamente saudáveis até a data da avaliação e que autorizaram o consentimento para a realização de medições antropométricas. Foram excluídos aqueles escolares com distúrbios psicomotores e físicos que impediram a realização de medidas antropométricas corretamente. Em geral, a maioria

dos alunos avaliados é de origem de etnia mista, por exemplo: português, africano, asiático e Indígena, respectivamente.

Os pais e/ou responsáveis dos escolares assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido autorizando a avaliação de medidas antropométricas e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, SP (Brasil).

Técnicas e instrumentos

A idade cronológica das crianças e adolescentes foi determinada a nível decimal, utilizando-se a data decimal do dia de nascimento e a data decimal do dia da avaliação. Todas as variáveis antropométricas foram medidas por um grupo de cinco avaliadores treinados e altamente experientes. Assim, para garantir a qualidade das medidas avaliadas realizou-se uma segunda avaliação (reavaliação) a cada 10 sujeitos (n=660) nas variáveis de peso, estatura e estatura tronco-cefálica (estatura sentada). Para a avaliação de medidas antropométricas adotou-se o protocolo padronizado pelo “Grupo de Trabalho Internacional de Cinenatropometria” descrito por Ross e Marfell-Jones (1991).

O peso corporal (kg) foi avaliado descalço e com o mínimo de roupa possível, utilizando uma balança digital com precisão de (100g) de marca Tanita com uma escala de (0 a 150 kg). Para determinar a estatura (cm), os indivíduos foram avaliados com base no plano de Frankfurt sem sapatos, usando um estadiômetro de alumínio da marca Seca graduado em milímetros, apresentando uma escala de (0-250cm). O índice de massa corporal (IMC) terá por objetivo relacionar o peso com a estatura, a partir da proposta por Quetelet [$IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Estatura (m)}^2$] (Garrow, Webster, 1985).

Análise dos resultados

Os resultados do estudo foram analisados através da estatística descritiva de média aritmética, desvio padrão e distribuição de percentis (P3, P10, P25, P50, P75, P90 e P97). O teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) foi aplicado para todas as variáveis, separado para cada grupo de idade e sexo, a fim de estabelecer a normalidade da distribuição dos dados. A comparação entre o CDC-2012 (Fryar, Gu, Ogden, 2012) (considerada aqui como

referência em termos de população) e a amostra de Campinas, foi realizada por meio do teste t para cada idade e sexo, para estatura, massa corporal e IMC ($p < 0,05$).

Curvas de percentil do peso corporal, estatura e índice de massa corporal foram construídos separadamente para cada sexo utilizando o método LMS (Cole et al, 2000). O poder de transformação de Box-Cox foi utilizado para normalizar os dados em cada idade. Os parâmetros do método LMS serão ajustados com o *splines cúbicos* mediante modelos de regressão não-linear, utilizando o procedimento de penalidade máxima para criar três curvas suaves: L (t) o poder Box-Cox, M (t) a mediana e S (t) o coeficiente de variação. O Modelo a ser utilizado será: $C = M[1 + LSZ]^2/L$, onde: L, M e S são valores de assimetria, mediana e variabilidade calculados para cada faixa etária e sexo, e Z é o valor do escore z correspondente ao percentil selecionado. O método LMS foi aplicado para gerar referências de crescimento com o software LMS chartmaker Pro versão 2.3 (Pan e col, 2006).

Resultados

A Tabela 2 mostra as diferenças entre os valores médios da referência (CDC, 2012) e do estudo. Em crianças foram observados valores semelhantes de peso corporal e estatura desde os seis até os 9 anos ($p < 0,05$), depois desde os 10 até os 17 anos, as crianças de Campinas, em ambas variáveis, apresentam valores médios inferiores em relação aos da referência (CDC, 2012) ($p < 0,05$). No caso do IMC, os valores são relativamente semelhantes até os 10 anos ($p < 0,05$), no entanto, a partir dos 11 anos os valores médios do CDC (2012) são mais elevados ($p < 0,05$).

Para as meninas, observa-se diferenças significativas no peso corporal ($p < 0,05$) em todas as idades (desde 6 até 17 anos), onde as meninas de Campinas apresentam menor peso corporal em relação a referência ($p > 0,05$). Quanto à estatura, a referência apresenta valores mais elevados dos 6 até 14 anos ($p < 0,05$), mas aos 15, 16 e 17 anos, as meninas de Campinas mostram um comportamento semelhante ($p > 0,05$) em relação ao valor da referência. O IMC, assim como os meninos, não houve diferenças significantes ($p > 0,05$) dos 6 aos 10 anos, no entanto, a partir de 11 até 17 anos a referência do CDC (2012) apresenta valores maiores de IMC ($p < 0,05$).

Tabela 2. Valores médios e diferenças para cada faixa etária e sexo para estatura, peso corporal e índice de peso massa corporal (IMC).

Idade (anos)	Peso corporal (kg)							Estatura (cm)					Índice de massa corporal (Kg/m ²)						
	CDC		Campinas		Media Dif	P	CDC		Campinas		Media Dif	P	CDC		Campinas		Média Dif	P	
	M	SD	M	SD			M	SD	M	SD			M	SD	M	SD			
Homens																			
6	24,3	0,47	22,9	0,59	-1,43	0,0598	119,3	0,45	117,9	0,0038	-1,32	0,0584	16,9	0,26	16,35	0,02	-0,55	0,1420	
7	26,7	0,43	25,6	0,52	-1,09	0,1052	125,4	0,43	124,0	0,5900	-1,4	0,0501	16,9	0,21	16,87	0,01	-0,03	0,9266	
8	31,3	0,70	29,7	0,57	-1,58	0,0778	131,6	0,66	129,7	0,6900	-1,87	0,0564	17,9	0,27	17,47	0,02	-0,43	0,2023	
9	36,6	1,17	35,1	0,46	-1,54	0,1444	137,9	0,88	136,5	0,0064	-1,37	0,0727	18,9	0,38	18,65	0,02	-0,25	0,5217	
10	40,0	0,93	34,5	0,52	-2,53	0,0105*	142,3	0,64	139,8	0,0046	-2,46	0,0001*	19,6	0,35	18,98	0,02	-0,62	0,1090	
11	46,6	1,13	40,8	0,58	-5,58	0,0001*	149,9	0,62	144,6	0,0043	-5,26	0,0001*	20,5	0,36	19,26	0,02	-1,24	0,0011*	
12	51,5	1,27	45,1	0,68	-6,36	0,0001*	154,6	0,61	150,2	0,0041	-4,32	0,0001*	21,3	0,44	19,75	0,02	-1,55	0,0007*	
13	59,2	1,45	50,2	0,68	-9,03	0,0001*	163,7	0,68	156,4	0,0043	-7,31	0,0001*	21,9	0,47	20,33	0,02	-1,57	0,0007*	
14	63,9	1,92	54,3	0,70	-9,58	0,0001*	168,8	0,94	162,8	0,0058	-5,99	0,0001*	22,4	0,59	20,34	0,03	-2,06	0,0001*	
15	70,1	1,95	60,9	0,98	-9,13	0,0001*	173,8	0,88	168,4	0,0052	-5,43	0,0001*	23,1	0,55	21,42	0,03	-1,68	0,0046*	
16	75,1	1,52	63,4	1,17	-11,7	0,0001*	175,1	0,5	170,3	0,0029	-4,81	0,0001*	24,4	0,46	21,77	0,02	-2,63	0,0001*	
17	77,4	2,41	68,2	1,01	-918	0,0038*	175,9	0,69	178,2	0,0039	2,25	0,0455*	24,9	0,79	21,599	0,04	-3,301	0,0014	
Mulheres																			
6	23,6	0,47	22,2	0,47	-1,38	0,0432*	119,2	0,52	166,7	0,6389	-2,54	0,0021*	16,5	0,25	16,56	0,02	0,06	0,872	
7	26,8	0,53	25,4	0,43	-1,37	0,0463*	124,6	0,53	122,3	0,4145	-2,27	0,0008*	17,1	0,25	16,91	0,01	-0,19	0,5872	
8	31,9	1,01	28,8	0,43	-3,13	0,0016*	131,3	0,84	128,4	0,4097	-2,87	0,0008*	18,3	0,38	17,27	0,02	-1,03	0,0616	
9	35,5	0,98	32,2	0,39	-3,29	0,0003*	137	0,47	134,3	0,3584	-2,69	0,0001*	18,7	0,43	17,71	0,02	-0,99	0,0102	
10	41,1	0,74	36,8	0,49	-4,29	0,0001*	144,5	0,52	140,0	0,3746	-4,48	0,0001*	19,5	0,28	18,91	0,38	-0,59	0,3154	
11	47,5	1,28	41,6	0,58	-5,91	0,0001*	150,4	0,54	146,3	0,4076	-4,11	0,0001*	20,7	0,48	19,23	0,02	-1,47	0,0001*	
12	52,3	1,26	46,7	0,64	-5,63	0,0001*	156,1	0,64	152,5	0,4125	-3,6	0,0001*	21,3	0,49	19,87	0,02	-1,43	0,0017*	
13	56,8	1,41	50,3	0,61	-6,52	0,0001*	160	0,55	156,8	0,3349	-3,23	0,0001*	22,1	0,51	20,37	0,03	-1,73	0,0002*	
14	61,6	1,13	54,1	0,62	-7,54	0,0001*	161,6	0,76	159,8	0,3848	-1,8	0,0185*	23,5	0,39	21,13	0,02	-2,37	0,0001*	
15	63,3	1,32	55,5	0,81	-7,83	0,0001*	162,9	0,78	160,9	0,5330	-1,8	0,0726	23,9	0,45	21,38	0,02	-2,52	0,0001*	
16	62,4	1,11	55,9	1,09	-4,53	0,0001*	162,2	0,64	162,1	0,5960	-0,14	0,8793	23,7	0,39	21,98	0,02	-1,72	0,002*	
17	63,7	1,56	57,8	1,01	-5,93	0,0068*	163,1	0,62	162,3	0,6332	-0,87	0,3555	23,9	0,56	22,18	0,03	-1,72	0,0105*	

Legenda: *: diferença significativa em relação ao CDC, 2012.

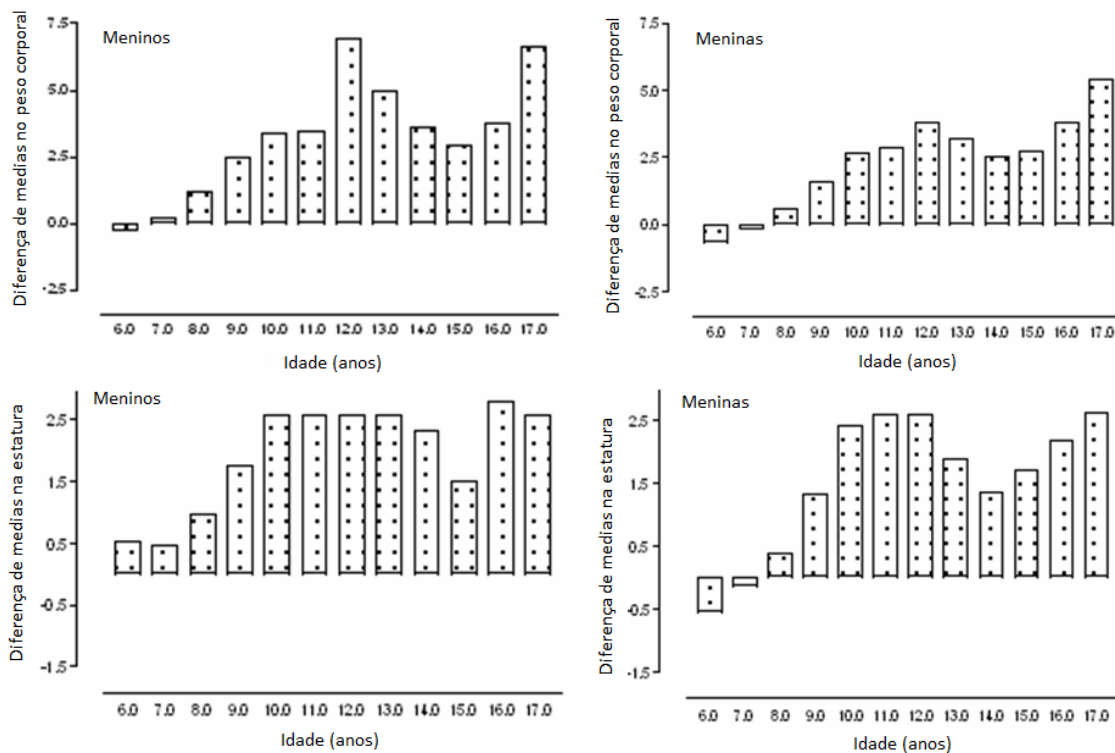


Figura 1. Comparação de peso e estatura de sujeitos do estudo vs Marcondes (1982).

