



Universidade do Porto  
Faculdade de Desporto  
Centro de Investigação em Actividade Física, Saúde e Lazer

**Actividade física e factores de risco das doenças cardiovasculares.  
Um estudo com ênfase nos níveis de tensão arterial infanto-juvenil.**

Este trabalho foi desenvolvido no Centro de Investigação em Actividade Física Saúde e Lazer (CIAFEL), da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, unidade de Investigação da Fundação para a Ciência e Tecnologia. A presente dissertação foi escrita para a obtenção do título de Doutor no âmbito do Curso de Doutoramento em Actividade Física e Saúde, organizado pelo CIAFEL. Este trabalho foi apoiado pela Fundação para Ciência e Tecnologia através da bolsa: SRFH/BD/24350/2005.

**Anelise Reis Gaya**

Orientador: Professor Doutor Jorge Mota  
Co-orientador: Professor Doutor José Carlos Ribeiro

Porto, Dezembro de 2009

Gaya, A.Reis (2009). **Actividade Física e Factores de Risco das Doenças Cardiovasculares em Crianças e Adolescentes. Um estudo com ênfase nos níveis de tensão arterial infanto-juvenil.** *Dissertação de Doutoramento em Actividade Física e Saúde.* Centro de Investigação em Actividade Física, Saúde e Lazer. Faculdade de Desporto. Universidade do Porto.

Porto: A.R. Gaya. Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto

Palavras-chave: CRIANÇAS, ADOLESCENTES, ACTIVIDADE FÍSICA, TENSÃO ARTERIAL, APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA, ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

**Para o Tio Guima (*in memorian*),  
Para a Tia Ester (*in memorian*).**



***“Viver e não ter a vergonha de ser feliz,  
Cantar e cantar e cantar a beleza de ser um eterno aprendiz”  
(Gonzaguinha)***



## **Agradecimentos**

Ao Professor Doutor Jorge Mota, orientador deste trabalho e da minha longa caminhada em terras portuguesas. Obrigada pela disponibilidade em todos os momentos deste percurso. Cresci, aprendi e alcancei os meus objectivos graças aos seus ensinamentos, disponibilidade e apoio. Professor, obrigada por tudo.

Ao Professor Doutor José Carlos, meu co-orientador, obrigada pelos ensinamentos e por todas as oportunidades dentro da FADE-UP.

Ao Professor Doutor Jorge Bento e ao Professor Doutor António Marques. Na verdade, minha paixão por Portugal se iniciou devido à oportunidade dada ao meu pai, estando eu ainda no auge da minha adolescência. Muito obrigada.

Ao Professor Doutor Rui Garcia, obrigada pela receptividade e pelo carinho.

Aos Professores do CIAFEL, o meu agradecimento por estarem sempre ao meu lado, por me terem dado tantas oportunidades académicas; foram fundamentais para o meu crescimento.

Ao Professor Doutor José Oliveira e ao Professor Doutor André Seabra, tantas conversas de corredor, tantos incentivos, também foram muito importantes.

À Professora Doutora Joana Carvalho por me ter proporcionado a emocionante experiência de trabalhar no Centro de Recreação da Terceira Idade.

A todos os meus colegas do Doutoramento, companheiros em momentos diferentes, mas sempre presentes na minha vida de doutoranda.

Aos meus amigos e companheiros desta jornada académica: Professora Doutora Paula Santos, Alberto, Clarice, Fernando, Flávia, Gustavo, Júlia, Lucimere, Luísa Aires, Pedro Silva. Alguns já estavam no meu coração, outros

passaram a fazer parte ao longo destes quatro anos: sem vocês esta caminhada não teria sido tão alegre, tão feliz, tão completa. Obrigada por tudo o que fizeram por mim. Obrigada por se posicionarem como minha família e me terem apoiado em todas as minhas quedas. Obrigada por terem compartilhado comigo todos os sorrisos.

Aos meus amigos portugueses, vocês cruzaram meu caminho e serão eternamente lembrados: Susana Morgado, Miguel, Duarte, André Sarmiento, Ana Taborda, Teresa Rego, Ana Ramoa, Michel, Luciana Sousa, Vladimira, Magalhães, Tiago Bassères.

À minha eterna família em terras lusitanas: Glória e Hugo. Tudo aquilo o que fizeram por mim é indescritível, admirável e inesquecível. Nunca serei capaz de vos retribuir com tanto amor, carinho e fraternidade.