A Figura 1 mostra as comparações entre as crianças de Campinas e o estudo de Marcondes (1982). Em ambos os sexos o peso e estatura são semelhantes até 8 anos de idade, em seguida, a partir de 9 anos em diante as crianças de Campinas são mais altas e mais pesadas até 17 anos de idade.

As Tabelas 3, 4 e 5 mostram os percentis de estatura, peso corporal e Índice de Massa Corporal para crianças de 6 a 17 anos de ambos os sexos. Neste caso, optou-se por considerar os percentis do CDC (2012) distribuídos em P3, P10, P25, P50, P75, P90 e P97, respectivamente.

Tabela 3. Valores de referência de peso (kg) para crianças e adolescentes de Campinas em idade escolar por idade e sexo.

Idade (anos)	Peso corporal (Kg)										
	N	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
Homens											
6,00	119	-1,60	21,44	0,18	16,11	17,48	19,20	21,44	24,51	29,08	36,83
7,00	158	-1,49	24,58	0,19	18,10	19,75	21,84	24,58	28,38	34,07	43,86
8,00	275	-1,38	28,21	0,21	20,35	22,34	24,88	28,21	32,86	39,86	51,88
9,00	377	-1,25	32,05	0,22	22,64	25,03	28,05	32,05	37,61	45,94	60,01
10,00	390	-1,11	35,55	0,23	24,63	27,39	30,91	35,55	41,95	51,39	66,82
11,00	390	-0,97	39,05	0,23	26,59	29,76	33,79	39,05	46,22	56,54	72,67
12,00	380	-0,83	43,16	0,24	28,99	32,64	37,23	43,16	51,07	62,10	78,43
13,00	380	-0,69	47,88	0,23	31,92	36,10	41,29	47,88	56,45	67,96	84,07
14,00	381	-0,55	52,94	0,23	35,28	39,99	45,77	52,94	62,01	73,74	89,30
15,00	233	-0,41	58,05	0,22	38,89	44,12	50,41	58,05	67,43	79,10	93,84
16,00	114	-0,27	63,04	0,21	42,61	48,33	55,07	63,04	72,53	83,92	97,68
17,00	118	-0,12	67,93	0,19	46,47	52,64	59,74	67,93	77,41	88,40	101,16
Mulheres											
6,00	131	-1,30	21,42	0,20	15,54	17,06	18,95	21,42	24,78	29,65	37,48
7,00	199	-1,13	24,33	0,21	17,32	19,13	21,40	24,33	28,27	33,87	42,52
8,00	294	-0,97	27,46	0,21	19,18	21,33	24,01	27,46	32,04	38,41	47,87
9,00	362	-0,83	31,19	0,22	21,41	23,97	27,15	31,19	36,50	43,75	54,14
10,00	365	-0,73	35,39	0,23	23,97	26,97	30,69	35,39	41,49	49,67	61,12
11,00	364	-0,67	39,76	0,23	26,77	30,20	34,44	39,76	46,61	55,69	68,15
12,00	367	-0,63	44,20	0,22	29,83	33,65	38,34	44,20	51,67	61,45	74,65
13,00	369	-0,61	48,30	0,22	32,90	37,04	42,07	48,30	56,16	66,30	79,74
14,00	371	-0,58	51,75	0,21	35,72	40,07	45,32	51,75	59,74	69,88	83,02
15,00	203	-0,54	54,46	0,20	38,15	42,64	47,99	54,46	62,37	72,21	84,67
16,00	106	-0,50	56,62	0,19	40,30	44,86	50,23	56,62	64,32	73,70	85,29
17,00	85	-0,45	58,51	0,17	42,34	46,92	52,25	58,51	65,92	74,78	85,47

Tabela 4. Valores de referência de estatura (cm) para crianças e adolescentes de Campinas em idade escolar por idade e sexo.

Idade (anos)	Estatura (cm)										
	N	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
Homens											
6,00	119	0,59	116,62	0,04	106,37	109,75	113,16	116,62	120,13	123,67	127,26
7,00	158	0,40	122,98	0,05	112,14	115,69	119,30	122,98	126,73	130,54	134,42
8,00	275	0,27	129,37	0,05	117,89	121,63	125,46	129,37	133,37	137,46	141,64
9,00	377	0,21	135,36	0,05	123,19	127,15	131,20	135,36	139,63	144,00	148,47
10,00	390	0,24	140,57	0,05	127,62	131,83	136,15	140,57	145,10	149,74	154,50
11,00	390	0,38	145,69	0,05	131,82	136,34	140,97	145,69	150,51	155,42	160,43
12,00	380	0,65	151,34	0,05	136,38	141,30	146,29	151,34	156,45	161,61	166,84
13,00	380	1,05	157,31	0,05	141,17	146,56	151,94	157,31	162,68	168,03	173,38
14,00	381	1,53	163,13	0,05	145,80	151,69	157,46	163,13	168,69	174,15	179,53
15,00	233	2,07	168,42	0,05	149,88	156,32	162,49	168,42	174,14	179,66	185,00
16,00	114	2,63	173,39	0,05	153,52	160,59	167,19	173,39	179,25	184,81	190,11
17,00	118	3,18	178,33	0,05	156,99	164,78	171,85	178,33	184,33	189,94	195,21
Mulheres											
6,00	131	-2,50	115,75	0,05	105,69	108,70	112,03	115,75	119,94	124,72	130,24
7,00	199	-1,45	121,95	0,05	110,91	114,31	117,98	121,95	126,26	130,97	136,14
8,00	294	-0,51	128,19	0,05	116,13	119,95	123,97	128,19	132,64	137,32	142,25
9,00	362	0,24	134,53	0,05	121,48	125,72	130,07	134,53	139,11	143,80	148,62
10,00	365	0,73	140,81	0,05	126,95	131,52	136,14	140,81	145,52	150,26	155,05
11,00	364	0,92	146,87	0,05	132,50	137,27	142,06	146,87	151,68	156,50	161,34
12,00	367	0,90	152,32	0,05	137,80	142,63	147,47	152,32	157,19	162,07	166,97
13,00	369	0,73	156,59	0,05	142,26	146,99	151,77	156,59	161,45	166,35	171,29
14,00	371	0,44	159,46	0,04	145,55	150,11	154,75	159,46	164,26	169,13	174,08
15,00	203	0,10	161,11	0,04	147,81	152,13	156,56	161,11	165,77	170,56	175,47
16,00	106	-0,27	161,99	0,04	149,41	153,46	157,65	161,99	166,48	171,12	175,94
17,00	85	-0,64	162,51	0,04	150,68	154,46	158,40	162,51	166,79	171,26	175,93

Tabela 5. Valores de referência do índice de massa corporal (kg/m²) para crianças e adolescentes de Campinas em idade escolar por idade e sexo.

Idade (anos)	IMC										
	N	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
Homens											
6,00	119	-2,32	15,91	0,13	12,94	13,72	14,68	15,91	17,56	19,97	24,01
7,00	158	-2,18	16,38	0,14	13,11	13,96	15,02	16,38	18,23	20,97	25,69
8,00	275	-2,04	16,93	0,15	13,33	14,26	15,42	16,93	18,99	22,07	27,44
9,00	377	-1,90	17,49	0,16	13,58	14,58	15,85	17,49	19,76	23,15	29,09
10,00	390	-1,79	17,98	0,17	13,78	14,86	16,21	17,98	20,40	24,04	30,36
11,00	390	-1,69	18,38	0,17	13,96	15,10	16,52	18,38	20,92	24,71	31,18
12,00	380	-1,60	18,80	0,18	14,20	15,39	16,87	18,80	21,42	25,27	31,65
13,00	380	-1,51	19,28	0,18	14,54	15,77	17,30	19,28	21,93	25,76	31,86
14,00	381	-1,43	19,81	0,17	14,97	16,24	17,81	19,81	22,47	26,19	31,89
15,00	233	-1,36	20,41	0,17	15,49	16,80	18,40	20,41	23,03	26,61	31,87
16,00	114	-1,28	21,00	0,16	16,04	17,38	18,99	21,00	23,56	26,96	31,74
17,00	118	-1,19	21,53	0,15	16,57	17,92	19,55	21,53	24,01	27,22	31,54
Mulheres											
6,00	131	-0,80	16,09	0,16	12,18	13,28	14,56	16,09	17,92	20,18	22,99
7,00	199	-0,94	16,44	0,16	12,43	13,54	14,85	16,44	18,40	20,86	24,05
8,00	294	-1,05	16,82	0,16	12,68	13,81	15,16	16,82	18,90	21,59	25,20
9,00	362	-1,13	17,32	0,17	13,01	14,17	15,57	17,32	19,54	22,47	26,54
10,00	365	-1,19	17,90	0,17	13,39	14,60	16,07	17,90	20,27	23,46	27,98
11,00	364	-1,22	18,46	0,18	13,77	15,01	16,54	18,46	20,95	24,34	29,25
12,00	367	-1,23	19,03	0,18	14,19	15,47	17,05	19,03	21,62	25,15	30,30
13,00	369	-1,23	19,64	0,18	14,68	16,00	17,61	19,64	22,28	25,87	31,06
14,00	371	-1,20	20,27	0,17	15,21	16,56	18,21	20,27	22,93	26,49	31,56
15,00	203	-1,15	20,87	0,17	15,74	17,12	18,80	20,87	23,51	26,98	31,79
16,00	106	-1,09	21,41	0,16	16,25	17,65	19,35	21,41	24,01	27,35	31,85
17,00	85	-1,02	21,92	0,16	16,74	18,17	19,86	21,92	24,45	27,66	31,84

DISCUSSÃO

A avaliação do crescimento físico das crianças é baseada na comparação da estatura e do peso corporal, assim como, as proporções do corpo (Fredriks et al, 2004; Chumlea e Sun, 2002). Além disso, o índice de massa corporal (IMC) está correlacionado positivamente com as complicações da obesidade infantil e adolescente, assim como um bom indicador de obesidade adulta (Karasalihoglu et al., 2003). Essas variáveis fornecem informações relevantes para diagnosticar o estado de saúde e de nutrição, permitindo avaliar a desnutrição e superalimentação em crianças e adolescentes ao longo do tempo.

O presente estudo comparou crianças e adolescentes escolares de Campinas com a referência CDC (2012). Este relatório apresenta os dados antropométricos de referência nacional para todas as idades da população dos EE.UU no período de 2007-2010, somando-se os resultados publicados anteriormente dos anos de 1960-2006. Este procedimento foi introduzido pela necessidade de ter em conta o fenômeno axiológico da tendência secular do grupo de análise de dados.

De fato, os dados analisados neste estudo foram recoletados durante o ano de 2010, pelo que o provável impacto da tendência secular em escolares de Campinas estaria parcialmente controlado, efeito que não ocorre com as curvas anteriormente apresentadas pelo CDC (Kuczmarski et al, 2002), cujos dados são provenientes de pesquisas sucessivas realizados entre 1963 e 1994.

A partir dessa perspectiva, as crianças deste estudo mostraram padrão similar de crescimento físico em peso, estatura e IMC desde os seis até os 9 anos, no entanto, depois de 10 anos, as crianças da referência são mais altas e mais pesadas, mas é interessante ressaltar que, aos 17 anos, os meninos de Campinas chegaram à mesma estatura que a referência (CDC, 2012), o que se deduz que durante a adolescência houve um atraso no crescimento linear, posteriormente este atraso foi recuperado aos 17 anos. Para as meninas, determinou-se que elas apresentaram menor peso corporal que a referência em todas as faixas etárias (6-17 anos), assim como para a estatutura, mas neste último caso, somente até os 14 anos, a partir de 15, de 17 anos, os valores médios são semelhantes às da referência. Para o IMC, observou-se que as crianças de ambos os sexos apresentam um padrão

semelhante ao da referência aos 10 anos, em seguida, durante a adolescência (11-17 anos), as crianças de Campinas mostram valores inferiores em comparação com a referência do CDC (2012).

Em geral, os escolares campineros de ambos os sexos avaliados no presente estudo mostrou diferenças no peso, estatura e índice de massa corporal, quando comparados com os da referência CDC (Tabela 2). Estas evidências são semelhantes a outros estudos nacionais (Guedes et al, 2010, Silva et al, 2012) e internacionais (Ordem et al, 2009, Kulaga et al, 2011), quando comparados com as curvas do CDC-2000, independentemente do tipo de seleção da amostra, região geográfica, desenvolvimento econômico, social e cultural dos escolares estudados. Obviamente, os menores valores de estatura alcançados por crianças de Campinas pode ser devido a má condição socioeconômica (Bogin, 2001) e/ou a condições ambientais adversas (Stinson, 1985, Cossio-Bolaños et al, 2012) ocorridas de forma passageira durante adolescência. Apesar de não descartar a possibilidade de que a etnia pode distorcer as diferenças observadas em relação ao crescimento físico.

Além disso, quando comparado com as curvas de Santo André, São Paulo-Brasil (escola da mesma região) propostas por Marcondes (1982), os resultados evidenciaram que as crianças de ambos os sexos de Campinas mostram padrão de crescimento similar em peso e estatura até os oito anos, no entanto, desde os nove até os 17 anos, as crianças de Campinas são mais altas e mais pesadas (Figura 1). Estes resultados permitem evidenciar um aumento de peso e altura nos últimos 30 anos na região sul de São Paulo (kg e cm).

Esses aumentos ocorridos ao longo do tempo poderiam ser explicados em que as crianças são capazes de responder a melhoras nas condições socioeconômicas (Ozer, 2007), uma vez que o nível socioeconômico está relacionado com uma alimentação adequada, ocupação e educação dos pais, tamanho da família, condições de habitação, urbanização, saneamento básico, etc. (Susanne e Bodzsar, 1998; Bogin, 1999). De fato, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) atual de Campinas é de 0,852, de acordo com Programa das Nações para o Desenvolvimento (PNUD, 2011) é considerado elevado em relação ao país (0,718). Portanto, o avanço nas dimensões da saúde, educação e renda, poderiam ser, em parte, uma das explicações a respeito da melhora dos padrões de crescimento físico de crianças e adolescentes em Campinas. Portanto, a melhor economia se traduziu em

melhores condições de vida, e possivelmente, melhores condições para o crescimento das crianças (Ozer, 2007).

Consequentemente, as diferenças encontradas de peso, estatura e índice de massa corporal em relação à referência do CDC (2012) e as mudanças observadas no tamanho corporal de crianças e adolescentes ao longo dos últimos 30 anos, sugerem a necessidade de construir valores de referência local para o crescimento físico de escolares em Campinas.

O método LMS foi usado neste estudo para estimar percentis avaliação de estatura, peso e índice de massa corporal. Os dados brutos das Campinas populacionais foram processados com o software *Chart Maker LMS*, descartando aqueles com $4 \pm SD$. Esta metodologia segundo Kulaga et al, (2011) apresentam vantagens no tratamento de certos dados de construção referências de crescimento parciais: a) Em primeiro lugar, as extremidades centis pode ser estimada de forma mais eficaz, b) em segundo lugar, qualquer percentual necessária pode ser calculada, e o terceiro, c) cada observação pode ser convertido para o seu desvio padrão (z) com a fórmula:

$$Z = \frac{\left[\frac{\text{medición}}{M} \right]^L - 1}{LS} \quad L \neq 0, \quad Z = \log \frac{\left[\frac{\text{medición}}{M} \right]}{S} \quad \text{Si } L = 0$$

(L = Box-Cox poder, M = média, S = coeficiente de variação). Neste sentido, independentemente da metodologia utilizada para a construção de curvas de crescimento, De Onis (2009) considera que o seu valor ajuda a determinar a extensão em que as necessidades fisiológicas do crescimento e desenvolvimento estão sendo atendidas durante o importante período da infância, no entanto, para a construção de um padrão internacional de crescimento para crianças e adolescentes deve considerar alguns critérios básicos. Tais critérios são analisados por Butte et al (2007) em que destacam que, em 1995, o Comité de Especialistas da OMS considerou: critérios de selecção individual da população, desenho do estudo, tamanho da amostra, medidas e modelos estatísticos. Neste sentido, os valores de referência obtidos em nosso estudo, apresentam os critérios de inclusão e exclusão necessários, a seleção da amostra é probabilística (estratificada), reflete uma variância normal, a amostra avaliada corresponde ao ano de 2010, o estudo é transversal-descriptivo e

o modelo estatístico (LMS) justifica em grande parte a construção de um padrão regional para o crescimento físico de crianças e adolescentes em Campinas (Brasil).

Em geral, todos os padrões, sejam nacionais e/ou internacionais podem levar a um viés durante a avaliação de seus pacientes, uma vez que existem dentro das suas unidades de estudo diferenças étnicas, de idade, Pico de velocidade de crescimento, ambiente geográfico, entre outros aspectos, que limitariam a sua aplicabilidade em outras realidades. Na verdade, até onde se sabe, não existe um padrão ideal que atenda a todos os requisitos e muito menos que apresente validade universal externa. Neste sentido, apesar do estudo mostrar algumas vantagens mencionadas anteriormente, também é necessário ressaltar como possíveis limitações, a presença de sujeitos com descendência europeia, africana, asiática, e indígena, assim como, a não aplicação de indicadores de maturação biológica no desenho do estudo e à falta de estudos anteriores nesta região de Campinas. Tais variáveis intervinientes não foram possíveis de controlar durante o estudo, o que teria permitido uma melhor interpretação dos dados, portanto, se sugere analisar os resultados com cautela.

Em conclusão, as crianças de Campinas apresentam diferenças no peso, na estatura e no Índice de Massa Corporal em relação ao CDC (2012) e às mudanças seculares observadas no tamanho corporal durante os últimos 30 anos, sugere-se o uso de padrões regionais para avaliar a trajetória do crescimento físico de Campinas em estudos clínicos ou epidemiológicos.

REFERÊNCIAS

- Rosenbloom A. Fisiología del crecimiento. Ann Nestlé [Esp]. 2007; 65:99–110.
- Meredith HV. Toward a working concept of physical growth. Am J Orthodon Oral Surg. 1945;31:440-58.
- Bogin B. 1988. Standards of human Growth. Cambridge: Cambridge University Press; 1988.
- Ulijaszek SJ, Johnston FE, Preece MA. The Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development. Cambridge: Cambridge University Press; 2000.

- Lasker, G. W. 1994. The place of anthropometry in human biology. In Ulijaszek SJ & Mascie –Taylor CGN (Eds.) *Anthropometry: the Individual and the Population*. Cambridge: Cambridge University Press, pp.1-6
- Molinari L, Gasser T, Largo R. 2004. TW3 bone age: RUS/CB and gender differences of percentiles for score and score increments. *Ann Hum Biol* 31:421–435.
- De Onis M. 2009. Growth curves for school-age children and adolescents. *Ind Pediatr* 46:463–465.
- De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. 2007. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 85:660–667.
- Marcondes E. Normas para o diagnóstico e a classificação dos distúrbios do crescimento e da nutrição - última versão. *Pediatr (S. Paulo)* 4: 307-326, 1982.
- Brasil - Ministério da Saúde - Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição. Perfil de crescimento da população brasileira de 0 a 25 anos: pesquisa nacional sobre saúde e nutrição. Brasília: Ministério da Saúde, 1990.
- Victora CG, Araújo CL, de Onis M [homepage on the Internet]. Uma nova curva de crescimento para o século XXI. [cited 2008 Apr 4]. Available from:http://dtr2004.saude.gov.br/nutricao/documentos/nova_curva_cresc_sec_xxi.pdf
- WHO. 1995. Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, v.854. Geneva: World Health Organization.
- Silva S, Maia J, Claessens AL, Beunen G, Pan H. Growth references for Brazilian children and adolescents: Healthy growth in Cariri study. *Ann Hum Biol*, 2012; 39(1): 11–18
- Guedes DP, Guedes JERP. 2002. Crescimento, Composição Corporal e Desempenho Motor de Crianças e Adolescentes. São Paulo: CLR Balieiro.
- Guedes DP, JÁ, Matos Pires Lopes V, Ferreirinha JE, Silva AJ. (2010). Physical growth of schoolchildren from the Jequitinhonha Valley, Minas Gerais, Brazil: Comparison with the CDC-2000 reference using the LMS method.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (29 de novembro de 2010). Censo Populacional 2010.
- Ross y Marfell-Jones (1991). Kinanthropometry. In: J.D. MacDougall, H.A, Wenger, y H.J, Geen (Eds). Physiological testing of elite athlete. Pp, 223-308, London, Human Kinetics. 1991.
- Garrow, JS., Webster, J. (1985). Quetelet's index (WIH2) as a measure of fatness. *Int J Obes*, 9:147-53.6.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. 2000. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 320:1240–1243.
- Fryar CD, Gu Q, Ogden CL. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2007–2010. National Center for Health Statistics. *Vital Health Stat* 11(252). 2012.
- Pan H, Cole TJ. LMS Chartmaker. 2006. <http://www.healthforallchildren.co.uk>, accessed 11 march 2011.
- Fredriks, A.M., van Bruuen, S., van Heel, W.J.M., Dijkman-Neerincx, R.H.M., Verloove-Vanhorick, S.P., Wit, J.M., 2004. Nation-wide references for sitting height, leg length, and sitting height/height ratio, and their diagnostic values for disproportionate growth disorders. In: Fredriks, A.M. (Ed.), *Growth Diagrams 1997, Fourth Dutch Nation-wide Survey*. Leiden University, pp. 39–51.
- Chumlea, W.C., Sun, S., 2002. The assessment of human growth. In: Cameron, N. (Ed.), *Human Growth and Development*. Academic Press, St. Louis, pp. 349–362.
- Karasalihoglu, S., Oner, N., Ekuklu, G., Vatansever, U., Pala, O., 2003. Body mass percentiles among adolescent girls living in Edirne, Turkey. *Paediatrics Int.* 45 (4), 452–457.
- Fryar CD, Gu Q, Ogden CL. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2007–2010. National Center for Health Statistics, CDC. *Vital Health Stat* 11(252). 2012.

- Kuczmarski, R.J., Ogden, C.L., Grummer-Strawn, L.M., Flegal, K.M., Guo, S.S., Wei, R., Mei, Z., Curtin, L.R., Roche, A.F., Johnson, C.L., 2000. CDC growth charts United States. Advanced data. Vital Health Stat. 314.
- Orden AB, Torres MF, Castro L, Cesani MF, Luis MA, Quintero FA, Oyhenart EE. Physical growth in schoolchildren from Argentina: comparison with Argentinean and CDC/NCHs growth references. Am J Hum Biol 2009 May-Jun;21(3):312-8.
- Kułaga Z, Litwin M, Tkaczyk M, Palczewska I, Zajączkowska M, Zwolińska D, Krynicki T, Wasilewska A, Moczulska A, Morawiec-Knysak A, Barwicka K, Grajda A, Gurzkowska B, Napieralska E, Pan H. Polish 2010 growth references for school-aged children and adolescents. Eur J Pediatr (2011) 170:599–609
- Bogin B. 2001. The growth of humanity. New York, US: Wiley-Liss.
- Stinson S. 1985. Sex differences in environmental sensitivity during growth. Yearbk Phys Anthropol 28:123–147.
- Cossio-Bolaños MA, Santi-Maria T, Gomez-Campos R, Henrique P, Hespanhol J, Arruda M. The use of World Health Organization growth curves in children and adolescents that live in regions of moderate altitude. Rev. paul. pediatr.2012. vol.30 no.3, 314-320.
- Ozer BK. Growth reference centiles and secular changes in Turkish children and adolescents. *Economics and Human Biology*, 5 (2007) 280–301.
- Susanne, C., Bodzsar, E.B., 1998. Patterns of secular change of growth and development. In: Bodzsar, B.E., Susanne, C. (Eds.), *Secular Growth Changes In Europe*. Eotvos Univ. Press, Budapest, pp. 5–26.
- Bogin, B., 1999. *Patterns of Human Growth*. Cambridge University Press, Cambridge.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2011). Informe sobre Desarrollo Humano 2011. Sostenibilidad y equidad: Un mejor futuro para todos. Nueva York, Estados Unidos.
- Butte NF, Garza C, De Onis M. Evaluation of the Feasibility of International Growth Standards for School-Aged Children and Adolescents. *Children. J. Nutr.* 137: 153–157, 2007.

QUARTO ESTUDO

Predição da maturação somática a partir de variáveis antropométricas: validação e proposta de equações para escolares do Brasil.

Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil.