À Família Cassel, obrigada por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus irmãos Sabrina e Daniel, obrigada pelo apoio e por acreditarem sempre em mim e no meu sucesso. Daniel, obrigada pelas palavras de conforto que foram dadas ao longo destes anos.

Meu pai, meu ídolo, meu amigo, meu companheiro em todos os momentos desta vida, obrigada por tudo. Tento seguir o teu exemplo de um Professor digno, batalhador e defensor da Educação Física e do Desporto.

Minha mãe Erriete, a mulher que mais amo nesta vida, pessoa que sempre esteve ao meu lado. Sem ela nunca nada disto teria acontecido. Mãe, obrigada por tudo.

À Bila, pelo apoio e carinho sempre disponíveis.

À minha avó Esmeralda, ao meu avô Chico Reis.

Ao Ricardo Soares, obrigada pelas correcções no Português, Inglês e Francês.

Àquelas pessoas que pela minha vida passaram, deixaram pegadas e foram insubstituíveis em determinados momentos desta trajetória. Obrigada por tudo.

Ao Grupo Premier, em especial ao Professor José António e a Doutora Isabel por terem sempre confiando no meu trabalho. Esta trajetória também não seria possível sem o apoio dos meus alunos e colegas de trabalho. Muitas quedas foram por vocês levantadas, muitos sorrisos foram dados. Obrigada por tudo.

À Fundação para a Ciência e Tecnologia.

À Professora Doutora Neiva Leite e aos meus colegas da Universidade Federal do Paraná por me terem acolhido ao longo daqueles dias bem passados em Curitiba.



<b>Agradecimentos</b>	<b>IX</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>XV</b>
<b>Lista de Abreviações</b>	<b>XVII</b>
<b>Lista de Publicações</b>	<b>XIX</b>
<b>Resumo</b>	<b>XXI</b>
<b>Abstract</b>	<b>XXIII</b>
<b>Resume</b>	<b>XXV</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2. Objectivos</b>	<b>5</b>
<b>3. Material e Métodos</b>	<b>9</b>
<b>4. Revisão de Literatura</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b> Característica da Actividade Física Infanto-juvenil	<b>15</b>
<b>4.2</b> Consequência da Redução da Actividade Física nos Níveis de Aptidão Cardiorrespiratória das Crianças e dos Adolescentes	<b>18</b>
<b>4.3</b> Actividade física, Aptidão Cardiorrespiratória, Sobrepeso/obesidade e Tensão Arterial	<b>20</b>
<b>5. Principais Estudos</b>	<b>27</b>
Artigo I	<b>29</b>
Artigo II	<b>41</b>
Artigo III	<b>53</b>
Artigo IV	<b>71</b>
<b>6. Considerações Finais</b>	<b>89</b>
<b>7. Referências</b>	<b>95</b>



## Lista de Tabelas

### Artigo I

Tabela 1: Caracterização da amostra: valores médios e desvio padrão da idade cronológica, massa corporal, estatura, pressão arterial sistólica e diastólica 34

Tabela 2: Valores médios e desvio padrão das variáveis idade cronológica, massa corporal, estatura, pressão arterial sistólica e diastólica classificadas de acordo com os estágios maturacionais propostos por Tanner (1962) 34

Tabela 3: Valores médios e desvio padrão das variáveis das variáveis resultantes do controle de variáveis concomitantes: estatura, massa corporal, e idade cronológica (Análise de Covariância – Ancova) 35

Tabela 4: Percentagem de idades cronológicas estratificadas por cinco estágios de maturação sexual propostos por Tanner (1962) 35

### Artigo II

Table I: Physical characteristics, physical activities intensity, body mass index, fitness and blood pressure differences according sex 48

Table II: Linear regression between SBP, BMI and PA adjusted for height, sex and age 49

Table III: Linear regression between DBP, BMI and PA adjusted for height, sex and age 49

### Artigo III

Table 1: Descriptive characteristic of normotensive and hypertension children and adolescents 62

Table 2: Adjusted odds ratio (OR) of LTPA and 95% confidence intervals (CI) from logistic regression model predicting hypertension 63

Table 3: Adjusted odds ratio (OR) of SCA and 95% confidence intervals (CI) from logistic regression model predicting hypertension 64

### Artigo IV

Table 1: Description of two cohorts (T0 and T1) sample characteristics and differences between T1 and T0 stratified by normal and high systolic blood pressure values 79

Table 2: Frequency and percentage of children and adolescents changes between normal and high systolic blood pressure group over of one year 80