Predicting somatic maturation from anthropometric variables: validation and proposed equations to school in Brazil

Rossana Gomez Campos¹, Jefferson Eduardo Hespanhol², Daniel Portella³, Rodrigo Vargas Vitoria⁴, Miguel de Arruda¹ Marco Antonio Cossio-Bolaños¹

¹ *Facultad de Educación Física, Universidad Estatal de Campinas., Campinas, SP. Brasil*

² *Facultad de Educación Física de la Pontificia Universidad Católica de Campinas (PUC-Campinas), Campinas, SP, Brasil.*

³ *Facultad de Educación Física – Escuela de Salud, Universidad Municipal de San Cayetano del Sur /USCS.*

⁴ *Departamento de Ciencias de la Actividad Física. Universidad Católica del Maule.*

Autor responsable

Rossana Gómez Campos

Av. Erico Verissimo 701. Ciudad Universitaria

CEP. 13083-851. Campinas, SP. Brasil.

E-mail: rossanagomez_c@hotmail.com

Resumo

Introdução: A avaliação da maturação biológica é considerada essencial para a saúde, portanto pode-se utilizar diretamente para a interpretação clínica das doenças endócrinas, do estado de crescimento e da qualidade de vida.

Objetivo: Validar a técnica proposta por Mirwald et.al (2002) para avaliar a maturação e desenvolver uma equação transversal para calcular o Pico de velocidade de crescimento de crianças e adolescentes de escolas públicas da região urbana de Campinas, SP, Brasil.

Material e métodos: Foram selecionados de forma probabilística estratificada 914 homens e 839 mulheres, o que corresponde a 30% de um total de 5931 escolares de 8 a 16 anos de ambos os sexos de uma região urbana de Campinas, SP, Brasil. Avaliou-se a idade decimal e as variáveis antropométricas de peso, estatura e estatura tronco cefálica. Realizaram-se inter-relações peso/estatura e determinou-se o comprimento dos membros inferiores calculando a diferença entre a estatura tronco-cefálica e a estatura. Para validar a equação pelo critério (Mirwald et.al 2002) utilizou-se a validação cruzada interna quanto externa.

Resultados: Observaram-se valores altos de correlações entre a idade e as variáveis antropométricas, tanto em homens ($r=0,56-0,96$), quanto em mulheres ($r=0,57-0,98$). Na validação interna e externa não houve diferenças significativas ($p>0,05$) e verificou-se aceitável concordância entre o critério e as equações desenvolvidas para os escolares de ambos os sexos a um IC 95%.

Conclusões: Concluiu-se que as equações de regressão de Mirwald. et.al (2002) são válidas e podem ser aplicadas a escolares da região urbana de Campinas, SP (Brasil). As equações desenvolvidas neste estudo, podem ser mais uma alternativa para avaliar a maturação somática de forma transversal.

Palavras chave: Maturação, Pico de velocidade, escolares.

Resumen

Introducción: La valoración de la maduración biológica es considerada esencial para la salud, puesto que se puede utilizar directamente para la interpretación clínica de las enfermedades endócrinas, el estado de crecimiento y la calidad de vida.

Objetivo: Validar la técnica propuesta por Mirwald et.al (2002) para valorar la maduración y desarrollar una ecuación transversal para calcular el Pico de velocidad de Crecimiento de niños y adolescentes de escuelas públicas de la región urbana de Campinas, SP, Brasil.

Material y métodos: Fueron seleccionados de forma probabilística estratificada 914 chicos y 839 chicas, los que corresponden al 30% de un total de 5931 escolares de 8-16 años de ambos sexos de una región urbana de Campinas, SP, Brasil. Se evaluó la edad decimal y las variables antropométricas de peso, estatura y estatura sentada. Se realizaron las interrelaciones peso/estatura y se determinó la longitud de los miembros inferiores calculando la diferencia entre la estatura sentada y la estatura. Para validar la ecuación criterio (Mirwald et.al 2002) se utilizó la validación cruzada tanto interna y externa.

Resultados: Se observó altas correlaciones entre la edad y las variables antropométricas, tanto en chicos ($r=0,56-0,96$), como en chicas ($r=0,57-0,98$). En la validación interna y externa no hubo diferencias significativas ($p>0,05$) y se verificó aceptable concordancia entre el criterio y las ecuaciones desarrolladas para los chicos de ambos sexos a un IC 95%.

Conclusiones: Se concluye que las ecuaciones de regresión de Mirwald. et.al (2002) son validadas y pueden ser aplicadas a escolares de la región urbana de Campinas, SP (Brasil). Las ecuaciones desarrolladas en el estudio son una alternativa para evaluar la maduración somática de forma transversal.

Palabras clave: Maduración, Pico de velocidad, escolares.

Abstract

Introduction: The assessment of biological maturation is considered essential to health, because it can be used directly for the clinical interpretation of endocrine, growth status and quality of life.

Objective: To validate the proposed technique by Mirwald et al (2002) to assess the maturity and develop an equation to calculate the cross peak growth rate of children and adolescents from public schools in the urban region of Campinas, SP, Brazil.

Methods: We selected 914 stratified probability so boys and 839 girls, which correspond to 30% of a total of 5931 school children 8-16 years of both sexes of an urban region of Campinas, SP, Brazil. We evaluated the decimal age and anthropometric variables of height, weight and sitting height. Interrelationships were conducted weight / height and length was determined by calculating the lower the difference between the sitting height and stature. To validate the equation criterion (Mirwald et.al 2002) cross-validation was used both internally and externally.

Results: We observed high correlations between age and anthropometric variables in both boys ($r = 0.56$ to 0.96) and in girls ($r = 0.57$ to 0.98). The internal and external validation no significant difference ($p > 0.05$) and acceptable agreement was observed between the test and the equations developed for children of both sexes to a 95% IC.

Conclusions: We conclude that Mirwald et al (2002) regression equations are validated and can be applied to schools in the urban region of Campinas, SP (Brazil). The equations developed in the study are an alternative to assess somatic maturation across.

Keywords: Maturation, peak velocity, school.

Introducción

La maduración biológica es un proceso gradual en el tiempo, en el que se presentan sucesivas modificaciones cualitativas en la organización anatómica y fisiológica, a través del cual, se desencadena una gran movilización hormonal durante la pubertad hasta alcanzar el estado de madurez adulto. De hecho, durante la pubertad ocurre una gran cantidad de cambios biológicos como la maduración sexual, aumento de la estatura y peso, así como la finalización del crecimiento esquelético, aumento marcado de la masa ósea, cambios en la composición corporal (1) e incrementos en el rendimiento físico (2). Su valoración es considerada esencial para la salud, en particular en pediatría, puesto que la información recogida se puede utilizar directamente para la interpretación clínica de las enfermedades endócrinas y del estado de crecimiento (3), así como en la calidad de vida (4) y en la clasificación de los deportes juveniles para igualar la competencia, aumentar las posibilidades de éxito y reducir el riesgo de lesiones deportivas (5).

Clásicamente se distingue cuatro metodologías para valorar la maduración biológica, como la maduración dental, sexual, esquelética y somática. Estas metodologías a pesar de mostrar rigurosidad y confiabilidad en sus mediciones muestran limitaciones, como por ejemplo, el elevado costo que significa evaluar la maduración esquelética y la correspondiente interpretación de los resultados, la incomodidad para los niños y padres durante la valoración de la maduración sexual, así como el seguimiento a lo largo de varios años para determinar el Pico de velocidad de crecimiento (maduración somática) impiden su aplicación en el día a día y sobre todo, su aplicación a poblaciones escolares, donde generalmente se utiliza la edad cronológica como indicador de clasificación.

En efecto, la búsqueda del desarrollo de una metodología no-invasiva para la medición de la maduración biológica no es un tema nuevo (6,7). A este respecto, hace algunos años Mirwald et al (1) propusieron una técnica no-invasiva para la valoración de la maduración somática de forma transversal, basada en medidas antropométricas que permite predecir la proximidad y el alejamiento del PVC en años, el cual se interpreta en ocho niveles, desde -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2 y 3, donde el cero (0) significa el PVC. Esta técnica permite la valoración de la maduración en grandes poblaciones, así como

proporciona una referencia precisa del máximo crecimiento durante la adolescencia y ofrece un punto de referencia común de la aparición de los cambios de las dimensiones corporales. Por lo tanto, el desarrollo de dicha técnica en una población específica de niños y adolescentes no-deportistas y el uso y la aplicación por lo general en varios estudios internacionales en muestras de jóvenes deportistas (9,10) y en jóvenes Brasileños (11) permitió inferir su posible aplicación a poblaciones escolares no-deportistas de la región urbana de Campinas (Brasil). Esto en razón de que la predicción del ritmo de crecimiento a partir del PVC presenta un punto de referencia internacional para jóvenes de ambos sexos, siempre que se desarrollen en adecuadas condiciones nutricionales y medioambientales, inclusive consideramos que es necesario contar con un método no-invasivo y simple para estimar el PVC en escolares Brasileños para clasificar a los niños y adolescentes respecto a su propio ritmo de crecimiento. Desde esa perspectiva, el objetivo del presente estudio fue validar la técnica propuesta por Mirwald et al (1) para valorar la maduración y desarrollar una ecuación para calcular el PVC de niños y adolescentes de escuelas públicas de la región urbana de Campinas, SP, Brasil.

Material y métodos

Muestra

El estudio es de tipo descriptivo y de corte transversal. El universo estuvo conformado por 10 colegios que fueron seleccionados de forma aleatoria de un total de 44 colegios de las zonas Norte, sur, este, sureste y noreste de la región urbana de Campinas (Sao Paulo, Brasil). Los escolares se encontraban debidamente matriculados en los centros escolares del sistema de gestión integrada de la red Municipal de Campinas, los que constituyen un total de 5931 niños y adolescentes de 8 a 16 años de ambos sexos. La mayoría de los escolares evaluados son de origen étnico mixto por ejemplo: portuguesa, africana, asiático e indígena.

Para calcular el tamaño de la muestra se tomó la hipótesis más desfavorable (0,50), precisión de (0,05) para un intervalo de confianza de IC del 95% y el tamaño óptimo para un universo de 5931 sujetos (3038 chicos y 2793 chicas).

La muestra se obtuvo a través del muestreo estratificado determinado por afijación proporcional. La distribución de las unidades de estudio se hizo de acuerdo con el peso (tamaño) de la población en cada estrato (edad y sexo), en este sentido, a cada estrato le corresponde igual número de elementos muestrales. De este modo, y con base en lo anteriormente descrito se consideró dos centros educativos públicos por zona geográfica, permitiendo de esta forma una muestra representativa para el estudio.

Se incluyeron en el estudio a los escolares que se encontraban clínicamente sanos hasta la fecha de la evaluación y a los que autorizaron el consentimiento para la realización de las medidas antropométricas. Se excluyeron a los que presentaban trastornos psicomotores y físicos que imposibilitaban la realización de las mediciones antropométricas de forma adecuada.

Los padres y tutores de los niños firmaron una ficha de consentimiento, autorizando la evaluación de las medidas antropométricas, así como el proyecto contó con la aprobación del respectivo Comité Institucional de Ética en investigación.

Técnicas e instrumentos

La edad cronológica de los niños y adolescentes se determinó a nivel decimal, usando la fecha decimal del día de nacimiento y la fecha decimal del día de control. El periodo de la valoración de las medidas antropométrica fue de marzo a junio del 2011. Todas las variables antropométricas fueron medidas por un grupo de cinco antropomorfistas con certificación ISAK de nivel II. El error técnico de medida de las variables intra-observador fue inferior al 3%. Para la valoración de las medidas antropométricas se adoptó el protocolo estandarizado por la “international working group of kineanthropometry” descrita por Ross y Marfell-Jones (12).

Para determinar la masa corporal (kg) se evaluó descalzo y con la menor cantidad de ropa posible, utilizando una balanza digital con una precisión de (100g) de marca Tanita con una escala de (0 a 150 kg). Para determinar la estatura (cm), se evaluó a los sujetos ubicado en el plano de Frankfurt sin zapatos, utilizando un estadiómetro de aluminio graduada en milímetros de marca Seca, presentando una escala de (0-250cm). La estatura

tronco-cefálica (estatura sentada) se realizó utilizando un banco de madera con respaldo firme con 50cm de altura y una escala de medición de (0-150cm) y con precisión de 1mm.

La maduración somática fue determinada por la ecuación propuesta por Mirwald et al (1), permitiendo el cálculo del Pico de Velocidad de Crecimiento (PVC) de forma transversal. Este procedimiento implica la interacción entre las variables antropométricas de peso, estatura, estatura tronco cefálica y la edad. Esta técnica permite la clasificación en ocho niveles (-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3). El cero (0) significa el momento en que se presenta el PVC. La longitud de los miembros inferiores (LMI) se determinó calculando la diferencia entre la estatura sentada y la estatura. Las ecuaciones utilizadas son:

Chicos:

$$\text{PVC} = -9,232 + 0,0002708(\text{LMI} * \text{ETC}) - 0,001663(\text{E} * \text{LMI}) + 0,007216(\text{E} * \text{ETC}) + 0,02292 (\text{P}/\text{Est})$$

Chicas:

$$\text{PVC} = -9,37 + 0,0001882(\text{LMI} * \text{ETC}) + 0,0022(\text{E} * \text{LMI}) + 0,005841(\text{E} * \text{ETC}) - 0,002658(\text{E} * \text{P}) + (0,07693 * (\text{P}/\text{Est}))$$

Donde: LMI=Longitud de miembros inferiores, ETC=Estatura tronco-cefálica, E= Edad, P= Peso, Est= Estatura

Propuesta de ecuaciones

Para proponer las ecuaciones del PVC en la muestra de escolares del estudio se utilizaron (914 chicos y 839 chicas), además de las variables predictoras la edad decimal, peso, estatura, estatura sentada, longitud de los miembros inferiores y la relación peso/estatura. Se consideró como criterio el PVC obtenido por medio de la ecuación propuesta por Mirwald et al (1). A partir de este proceso se obtuvieron varios modelos matemáticos, de los cuales se eligió un modelo para cada sexo, básicamente las ecuaciones que mostraron altos valores de R^2 y bajos valores de error estándar de estimación (EEE).

Validación de ecuaciones

Se utilizó la validación cruzada tanto para la validez interna y externa. Para la validez interna se utilizó el 70% restante del universo (2125 chicos y 1954 chicas). A estos sujetos se les aplicó la ecuación del PVC propuesto por Mirwald et al (1) para cada sexo y las ecuaciones propuestas por el estudio; sin embargo, para la validez externa, se utilizó 378 niños y adolescentes de un centro escolar público de la red Municipal de Sao Caetano do Sul (Sao Paulo, Brasil) que presentan las mismas características socioeconómicas que los escolares de la Red Municipal de Campinas. Estos sujetos fueron seleccionados de forma intencional (no-probabilística). A este grupo se aplicó la ecuación de Mirwald et al (1) para calcular el PVC para ambos sexos (192 chicos y 186 chicas), así como las ecuaciones generadas en el estudio. De esa forma, se realizó la validación cruzada (interna y externa) de las dos ecuaciones producidas en el estudio, tanto para chicos como para chicas, respectivamente.

Análisis estadístico

Los resultados del estudio fueron analizados a través de la estadística descriptiva de media aritmética, desviación estándar y coeficiente de correlación de Pearson (r). se utilizó la inferencia estadística para el análisis de regresión lineal simple y múltiple StepWise con el objetivo de determinar el nivel predictivo del PVC y generar ecuaciones de predicción. Para comparar los valores medios del criterio y la ecuación predicha se utilizó el test de Student para muestras apareadas y la prueba de especificidad de Tukey ($p < 0,05$). La precisión se evaluó mediante los valores de R^2 y el Error Estándar de Estimador (EEE). La concordancia entre los valores del criterio y los valores de las ecuaciones predichas se analizaron mediante el plotaje de Bland, Altman (13). Todo el procesamiento estadístico se efectuó mediante el programa SPSS 16.0 y la distribución normal fue verificada a través de la prueba Kolmogorov Smirnov.

Resultados

Las variables de edad, peso, estatura, estatura tronco-cefálica, longitud de los miembros inferiores y la relación de peso/estatura por edad y sexo se observan en la tabla

1. En ambos sexos todas las variables aumentan con el transcurso de la edad. Se observa que el PVC en los chicos a los $14,84 \pm 0,73$ años y en las chicas fue a los $11,99 \pm 0,25$ años.

Tabla 1. Características antropométricas de los escolares utilizados para generar las ecuaciones del estudio.

Edad decimal		n	Peso (Kg)		Estatura (cm)		ETC (cm)		LMI (cm)		Peso/estatura (Kg/cm)		PVC	
X	DE		X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Chicos														
7,91	0,26	119	27,95	8,11	126,4	6,71	67,99	4,85	58,43	5,38	0,22	0,05	-5,04	0,39
9,01	0,25	158	34,83	7,91	136,6	4,56	72,22	2,64	64,38	3,44	0,25	0,05	-4,24	0,22
9,96	0,34	113	37,66	11,07	139,3	7,58	73,18	5,16	66,12	4,57	0,27	0,07	-3,75	0,51
10,87	0,28	88	40,02	9,28	144,1	5,06	74,87	2,84	69,21	3,67	0,28	0,06	-3,20	0,31
11,90	0,28	113	45,51	12,83	151,1	8,47	77,03	4,68	74,1	5,24	0,30	0,07	-2,53	0,53
12,89	0,28	117	49,78	13,23	155,7	8,70	79,83	4,88	75,89	5,23	0,32	0,08	-1,79	0,59
13,87	0,27	96	54,96	14,31	163	8,21	83,48	5,02	79,5	4,74	0,34	0,08	-0,91	0,64
14,84	0,30	58	64,43	18,06	169,7	7,50	87,06	4,15	82,64	4,84	0,38	0,10	0,01	0,61
15,96	0,33	26	60,82	11,13	167,1	9,70	86,87	4,27	80,2	6,68	0,36	0,05	0,54	0,61
16,88	0,23	25	68,73	10,36	177,7	7,96	92,00	4,9	85,71	4,05	0,39	0,05	1,71	0,72
Todos														
11,31	2,46	914	43,69	16	147,5	15,59	76,7	7,51	70,75	9,07	0,29	0,08	-2,74	1,81
Chicas														
7,96	0,28	122	27,58	7,47	126,4	6,98	66,9	4,32	59,46	5,00	0,22	0,05	-3,87	0,51
8,97	0,27	112	32,20	7,50	134,2	6,65	70,97	4,08	63,18	4,42	0,24	0,05	-2,77	0,56
9,93	0,32	99	35,94	8,87	139,9	7,16	73,44	4,03	66,49	4,40	0,26	0,05	-1,77	0,63
10,93	0,26	105	40,38	11,03	145,5	7,70	75,85	4,67	69,6	4,21	0,28	0,06	-0,66	0,80
11,99	0,25	127	46,64	11,25	153,4	7,43	79,80	4,32	73,62	4,47	0,30	0,06	0,77	0,80
12,92	0,27	103	50,83	13,45	156,6	6,32	81,82	4,05	75,62	8,31	0,32	0,08	1,80	0,99
13,98	0,3	106	52,20	9,74	159,3	6,86	83,47	3,93	75,82	4,96	0,33	0,06	2,93	0,76
14,82	0,22	44	56,69	11,69	161,2	6,21	83,92	3,46	77,24	4,60	0,35	0,07	3,88	0,78
15,92	0,25	21	56,17	9,12	162,4	4,80	85,60	2,74	76,81	5,10	0,35	0,05	4,91	0,58
Todas														
11,24	2,27	839	41,88	13,85	146,1	13,81	76,57	7,21	69,62	8,04	0,28	0,07	-0,19	2,67

Leyenda: ETC Altura Tronco-cefálica, LMI Longitud de miembros inferiores, PVC Pico de velocidad de Crecimiento.

Las correlaciones entre la edad, PVC y las variables antropométricas se observan en la tabla 2. Todas las correlaciones son significativas ($p < 0,05$) en ambos sexos. Los valores oscilan en los chicos entre (0,56-0,98) y en las chicas de (0,54-0,97), respectivamente.

Tabla 2. Correlación entre la edad, variables antropométricas y el Pico de velocidad de crecimiento (PVC).

		Chicas (n=839)						
		Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	ETC (cm)	LMI (cm)	Peso/Estatura (cm)	PVC (años)
Chicos (n=914)	Edad (años)	----	0,68	0,85	0,81	0,74	0,57	0,97
	Peso (kg)	0,69	----	0,80	0,80	0,66	0,98	0,82
	Estatura (cm)	0,88	0,81	----	0,93	0,89	0,68	0,93
	ATC (cm)	0,81	0,82	0,93	----	0,74	0,70	0,90
	LMI (cm)	0,85	0,71	0,95	0,77	----	0,54	0,77
	Peso/Estatura (kg/cm)	0,56	0,98	0,67	0,71	0,57	----	0,71
	PVC (años)	0,96	0,78	0,94	0,93	0,85	0,65	----

Leyenda: ATC: estatura tronco cefálica, LMI: Longitud de miembros inferiores, PVC: Pico de velocidad de Crecimiento.

Las ecuaciones generadas para determinar el PVC de forma transversal se observan en la tabla 3. Ambas ecuaciones (chicos y chicas) muestran altos valores de correlación y consecuentemente 99% de poder de explicación.

Tabla 3. Ecuaciones para estimar el Pico de velocidad de Crecimiento (años) para escolares de ambos sexos.

Variable Dependiente	Ecuaciones de Regresión	N	Sexo	r	R ²	EEE	p
PVC (años)	PVC= -12,8+(0,444*Edad)+(0,0746*Peso)+(0,084*Estatura)-(0,103*LMI)-(11,6*peso/Estatura)	914	M	0,99	0,99	0,09	0,0001
PVC (años)	PVC= -12,5+(0,732*Edad)+(0,168*Peso)+(0,0442*Estatura)-(0,052*LMI)-(20,6*Peso/Estatura)	839	F	0,99	0,99	0,13	0,0001

Leyenda: PVC Pico de Velocidad de crecimiento (años), M masculino, F Femenino.

En la tabla 4 se observa las variables antropométricas de los escolares que se utilizaron para validar las ecuaciones de forma interna y externa. Ambos grupos no muestran diferencias significativas en todas las variables antropométricas, tanto en chicos como en chicas.

Tabla 4. Características antropométricas de los escolares utilizados para validar las ecuaciones generadas en el estudio.

	N	Validez interna				Validez externa			
		Chicos		Chicas		Chicos		Chicas	
		2125		1954		192		186	
Edad decimal (años)		11,91	2,41	11,63	2,28	12,08	2,33	11,81	2,25
Peso (Kg)		46,27	15,73	44,10	13,88	47,31	13,01	44,52	12,92
Estatura (cm)		151,28	15,01	148,35	12,89	153,02	14,75	149,95	10,72
ETC (cm)		78,67	7,32	77,76	6,82	80,17	6,93	79,12	6,16
LMI (cm)		72,61	8,71	70,59	7,35	72,84	10,27	70,83	7,13
PVC (años)		-2,28	1,81	0,29	2,66	-2,07	1,69	0,53	2,55
Peso/estatura (Kg/cm)		0,30	0,08	0,29	0,07	0,31	0,06	0,29	0,07

Leyenda: ETC Estatura Tronco-cefálica, LMI Longitud de miembros inferiores, PVC Pico de velocidad de Crecimiento, n.s ($p>0,05$).

Para la validación interna se utilizó el 70% de la población, a los cuales se les calculó el PVC por el criterio (ecuación de Mirwald et al 2002) y la ecuación propuesta por el estudio. La edad en años (PVC) y la edad decimal se observa en la tabla 5. No se encontró diferencias significativas entre ambas ecuaciones de predicción ($p>0,05$) en todas las edades, tanto en chicos, como en chicas. Se determinó que el PVC de los chicos se presentó a los $14,69\pm0,71$ años por el criterio y a los $14,76\pm0,72$ años por la ecuación del estudio. Sin embargo, en las chicas por el criterio a los $11,99\pm0,25$ años y por la ecuación del estudio a los $11,45\pm0,62$ años, respectivamente. La figura 1 ilustra la alta concordancia entre los valores del criterio y las dos ecuaciones (chicos y chicas) propuestas para la validación interna.

Tabla 5. Relación entre el PVC (años) y la edad decimal de los escolares utilizados para la validez interna.