Table 3: Adjusted odds ratio for high systolic blood pressure group by body mass index, cardiorespiratory fitness and physical activity index for one year 80

Table 4: Adjusted odds ratio for high systolic blood pressure group by mean differences ( $\Delta$ ) of body mass index, cardiorespiratory fitness and physical activity between time 1 and time 0 82



## **Lista de Abreviações**

- AF-** Actividade Física
- APCR-** Aptidão Cardiorrespiratória
- TA-** Tensão Arterial
- IMC-** Índice de Massa Corporal
- DCV-** Doenças Cardiovasculares
- HTA-** Hipertensão Arterial
- MS-** Maturação Sexual
- PAS-** Pressão Arterial Sistólica
- PAD-** Pressão Arterial Diastólica
- IC-** Idade Cronológica
- EST-** Estatura
- MC-** Massa Corporal
- BMI-** Body Mass Index
- SBP-** Systolic Blood Pressure
- DBP-** Diastolic Blood Pressure
- HT-** Hypertension
- PA-** Physical Activity
- PAI-** Physical Activity Index
- BP-** Blood Pressure
- CRF-** Cardio Respiratory Fitness
- SCA -** Sport Competition Activities
- LTPA –** Leisure Time Physical Activity
- HTA -** Hypertension
- HBP –** High Blood Pressure Values



## Lista de Publicações

1. Gaya, Anelise Reis; Gaya, Adroaldo; Cardoso, Marcelo; Santos, Paula; Oliveira, José; Ribeiro, José; Duarte, José; Mota, Jorge. Efeitos da Maturação Sexual nos Níveis de Tensão Arterial em Crianças e Adolescentes do Sexo Masculino. Associação com as variáveis Massa Corporal, Estatura e Idade Cronológica. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte. v.19 n.3 Julho/Setembro 2005.
2. Gaya, A.Reis; Alves, A; Aires, L; Martins, C; Ribeiro, J.; Mota, J. Association Between Time Spent in Sedentary, Moderate to Vigorous Physical Activity, Body Mass Index, Cardio Respiratory Fitness with Blood Pressure. Annals of Human Biology v.36; p:379-387. , 2009.
3. Gaya, A.Reis; Silva, P; Martins, C; Gaya, A; Ribeiro, J; Mota, J. Association of Leisure Time Physical Activity and Participation in Sports Competition with High values of Blood Pressure. Study carried out in a sample of Portuguese Children and Adolescents (*artigo submetido para publicação em 17 de agosto de 2009*).
4. Gaya, A.Reis; Martins, C; Aires, L; Gaya, A; Ribeiro, J; Mota, J. Trends of elevated systolic blood pressure in a sample of children and adolescents. Relationship with cardiorespiratory fitness, body mass index and physical activity (*artigo submetido para publicação em dezembro de 2009*).



## Resumo

Estudos recentes defendem a reduzida prática de actividade física (AF) como um dos principais factores de risco modificáveis associados à pandemia da obesidade, aos reduzidos níveis de aptidão cardiorrespiratória (APCR) e ao surgimento de um leque considerável de factores de risco das doenças cardiovasculares (DCV) que até então não eram comuns à infância e à adolescência. O objectivo do presente estudo consiste em: a) verificar a associação da maturação sexual com os valores de tensão arterial (TA) sistólica e diastólica considerando as variáveis do crescimento e idade cronológica (artigo I); b) verificar se existe associação entre os níveis de TA sistólica e diastólica com o índice de massa corporal (IMC) e com as diferentes intensidades da AF (artigo II); c) verificar se existe relação entre o tempo dispendido em AF de lazer e desportos de competição, ambos realizados em horário extra-escolar, com os valores elevados de TA sistólica e diastólica (artigo III); d) verificar se o risco de se manter ou desenvolver valores elevados de TA ao longo de um ano está associado às modificações no IMC, AF e APCR (artigo IV). A amostra foi constituída por escolares com idades compreendidas entre os 8 e os 17 anos provenientes da área do Grande Porto. Sub-amostras foram seleccionadas de acordo com os objectivos de cada estudo. A AF foi avaliada através de um questionário adaptado para a população portuguesa infanto-juvenil. Apenas no artigo II foram realizadas medidas objectivas da AF através do uso de acelerómetros (sete dias). Duas medidas da TA foram realizadas nas primeiras horas da manhã. Os indicadores antropométricos, a APCR e a maturação sexual foram avaliados na escola durante as aulas de Educação Física. A idade, maturação sexual, altura e IMC apresentaram associação significativa com os valores de TA sistólica e diastólica (artigo I). Nos artigos que se seguiram foram verificadas associações significativas entre as diferentes intensidades da AF (moderada e sedentária) e os diferentes contextos da AF (lazer ou desportiva) com os valores da TA sistólica. Enquanto que a AF de lazer se associou à TA sistólica independentemente do IMC e da APCR, as práticas desportivas associaram-se à TA sistólica apenas quando o IMC e/ou a APCR estavam no modelo. O IMC apresentou-se como o principal predictor da TA sistólica e diastólica ao longo dos dois estudos transversais (artigo II e III). Os resultados do artigo longitudinal (artigo IV) mostraram que durante o período de um ano aproximadamente 6.5% dos sujeitos passaram de valores normais para valores elevados de TA, e o risco de se manter com valores elevados de TA ou moverem-se para este grupo foi associado significativamente com os valores elevados de IMC (sobrepeso/obesidade) iniciais. Valores elevados de APCR iniciais apresentaram associação inversa com o risco de desenvolver valores elevados de TA. Contudo esta associação foi dependente do IMC. As diferenças observadas entre o primeiro e segundo ano nos valores médios do IMC, APCR e AF não apresentaram associação com o risco de desenvolver valores elevados de TA. Enfim, os resultados dos estudos sugerem a AF nos seus diferentes contextos e intensidades e a APCR como uma variável importante na prevenção do desenvolvimento precoce de valores elevados de TA infanto-juvenil. Contudo o IMC parece ser o principal predictor dos valores elevados de TA na infância e adolescência.