PVC (años)	Ecuación (criterio)			Ecuación (estudio)			
	Edad decimal			Edad decimal			
	n	X	DE	N	X	DE	P
Chicos (n=2125)							
-6	5	7,81	0,25	5	7,81	0,25	0,999
-5	237	8,39	0,48	234	8,38	0,48	0,8213
-4	522	9,90	0,73	513	9,88	0,71	0,6552
-3	410	11,43	0,77	408	11,38	0,73	0,9895
-2	333	12,83	0,73	339	12,81	0,77	0,7299
-1	237	13,83	0,68	278	13,87	0,73	0,5228
0	212	14,69	0,71	178	14,76	0,72	0,3359
1	106	15,96	0,76	117	16,02	0,82	0,5727
2	43	16,69	0,50	53	16,8	0,42	0,2443
3	20	17,09	0,25	--	--	--	--
Chicas (n=1954)							
-5	10	7,74	0,22	10	7,74	0,22	0,999
-4	173	8,19	0,4	166	8,15	0,36	0,3345
-3	234	9,04	0,49	227	9,01	0,47	0,5029
-2	255	9,86	0,56	247	9,78	0,51	0,0952
-1	211	10,86	0,55	205	10,79	0,54	0,1911
0	170	11,56	0,67	176	11,45	0,62	0,1137
1	200	12,36	0,66	197	12,34	0,64	0,7594
2	228	13,18	0,67	246	13,1	0,76	0,2262
3	220	14,00	0,63	221	14,00	0,66	0,999
4	158	14,77	0,74	164	14,70	0,84	0,4287
5	65	15,19	0,79	74	15,21	0,88	0,8887
6	30	15,59	0,65	21	15,47	0,70	0,5325

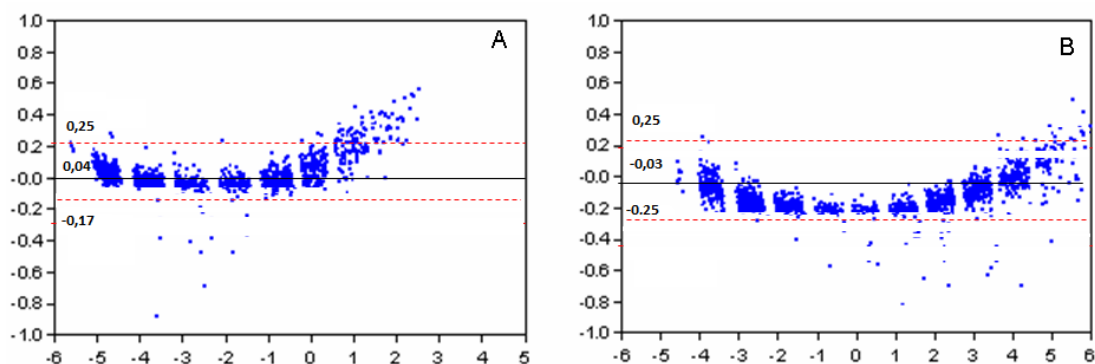


Gráfico 1. Concordancia de Bland y Altman entre los valores del criterio y la ecuación propuesta para la validación interna, para hombres (A) y para mujeres (B).

Para la validación externa se utilizó 378 escolares de otra región geográfica, diferente a la de la población estudiada. A este grupo se aplicó la ecuación criterio (1) para calcular el PVC (años) y la ecuación desarrollada en el estudio. Los valores de la edad en años (PVC) y la edad decimal se pueden observar en la tabla 6. En todas las edades decimales no se observó diferencias significativas entre ambas ecuaciones de predicción ($p > 0,05$), tanto en chicos, como en chicas. El PVC de los chicos por medio de la ecuación (criterio) se presentó a los $14,80 \pm 0,66$ años y a los $14,88 \pm 0,66$ años por medio de la ecuación del estudio. En el caso de las chicas, el PVC por la ecuación (criterio) y por la ecuación del estudio se presentó a los $11,41 \pm 0,26$ años, respectivamente. La alta concordancia observada entre ambos procedimientos se ilustra en la figura 2.

Tabla 6. Relación entre el PVC (años) y la edad decimal de los escolares utilizados para la validez externa.

PVC (años)	Ecuación (criterio)			Ecuación (estudio)			p
	Edad decimal			Edad decimal			
	n	X	DE	n	X	DE	
Chicos (n=192)							
-4	57	9,29	0,75	57	9,30	0,75	0,9717
-3	35	11,30	0,96	31	11,37	0,57	0,7242
-2	28	12,68	0,73	32	12,44	1,24	0,3799
-1	30	13,53	0,89	31	13,56	0,89	0,9061
0	22	14,80	0,66	25	14,88	0,66	0,6699
1	18	15,38	0,41	16	15,44	0,37	0,6381
2	2	15,66	0,00	--	--	--	--
Chicas (n=186)							
-3	27	8,93	0,42	24	8,89	0,42	0,7357
-2	30	9,67	0,67	32	9,61	0,64	0,7196
-1	23	10,08	1,90	23	10,45	0,67	0,3825
0	14	11,41	0,26	13	11,41	0,26	0,9227
1	24	12,26	0,59	22	12,06	0,50	0,2236
2	18	13,03	0,51	22	13,02	0,51	0,9511
3	18	14,25	1,00	19	14,26	0,97	0,9755
4	22	14,81	0,76	24	14,93	0,78	0,6004
5	7	15,31	0,57	4	15,07	0,66	0,8794
6	3	15,92	0,00	3	15,92	0,00	0,9999

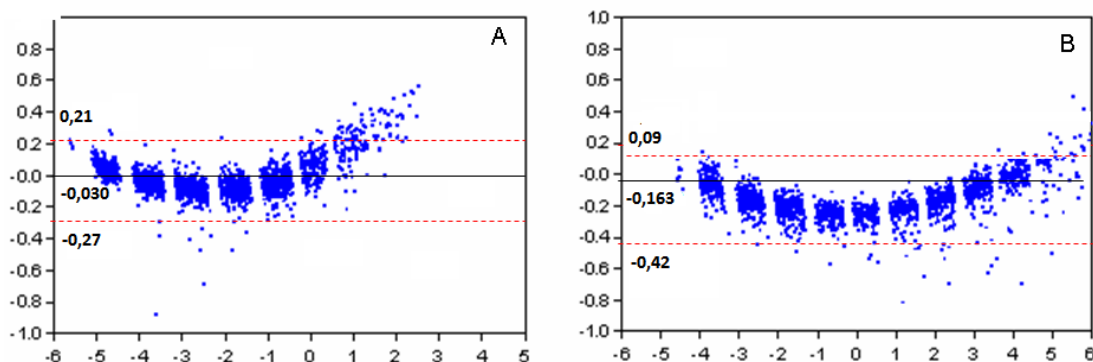


Gráfico 2. Concordancia de Bland y Altman entre los valores del criterio y la ecuación propuesta para la validación externa, para hombres (A) y para mujeres (B) <.

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio, permiten destacar elevadas correlaciones entre la edad decimal y las variables antropométricas de peso, estatura, estatura sentada, longitud de miembros inferiores y la relación peso/estatura en escolares de ambos sexos (0,54-0,98). Evidentemente esto significa que tales variables son excelentes predictores del PVC y consecuentemente pueden ser utilizados para predecir el máximo crecimiento durante la adolescencia de forma transversal. Las variables antropométricas consideradas en el estudio evidencian alta reproductibilidad intra-evaluador ($r=0,96-0,98$) y un error técnico de medida inferior al 2%, similar a algunos estudios (14). De hecho, es necesario aplicar protocolos correctos para la evaluación de las medidas antropométricas, de tal forma que garantice una adecuada predicción del PVC. Este procedimiento es importante, ya que Goto, Mascie-Taylor (15) consideran que el control de calidad de la participación de reducción de errores de medición es un requisito previo al aumento de la precisión y la mejor interpretación de los resultados.

Por otro lado, el estudio permitió demostrar que la ecuación propuesta por Mirwald et al (1) es válida para la muestra de escolares de la región urbana de Campinas, SP (Brasil), dado que durante el proceso de validación interna y externa no se verificó diferencias significativas en todos los intervalos de años de PVC y en ambos sexos. A su

vez, los plotajes de Bland y Altman muestran alta concordancia entre el criterio y las ecuaciones desarrolladas en el estudio. De esta forma, ambas ecuaciones (para chicos y chicas) son fiables, ya que el R^2 ajustado evidencia una capacidad de explicación del 99%. Aunque existen algunos factores que podrían influir sobre la predicción de los resultados, como por ejemplo, la tendencia secular, puesto que la base de datos utilizados en el estudio considerado como criterio (1) fue de la década del sesenta, setenta y noventa, inclusive el estado nutricional tiene un importante efecto modulador en el desarrollo biológico (16), lo que origina que la obesidad y el sobrepeso estén asociados al inicio precoz de la maduración sexual (17) y la desnutrición con la pubertad tardía (18). Por lo tanto, a pesar de llevar un adecuado control de calidad en la medición de las variables antropométricas, el desarrollo de las ecuaciones en el estudio siempre presentarían sesgo, como consecuencia de la falta de uso de un criterio oro. Esto significa valorar a la muestra del estudio por un periodo de 6-8 años a través de un estudio longitudinal con una o dos evaluaciones por año.

En general, el momento y la magnitud del PVC son muy variables entre los adolescentes, se sabe por ejemplo que el PVC de la estatura total durante la pubertad se suele presentar entre los 10-14 años en el 95% de las chicas y entre los 12-16 años en el 95% de los chicos (19). En este sentido, la literatura internacional considera que generalmente se presenta a los 12 años en las chicas y a los 14 en los chicos (20,21). Estos valores referenciales de alguna forma coinciden con nuestros resultados, a pesar de presentar ligera superioridad en los chicos, tanto en la validación interna y externa (14,69 a 14,88 años) y en las chicas entre 11,40 a 11,56 años respectivamente. En Brasil los estudios de crecimiento con diseños longitudinales son escasos, lo que limita la contrastación de nuestros resultados, sin embargo, hace más de 19 años, Duarte (22) estudiando a niños de Ilhabela, Sao Paulo, Brasil por un periodo de 5,53 años con 2 evaluaciones por año, verificó el PVC en las chicas a los 11,55 años y en los chicos a los 13,99 años. Evidentemente, estos hallazgos (longitudinales) apoyan los resultados del presente estudio y permiten confirmar el uso y aplicación de la técnica no-invasiva propuesta por Mirwald et al (1) en escolares de zonas urbanas de Campinas (Brasil), así como la posibilidad de aplicación de las ecuaciones generadas en el estudio, ya que muestran alto poder predictivo, bajos valores de error de estimación y los procedimientos de cálculos son simples.

En general, la búsqueda de nuevos indicadores para la valoración de la maduración biológica continúa. De hecho, los estudios transversales y más aún los estudios longitudinales podrían contribuir al desarrollo de nuevos métodos de valoración, puesto que todos los estudios que abarcan adolescentes en sus muestras, necesitan de algún tipo de técnica para controlar los efectos de confusión de la maduración biológica. En este sentido, históricamente los indicadores de tamaño del cuerpo en general, han sido ampliamente utilizados con la edad y el sexo para identificar el desarrollo de los niños (23) y adolescentes.

Una de las principales limitaciones del estudio podría estar ligada al tipo de investigación (transversal), puesto que carecen de validez interna, sin embargo, muestran mayor validez externa por tratarse de estudios que abarcan grandes muestras. Aunque en el estudio se controló ambos requisitos con la intención de generalizar los resultados, a su vez, la selección de la muestra de tipo probabilística y la validación interna y externa apoyan los resultados alcanzados. Se sugiere para futuros estudios comparar la técnica de Mirwald et al (1) con otros métodos populares como la maduración ósea, sexual y maduración somática a través de observación longitudinal y aplicar a diversos grupos étnicos y grupos de deportistas y no-deportistas, respectivamente.

Conclusión

Se concluye que las ecuaciones de regresión de Mirwald et.al (1) son válidas y pueden ser aplicadas a escolares de la región urbana de Campinas SP (Brasil). Las ecuaciones desarrolladas en el estudio son una alternativa para valorar la maduración somática de forma transversal y contribuiría al control de la maduración biológica en estudios que utilicen niños y adolescentes.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la beca concedida por la CAPES, Brasil.