## **Abstract**

Recent studies suggest reduced physical activity (PA) as a behaviour associated with low levels of cardiorespiratory fitness (CRF), obesity and with early development of cardiovascular risk factors in children and adolescents. The purpose of the present thesis was (a): to verify if the relationship between sexual maturation and systolic and diastolic blood pressure (BP) is independent of height, weight, body mass index (BMI) and age (paper I); (b): to analyse the association between systolic and diastolic BP with BMI, intensity patterns of PA and CRF (paper II); (c) to examine the relationship between leisure time PA and sports competition (SC) with high levels of BP (paper III); (d): to analyse the association of being assigned to high blood pressure (HBP) group with changes in body mass index (BMI), physical activity index (PAI) and cardiorespiratory fitness (CRF) over one year (paper IV). The sample consisted of children and adolescents aged 8 to 17 years old from public schools in Porto-Portugal. Different samples were chosen according to papers' purpose. PA was measured by questionnaire adapted to Portuguese youth population. Only on the second paper PA was measured by accelerometers (seven days). BP was measured at school early in the morning. The anthropometric variables, CRF and sexual maturation were evaluated during physical education class. The results of the first paper showed a significant role of age, sexual maturation, height, weight and BMI on the levels of children and adolescents BP. The following papers showed significant association between different intensity and context of PA with systolic BP. However, while SC was associated with BP dependently of BMI and CRF, leisure PA showed independently association with BP. BMI was the best predictor of BP values (II and III). Results of longitudinal study showed that in one year, approximately 6.5% of subjects moved from normal to HBP. The risk of being assigned for the group of HBP for one year was associated with being overweight/obese at baseline. High levels of CRF at baseline were inversely associated with risk of HBP values. However, this association was dependent on the BMI. The differences of BMI, CRF and PAI between time 1 and time 0 did not show significant association with the risk of being in HBP group (paper IV). Our studies suggested PA and CRF as an important behavior associated with prevention of early development of high values of systolic BP. However, BMI is the best predictor associated with high blood pressure values in childhood and adolescence.

**Key-words:** CHILDREN, ADOLESCENTS, PHYSICAL ACTIVITY, CARDIORESPIRATORY FITNESS, BLOOD PRESSURE, BODY MASS INDEX



## Résumé

Des études récentes signalent la pratique réduite de l'activité physique (AP) comme un des principaux facteurs de risques modifiés, associés à la pandémie de l'obésité, aux niveaux réduits de l'aptitude cardiorespiratoire (APCR) et à l'apparition d'un éventail considérable de facteurs de risque des maladies cardiovasculaires (MCV), lesquels, jusqu'à ce moment, n'étaient pas usuels dans l'enfance et l'adolescence. La présente recherche s'est conçue avec les buts suivants : a) vérifier l'association de la maturité sexuelle avec les valeurs de tension artérielle (TA) systolique et diastolique, en considérant les variables de la croissance et de l'âge chronologique (article I) ; b) vérifier l'association des niveaux de la tension artérielle systolique et diastolique avec l'indice de la masse corporelle (IMC) et avec les différentes intensités de l'activité physique (article II) ; c) analyser le rapport entre le temps dépensé en activité physique de loisir, en sports de compétition, réalisés en horaire extrascolaire, et les valeurs hautes de la tension artérielle systolique et diastolique (article III) d) vérifier si le risque de se maintenir ou se développer des valeurs élevées TA l'au long d'une année est associé aux modifications dans l'IMC, AF et APCR (article IV). Le spécimen a été constitué par des élèves, avec des âges comprises entre huit à dix-sept ans, provenant de la région du Grand Porto. On a sélectionné des sub - spécimens selon les buts de chaque essai. L'AP a été évaluée à travers d'un questionnaire adapté à la population enfantine - juvénile portugaise. Seulement dans l'article II, on a réalisé des mesures objectives de l'AP à travers de l'utilisation d'accéléromètres (pendant sept jours). Les mesures de la TA ont été réalisées aux premières heures du matin. Les indicateurs anthropométriques, l'APCR et la maturité sexuelle ont été évalués à l'école pendant les cours d'Éducation Physique. L'âge, la maturité sexuelle, l'hauteur et l'IMC présentent une association significative avec les valeurs des TA systolique et diastolique. Dans les articles effectués postérieurement, on a vérifié des associations significatives entre les différentes intensités de l'AP (modérée et sédentaire) et entre les différents contextes de l'AP (loisir ou sportive) avec les valeurs de la TA systolique. Tandis que l'AP de loisir est associée avec la TA systolique, indépendamment de l'IMC et de l'APCR, les activités sportives se sont associées à la TA systolique uniquement quand l'IMC et/ou l'APCR étaient présents dans le modèle. L'IMC s'est présenté comme le principal prédicteur de la TA systolique et diastolique au long des deux études transversales (II et III). Les résultats de l'article longitudinal (article IV) ont montré que pendant la période d'une année approximativement 6,5% des sujets t'ont passé de valeurs normales pour valeurs élevées TA, et le risque de se maintenir avec des valeurs élevées TA se déplacer pour ce groupe est associé significativement avec les valeurs élevées IMC (poids excessif/obésité) initiaux. Valeurs élevées de APCR tu initiales ont présenté association inverse avec le risque de développer des valeurs élevées TA. Néanmoins cette association a été dépendante de l'IMC. Les différences observées entre première et seconde année nous valeurs moyennes de l'IMC, APCR et AF n'ont pas présenté association avec le risque de développer des valeurs élevées TA. Bref, les résultats des études suggèrent l'AP nous leurs différents contextes et intensités et APCR comme une variable importante dans la prévention du développement précoce de valeurs élevées TA L'infanto-juvénile. Néanmoins l'IMC semble être la principale predictor des valeurs élevées TA dans l'enfance et adolescence.



## **1. Introdução**



## 1. Introdução

As doenças cardiovasculares (DCV) encontram-se hoje entre as principais causas de morte na população adulta (OMS, 2002). Não obstante, este aumento significativo do número de mortes por eventos cardíacos parece estar sob influência, além de outras condições, do desenvolvimento dos factores de risco das DCV na infância e adolescência (Andersen, Anderssen, Brage, Ekelund, & Froberg, 2006; Twisk, Kemper, & van Mechelen, 2000).

Nesta perspectiva se enquadram os estudos sobre a hipertensão arterial (HTA), os quais sugerem uma tendência dos valores observados na infância e adolescência para se manterem até à vida adulta (Chen & Wang, 2008). Adicionalmente aos estudos do comportamento dos valores de tensão arterial (TA), estão as evidências do aumento da prevalência deste factor de risco já na infância e adolescência (Din-Dzietham, Liu, Bielo, & Shamsa, 2007; Jago et al., 2006). Constatações que, por fim, tornam relevantes os estudos sobre a HTA infanto-juvenil e, por conseguinte, o entendimento dos prováveis comportamentos associados a este fenómeno.

Contudo, por ser a HTA uma doença multifactorial (Chen & Wang, 2009; F. J. He, Marrero, & Macgregor, 2008; Labarthe et al., 2009), parece relevante, nos estudos na população infanto-juvenil, a consideração das variáveis associadas ao crescimento, desenvolvimento e maturação sexual (Chen & Wang, 2009; Leccia et al., 1999). Neste contexto, muitas pesquisas sugerem, além da altura, sexo e idade ("The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents," 2004), a importância de se considerar o processo maturacional e as modificações fisiológicas associadas a este processo (Cho, Mueller, Meininger, Liehr, & Chan, 2001; Leccia et al., 1999).