Bibliografía

1. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2002; 34:689-694
2. Stang J, Story M. Adolescent Growth and development. Stang J, Story M (eds) *Guidelines for Adolescent Nutrition Services*. 2005.
3. Carvalho H, Coelho-Silva M, Goncalves C, Philippaerts R, Castagna C, Malina R. Age-related variation of anaerobic power after controlling for size and maturation in adolescent basketball players. *Annals of Human Biology*. 2011; 38(6):721–727
4. Sun SS, Schubert CM, Chumlea WC, Roche AF, Kulin HE, Lee PA, Himes JH, Ryan AS. National estimates of the timing of sexual maturation and racial differences among US children. *Pediatrics*. 2002; 110:911–919.
5. Cumming S, Gillison F, Sherar L. Biological maturation as a confounding factor in the relation between chronological age and health-related quality of life in adolescent females. *Quality of Life Research* 2011; Volume 20, Number 2, pp. 237-242(6).
6. Baxter-Jones ADG. Growth and development of young athlete: should competition levels be age related?. *Sport Med* 1995; 20: 59-64.
7. Beunen GP, Malina R, Lefevre J, Claessens AL, Renson R, Simons J. prediction of adult stature and noninvasive assessment of biological maturation. *Med. Sci Sports Exerc* 1997; 29, 225-230, 1997.
8. Sherar LB, Baxter-Jones AG, Faulkner RA, Russell KW. Do physical maturity and birth date predict talent in male youth ice hockey players?. *Journal of Sports Sciences*. 2007; 25(8): 879 – 886.
9. Farr JN, Blew RM, Lee VR, Lohman TG, Going SB. Associations of physical activity duration, frequency, and load with volumetric BMD, geometry, and bone strength in young girls. *Osteoporos Int*. 2011 May;22(5):1419-30.
10. Mohamed H, Vaeyens R, Matthys S, Multaet M, Lefevre J, Lenoir M, Philippaerts R. Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection

- and identification model in youth handball. *Journal of Sports Sciences*. 2009; 27(3): 257–266.
11. Machado D, Botta Bonfim M, Trevizan Costa L. Pico de velocidade de crescimento como alternativa para classificação maturacional associada ao desempenho motor. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2009; 11(1):14-21
 12. Ross W.D, Marfell-Jones M.J. Kinanthropometry. In: J.D. MacDougall, H.A, Wenger, y H.J, Geen (Eds). *Physiological testing of elite athlete*. London, Human Kinetics. 1991; 223-308,
 13. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods for clinical measurement. *Lancet* 1986;8:307-10.
 14. Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Moyano A, Moreno GE, Pino LM, Lancho Alonso JL. Composición corporal de jóvenes universitarios en relación a la salud. *Nutr. clín. diet. hosp.* 2011; 31(3):15-21.
 15. Goto R, Mascie-Taylor NCG. 2007. Precision of measurement as a component of human variation. *J Physiol Anthropol* 26:253–256.
 16. Rogol A, Clark P, Roemmich J. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(suppl):521S–8S. Printed in USA. 2000 American Society for Clinical Nutrition.
 17. Freedman DS, Khan LK, Serdula MK, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of menarcheal age to obesity in childhood and adulthood: the Bogalusa Heart Study. *BMC.* 2003; *Pediatr* 3:3.
 18. Simondon KB, Simondon F, Simon I, Diallo A, Benefice E, Traissac P, Maire B. Preschool stunting, age at menarche and adolescent height: a longitudinal study in rural Senegal. *Eur J Clin Nutr.* 1998; 52:412–418.
 19. Busscher I, Kingma I, Bruin R, Wapstra HF, Verkerke GJ, Veldhuizen AG. Predicting the peak growth velocity in the individual child: validation of a new growth model. *Eur Spine J.* 2012; 21(1): 71–76.
 20. Sempé M, Pedron G, Roy-Pernot MP. *Auxologie, méthode et séquences*. Paris, Théraplix, 1979.

21. Eveleth PB, Tanner JM. Worldwide Variation in Human Growth. Cambridge 1990: Cambridge University Press
22. Duarte MF. Longitudinal study of pubertal peak height velocity and related morphological and functional components in Brazilian children. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Kinesiology in the Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Champaign.1993.
23. Jürimäe J, Jürimäe J. Growth, physical activity, and motor development in prepubertal children. CRC Press, Boca Raton London New York Washington, D.C, 2000.

5. CONCLUSÃO

5.1. Em relação à revisão de literatura

- a) Os fatores intrínsecos, meio-ambientais e a interação entre ambos, podem afetar o normal crescimento físico de crianças e adolescentes, pelo que, são uma possibilidade para investigar em diversas populações do mundo. Os diferentes tipos de estudos permitem diagnosticar, classificar e monitorar o crescimento físico em relação ao tempo (transversal e longitudinal) e retrospeção (ex-pôst-facto); apresentando-se a possibilidade para que pesquisadores e/ou instituições privadas e públicas possam promover pesquisas e executar políticas públicas nesta área em particular.
- b) Os estudos com crianças e adolescentes necessitam de um controle e acompanhamento para que a avaliação da maturação, independentemente do tipo de metodologia, permita não confundir seus efeitos. Desta forma, entre os diferentes indicadores existentes para sua avaliação, a maturação esquelética é mais útil, no entanto, considera-se que a predição do PVC é um método não-invasivo, confiável, de baixo custo, de fácil aplicação e permite avaliar a grandes grupos populacionais.

5.2. Em relação aos resultados obtidos

- c) As crianças e adolescentes de Campinas apresentam diferenças no peso, estatura e no Índice de Massa Corporal em relação ao CDC (2012), sendo que as mudanças seculares observadas no tamanho corporal, sugerem o uso de padrões regionais para avaliar a trajetória do crescimento físico através de estudos clínicos ou epidemiológicos.
- d) O modelo matemático de Mirwald et.al (2002) é válido e pode ser aplicado a escolares da região urbana de Campinas, SP (Brasil), assim como também as equações desenvolvidas no estudo são uma alternativa para valorar a maturação somática de forma transversal e contribuir ao controle da maturação biológica em estudos com crianças e adolescentes.

CONSIDERACOES GERAIS SOBRE OS TRABALHOS DESENVOLVIDOS

Durante a fase do crescimento e envolvimento destaca-se a importância do controle e acompanhamento dos parâmetros relacionados à saúde das crianças e adolescentes. Nesse sentido, o crescimento físico e a maturação biológica são variáveis relevantes que devem ser consideradas no dia a dia, pois possibilitam informação relevante não somente na clínica, como também, na escola, nos programas de iniciação esportiva e de atividade física e saúde.

De fato, ao longo do processo de crescimento e desenvolvimento, em especial, durante a primeira infância observa-se a existência de uma grande variabilidade individual nos padrões de desenvolvimento físico, já na adolescência é muito mais evidente, devido às mudanças bruscas que ocorrem no desenvolvimento físico, cognitivo e psicossocial (Vaughan & Lift, 1992). Portanto, é necessário ter critérios de acordo com a população para avaliar adequadamente se os níveis de desenvolvimento dos jovens estão dentro das expectativas para idade, e também estimar o seu estado de maturidade biológica. Para este fim, no presente estudo foram utilizadas variáveis antropométricas, tais como o peso, estatura, estatura tronco-cefálica e equação de regressão de Mirwald et.al. (2002) para estimar a maturação somática por meio do PVC.

Nesse sentido, a metodologia utilizada nos trabalhos apresentados pretende criar referências e/ou antecedentes relacionados ao crescimento e à maturação somática de escolares de Campinas. Desta forma, o presente estudo fornece as seguintes possibilidades: 1) avaliação do crescimento físico através de curvas referenciais para a população urbana de Campinas, SP, e 2) o análises de validade da equação de regressão de Mirwald et.al. (2002) para a predição de maturação somática em escolares de Campinas.

No estudo destaca-se a falta de controle de algumas variáveis relacionadas, como por exemplo, como o grau de atividade física, os hábitos alimentares e a realização de um tipo de pesquisa transversal, os quais poderiam considerar como desvantagens nos resultados obtidos. No entanto, a quantidade de dados e o tipo de seleção da amostra utilizada, são potencialidades que podem ser resgatadas e interpretadas do ponto de vista da validade externa, porque apresentam grandes possibilidades de generalização dos resultados para outros grupos com similares características. Portanto, sugerem-se realizar estudos longitudinais com o intuito de verificar o pico de velocidade de crescimento e desenvolver curvas de crescimento físico em relação à maturação somática.

REFERENCIAS

AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION/AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION.
Targets for adolescents health: Nutrition and physical Fitness. Chicago: American Medical Association, 1991.

ANJOS, A.A. Índices Antropométricos e Estado Nutricional de escolares de baixa renda de um Município do Estado do Rio de Janeiro (Brasil): Um Estudo Piloto. **Revista de Saúde Pública** São Paulo, v.23, n.3, p.221-9, jun.1989. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v23n3/06.pdf>>. Acesso em: 15 jan 2012.

BERGMANN, G .et al. Pico de velocidade em estatura, massa corporal e gordura subcutânea de meninos e meninas dos 10 aos 14 anos de idade. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v.9, n.4, p.333-338, Oct/Dez.2007. Disponível em
<<http://www.rbcdh.ufsc.br/MostraEdicao.do;jsessionid=866A550E081A3EA591493A5A96DBF3A9?edicao=33>>. Acesso em: 15 jan 2012.

BERGMANN, G.G. et al. Crescimento somático de crianças e adolescentes brasileiros. **Revista Brasileira de Saúde Materna Infantil**, v.9, n.1, p.85-93, jan/mar.2009.

BEUNEN, G.P. Biologic age in pediatric exercise research. In: **Advances in Pediatric Sport Sciences**, v.3, p.1-39. Bar-Or O Editor. Champaign, IL: Human Kinetics, 1989.

BLAND, J.M.; ALTMAN, D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods for clinical measurement. **Lancet**, v.8, n.1, p.307-10, fev.1986. Disponível em:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2868172>. Acesso em: 15 jan 2012.

BUTTE, N.F.; GARZA, C.; ONIS, M. Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents. **Food and Nutrition Bulletin**, v.27, S.5, p.160-174, dez.2006. Disponível em:
<<http://nsinf.publisher.ingentaconnect.com/content/nsinf/fnb/2006/00000027/A00504s5/art00001>>. Acesso em: 15 jan 2012.

CARVALHO, H. et al. Age-related variation of anaerobic power after controlling for size and maturation in adolescent basketball players. **Annals of Human Biology**, v.38, n.6, p.721-27, nov.2011. Disponível em: < <http://pt.scribd.com/doc/129835128/NUTRICION-32-3>>. Acesso em: 15 jan 2012.

CHAILLET, N.; WILLEMS, G.; DEMIRJIAN, A. Dental Maturation in Belgian children using demirjian's method and polynomial functions: new standar curves for forensic and clinical use. **Journal Forensic Odontostomatol**, v.22, n.2, p.18-27, dez.2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16223016>>. Acesso em: 13 mai 2011.

CONDE, W.L.; MONTEIRO, CA. Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. **Journal de Pediatr** (Rio Janeiro), v.82, n.4, p. 266-72, jul/agost.2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jped/v82n4/v82n4a07>>. Acesso: 21 fev 2011.

COLE, T.J. et al. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. **British Medical Journal**, v.4, n.321, p.1240-43, nov.2000. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1118919/>. Acesso em: 12 jan 2011.

COSSIO-BOLAÑOS, MA. et al. Efectos de la altitud sobre el crecimiento físico en niños y adolescentes. **Rev Andal Med Deporte**, v.4, n.2, p.71-6, jun.2011. Disponível em: <http://zl.elsevier.es/es/revista/revista-andaluza-medicina-deporte-284/estudio-crecimiento-fisico-escolares-moderada-altitud-usando-90204083-originales-2013>, Acesso em: 21 nov 2011.

CUMMING, S.; GILLISON, F.; SHERAR, L. Biological maturation as a confounding factor in the relation between chronological age and health-related quality of life in adolescent females. **Quality of Life Research**, v.20, n.2, p. 237-242, mar.2011. Disponível em: <10.1007/s11136-010-9743-0>. Acesso em: 15 mai 2012.

DANKHE, G.L. Investigación y comunicación. In: Hernandez R, Fernandez C, Batista P. **Metodología de la investigación**, McGraw-Hill Interamericana, 1997. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/psicologavanessasoto/7634563-hernandezsamplermetodologiadelainvestigacion>>. Acesso em: 8 mai 2011.

DEMIRJIAN, A.; GOLDSTEIN, H.; TANNER, J.M. A new sistem of dental age assesment. **Hum Biol**, v.45, n.2, p.211-27, mai.1973. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4714564>. Acesso: jun 2012.

DE ONIS, M. et al. J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bull World Health Organ**, v.85 p. 660-667, 2007. Disponível em: http://www.who.int/growthref/growthref_who_bull/en/. Acesso em: 26 jan 2012.

DIMEGLIO, A. Growth in Pediatric Orthopaedics. **Journal Pediatr Orthop**, v.21. n.4, p.549-55, jul/agost.2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11433174>>. Acesso em: jul 2011.

FARR, JN. et al. Associations of physical activity duration, frequency, and load with volumetric BMD, geometry, and bone strength in young girls. **Osteoporos Int**, v.22, n.5, p. 1419-30, mai 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20694457>>. Acesso em: 05 jul 2012.

FRYAR, C.D.; GU, Q.; OGDEN, C.L. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2007–2010. **National Center for Health Statistics. Vital Health Stat**, v.11, n.252, p.1-40, 2012. Disponível em: <http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_11/sr11_252.pdf>. Acesso em: 11 nov 2012.

GREULICH, W.W.; PYLE, S.I. **Radiographic atlas of skeletal development of hand wrist**. 2. ed. Stanford, CA: Stanford University Press, 1971.

HAMILL, P.V. et al. Physical growth: National for Health Statistic Percentiles. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.32, n.3, p.607-29, mar. 1979. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/420153>>. Acesso em: nov 2011.

HAMILL, P.V.V. et al. Growth curves for children birth – 18 years. **Vital and Health stastics**. Dhew publish; series v.11, n.165, p.1-74, 1977. Disponível em: <<http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA433981>>. Acesso em: 18 mai 2011.

HERNANDEZ, M. et al. A new method for assessment of skeletal maturity in the first 2 years of life. **Pediatr Radiol**, v.18, n.6, p.489-9, nov.1988. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00974086#page-1>>. Acesso: mai 2012.

HIMES, J.H. Applications of maturational variables in public health and epidemiology. In: Gilli G, Schell L, Benso L, eds. **Human growth from conception to maturity**. London: Smith-Gordon, 2002. p.107–12.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Populacional 2010** 29 de novembro de 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>>. Acesso em: mai 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição. **Perfil de crescimento da população brasileira de 0 a 25 anos**: pesquisa nacional sobre saúde e nutrição. Brasília: MS, 1990. Disponível em: <http://dab.saude.gov.br/portaldab/ape_vigilancia_alimentar.php?conteudo=pnsn>. Acesso em: 05 mai 2011.

KELLY, AM. et al. Growth of Pakistani children in relation to the 990 growth Standards. **Archives of Disease in Childhood**, v.77. n.5, p. 401-405, nov.1997. Disponível em: <<http://adc.bmj.com/content/77/5/401.full.pdf+html>>. Acesso em: 05 mar 2011.

KUCZMARSKI, R.J. et al. CDC growth charts United States. Advanced data. **Vital Health Stat**, n.246, 2000, p.1-90. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12043359>>. Acesso em: 23 mai 2012.

LANGE, K.O.; BROZEK, J. A new model of skinfold caliper. **American Journal Physiologic Anthropology**, v.19, p.98-9, 1961.

LÓPEZ-BLANCO, M; LANDAETA-JIMENEZ, M. Evaluación del crecimiento. En: LÓPEZ-BLANCO, M.; LANDAETA-JIMENEZ, M. (Org) **Manuel de crecimiento y desarrollo**. SVPP. Caracas: Laboratorio Serono, Fundacredesa, 1991. p.1-8

MACHADO, D.; BOTTA-BONFIM, M.; TREVIZAN-COSTA, L. Pico de velocidade de crescimento como alternativa para classificação maturacional associada ao desempenho motor. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano**, v.11, n.1, p.14-21, jan/fev. 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/view/1980-0037.2009v11n1p14/16458>>. Acesso em: 23 mai 2012.

MALINA, R.M. Growth and maturation: do regular physical activity and training for sport have a significant influence. In: ARMSTRONG, N.; VAN MECHELEN, W. (Org). **Paediatric Exercise Science and medicine**. Oxford University Press, 2000. P.95-106.

MALINA, RM, Bouchard C. **Growth, Maturation and Physical activity**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1991. p.501-502.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. **Atividade Física do Atleta Jovem**: do Crescimento a Maturação. Ed. Roca. São Paulo, SP, 2002.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Growth maturation and physical activity**, 2. ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.

MARCONDES, E. **Desenvolvimento da criança: Desenvolvimento biológico**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Pediatria, 1994.

MARQUES, R.M. et al. **Crescimento e desenvolvimento pubertário em crianças e adolescentes brasileiros: II – Altura e Peso**. São Paulo: Editora Brasileira de Ciência Ltda, 1982.

MATSUDO, V.K.R.; MATSUDO, S.M.M. Avaliação e prescrição da atividade na criança. **Revista de associação dos profissionais de Educação Física de Londrina**, Londrina, v.10, n.17, p.46-55, 1995.

MIRWALD, R.L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.34, n.4, p.689-694, abri.2002. Disponível em: http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/2002/04000/An_assessment_of_maturity_from_anthropometric.20.aspx. Acesso em: 05 mai 2011

MOHAMED, H. et al. Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. **Journal of Sports Sciences**, v.27, n.3, p.257–66, fev.2009. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640410802482417#.UvGHXPI5MmM>. Acesso em: jul 2011.

MULTICENTRE GROWTH REFERENCE STUDY GROUP. **Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development**. Geneva: WHO; 2006. Disponível em: http://www.who.int/childgrowth/standards/technical_report/en/. Acesso em: 21 mai 2011.

NATIONAL CENTER FOR HEALTH STATISTICS. **Growth curves for children Birth – 18 years**. United States DHEW Pub. No (PHS) 78-1650: US Dept of Health, Educational and Welfare. Public Health Service. National Center for Health Statistics. USA: Hyattsville, MD, 1977. Disponível em: <http://www.cdc.gov/growthcharts/1977charts.htm>. Acesso em: 21 mai 2011.

NWOKORO, S.O. et al. Anthropometric assessment of nutritional status and growth Of 10-20 years old individuals in Benin City (Nigeria) Metropolis. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.5. n.2, p. 117-121, mar/abril.2006. Disponível em: <<http://www.pjbs.org/pjnonline/fin282.pdf>>. Acesso em: 14 nov 2011.

ONIS, M.; HABICHT, J.D. Anthropometric reference data for international use; recomendations from a world health organization expert committee. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.64, n.4, p.650-8, oct.1996. Disponível em: <http://archive.unu.edu/unupress/food/V182e/ch12.htm>. Acesso em: 05 mai 2011.

PAN, H.; COLE, T.J. **LMS Chartmaker**. 2006. Disponível em: <<http://www.healthforallchildren.co.uk>>. Acesso em: 11 mar 2011.

PETROSKI, E.L.; SILVA, R.J.; PELEGRINI, A. Crescimento físico e estado nutricional de crianças e adolescentes da região de Cotinguiba, Sergipe. **Rev Paul Pediatr**, v.26, n.3, p.206-11, set. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rpp/v26n3/02.pdf>>. Acesso em: 04 dez 2011.

PYLE, S.I.; HOER, N.L. **Radiographic atlas of skeletal development of the knee: a standard of reference**. Thomas, Springfield, 1955.

PREECE, M.; COLE, T.; FRY, T. Body mas índex Standards for children. **British Medical Journal**, v.317, n.7170, p.1401-1402, nov. 1998. Disponível em: <<http://www.bmj.com/content/317/7170/1401>>. Acesso em: jan 2011.

ROGOL, A.; CLARK, P.; ROEMMICH, J. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. **American Journal Clinical Nutrition**, v.72, p.521S-528S, ago. 2000.

ROSENBLOOM, A. Fisiologia Del crecimiento. **Ann Nestle (Esp)**, v.65, n.3, p. 99:100, oct.2007. Disponível em: <http://www.nestlenutrition-institute.org/intl/es/resources/library/Free/anales/a65_3/Documents/04%20Fisiolog%C3%ADa%20del%20crecimiento.pdf>. Acesso em: 08 mai 2010.

ROSS, W.D.; MARFELL-JONES, M.J. Kinanthropometry. In: MACDOUGALL, J.D.; WENGER, H.A.; GEEN, H.J. (Eds). **Physiological testing of elite athlete**, London, Human Kinetics, p.223-308, 1991.

SAVVA, S.C. et al. Reference growth curves for Cypriot children 6 to 17 years of age. **Obesity Research**, v.9, n.12, p.754-762, dez.2001.

SICHERI, R.; ALLAM, V.I.C. Avaliação do estado nutricional de adolescentes brasileiros através do índice de massa corporal. **Jornal de Pediatria**, São Paulo, v.72, n.2, p.80-4, mar/abr, 1996.

SHERAR, L.B. et al. Adolescent biological maturity and physical activity: biology meets behavior. **Pediatric Exercise Science**, v.22, n.3, p.332–349, ago. 2010.
<<http://journals.humankinetics.com/pes-back-issues/pes-volume-22-issue-3-august/adolescent-biological-maturity-and-physical-activity-biology-meets-behavior>>. Acesso em: 08 mai 2011.

SILVA, D.A. et al. Comparação do crescimento de crianças e adolescentes brasileiros com curvas de referência para crescimento físico: dados do Projeto Esporte Brasil. **Journal of Pediatr. (Rio J.)**, v.86, n.2, p.115-120, mar/abr. 2010. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0021-75572010000200006&script=sci_arttext>. Acesso em: 05 mai 2011.

SILVA, S. et al. Growth references for Brazilian children and adolescents: Healthy growth in Cariri study. **Annals Human Biology**, v.39, n.1, p.11–8, jan.2012;. Disponível em:
<<http://informahealthcare.com/doi/pdf/10.3109/03014460.2011.632646>>. Acesso em: 15 mai 2012.

SMITH, D.W. **Growth and Its Disorders**. Philadelphia: Saunders, 1977.

STANG, J.; STORY, M. **Adolescent Growth and development**. STANG, J., STORY, M. (Org) Guidelines for Adolescent Nutrition Services, 2005.

SUN, S.S. et al. National estimates of the timing of sexual maturation and racial differences among US children. **Pediatrics**, v.110, n.5, p.911–919, nov. 2002. Disponível em:
<<http://pediatrics.aappublications.org/content/110/5/911.full.pdf+html>>. Acesso em: jul 2011.

TANNER, J.M. **Growth at adolescence**. 2. ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1962.

TANNER, J.M. **The secular trend towards earlier physical maturation**, T. Soc. Geneesk, 1966,44:524-39.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. **Research methods in physical activity**. Human Kinetics. 1996.

ULIJASZEK, S.J. The international growth standard for children and adolescents Project: Environmental influences on preadolescents and adolescents growth in weight and height. **Food and Nutrition Bulletin**, v.27, n.5, p.279-294, dez. 2006. Disponível em: <<http://nsinf.publisher.ingentaconnect.com/content/nsinf/fnb/2006/00000027/A00504s5/art00010>>. Acesso em: 20 jan 2011.

VAUGHAN, V.C.; LITT, F.L. Growth and development. In: **Nelson textbook of pediatrics**. 14. ed. Philadelphia. WB Saunders, 1992. p.13-104.

APÉNDICE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de pesquisa: “*Avaliação do crescimento físico e a maturação de escolares da rede de Ensino Fundamental de Campinas, SP*”.

Pesquisador: Rossana Gómez Campos

Eu _____, nascido em ____ / ____ / _____, portador da cédula de identidade nº _____, expedida pelo órgão público _____ e residente à _____ bairro _____ cidade de _____, **declaro que concordo que** _____, nascido(a) em ____ / ____ / _____, portadora da cédula de identidade nº _____, expedida pelo órgão público _____ **seja voluntária para participar da pesquisa indicada.** Declaro ainda que a investigadora responsável pela pesquisa forneceu-me todas as instruções relacionadas aos procedimentos da mesma e que fui esclarecido de maneira satisfatória, no que diz respeito à participação de meu filho(a) no estudo.

Estou ciente de que ela será submetida aos seguintes procedimentos:

- 1) Fui informado (a) que trata-se de um estudo relacionado a avaliar o crescimento e a maturação somática das crianças e adolescentes da região de Campinas, para diagnosticar e construir referencias atualizadas;
- 2) Fui informado (a) que meu filho(a) será submetido a avaliações antropométricas (peso corporal e estatura);
- 3) Fui informado (a) que se manterá o sigilo e o caráter confidencial das informações coletadas, zelando pela privacidade;
- 4) Fui informado (a) que as informações coletadas não serão usadas para nenhum outro propósito, além desses que aqui estou concordando, sem minha autorização prévia e por escrito;

5) Fui informado (a) que tenho liberdade de permitir que meu filho(a) desista da participação do estudo a qualquer momento, sem nenhuma repercussão.

Estou de acordo e autorizo a realização dos procedimentos acima citados e a utilização dos dados originados destes procedimentos para fins didáticos e de divulgação em revistas científicas. Podendo em qualquer momento entrar em contato com o pesquisador responsável (19- 9818-4143) caso haja algum efeito inesperado que possa prejudicar o estado de saúde física e/ou mental de meu filho(a).

Desta forma, concordo voluntariamente e dou meu total consentimento sem ter sido submetido (a) a qualquer tipo de pressão ou coação.

Qualquer dúvida ou esclarecimento sobre os procedimentos da pesquisa podem ser obtidos com o responsável.

_____, _____ de _____ de 20__.

Assinatura do responsável ou representante legal

RG: _____

AVALIACAO ANTROPOMÉTRICA

Nome:

Data de nascimento			Data de avaliacao		
Dia	Mes	Ano	Dia	Mes	Ano

Variaveis	Mensuracao			
	1a medida	2a medida	3a medida	Média
Peso (Kg)				
Estatura (cm)				
Estatura tronco-cefálica (cm)				
Comprimento de membros inferiores (cm)				