Adicionalmente às variáveis do crescimento, desenvolvimento e estatuto maturacional estão os estudos que defendem a prática regular de actividade física (AF) como um comportamento relevante na redução do sobrepeso/obesidade e na prevenção de valores elevados de TA (Andersen, 1994; Ekelund et al., 2007; Leary et al., 2008). Se antigamente as crianças eram por norma activas, actualmente os níveis de AF diários apresentam uma tendência a diminuir ao longo da idade (Brodersen, Steptoe, Boniface, & Wardle, 2007; Riddoch et al., 2007). Atribuído a este acontecimento, estão as

evidências de um número reduzido de crianças e adolescentes com valores aceitáveis de aptidão cardiorrespiratória (APCR), e um aumento considerável da prevalência do sobrepeso/obesidade nestas faixas etárias (Dencker et al., 2008; Rizzo, Ruiz, Hurtig-Wennlof, Ortega, & Sjostrom, 2007).

Este conjunto de variáveis, e a complexa relação existente entre estas, constituem um leque de comportamentos modificáveis, os quais parecem estar associados ao desenvolvimento precoce dos valores elevados de TA na infância e adolescência (Ekelund et al., 2007; Falkner et al., 2006; Leary et al., 2008). Contudo, algumas divergências se verificam em relação aos resultados dos estudos no que concerne à complexa relação entre o papel da AF, obesidade e da APCR com os valores de TA sistólica e diastólica (C. A. Boreham, Twisk, Savage, Cran, & Strain, 1997; Leary et al., 2008; Rizzo et al., 2007). Estes estudos sugerem a provável existência de um comportamento diferenciado do excesso de peso corporal e da APCR sobre os valores de TA, de acordo com os diferentes contextos e intensidades da AF considerados.

Nesta perspectiva, o objectivo geral do presente estudo consiste em verificar a associação das variáveis do crescimento e maturação sexual com os valores de TA e, adicionalmente, analisar o papel de diferentes intensidades e diferentes práticas e contextos da AF, considerando o índice de massa corporal (IMC) e a APCR como variáveis intervenientes nesta relação numa amostra de crianças e adolescentes provenientes de escolas da área do grande Porto.

## ***2. Objectivos do estudo***



## **2. Objectivo geral do estudo**

O presente estudo está organizado em quatro artigos, os quais têm como principais objectivos:

- a. Verificar a existência de associação da maturação sexual com os valores de tensão arterial sistólica e diastólica considerando as variáveis do crescimento e idade cronológica (artigo I).
- b. Verificar a existência de associação dos níveis de tensão arterial sistólica e diastólica com o índice de massa corporal e com as diferentes intensidades da actividade física (artigo II).
- c. Verificar a existência de relação entre o tempo dispendido em actividade física de lazer e desportos de competição, realizados em horário extra-escolar, com valores elevados de tensão arterial sistólica e diastólica (artigo III).
- d. Verificar se o risco de se manter ou desenvolver valores elevados de TA ao longo de um ano está associado às modificações no IMC, AF e APCR (artigo IV).



### ***3. Material e Métodos***



### **3. Material e Métodos**

O presente estudo foi constituído por uma amostra de crianças e adolescentes escolares da Área do Grande Porto, com idades entre os 8 e os 17 anos provenientes de dois projectos de pesquisas realizados no Centro de Investigação em Actividade Física Saúde e Lazer. Os dois projectos, realizados em momentos distintos, tiveram como principal objectivo estudar a prevalência dos factores de risco das doenças cardiovasculares e a relação com a AF e com a aptidão física. O primeiro projecto foi realizado entre os anos de 1998 e 2003, e teve uma amostra aleatória por conglomerados constituída por 1533 crianças e adolescentes seleccionados a partir de 30 escolas da área periférica do Grande Porto. Assim, o primeiro trabalho (Artigo I) reporta a uma amostra de 416 crianças e adolescentes do sexo masculino com idades compreendidas entre os 8 e os 17 anos (1998/2003).

O segundo projecto, com início em 2006, encontra-se ainda em andamento. Neste estudo foram incluídos na amostra, por conveniência, 2184 crianças e adolescentes pertencentes a quatro escolas da área do Grande Porto seleccionadas, também, por conveniência. Para os objectivos desta tese, os dados reportaram-se às avaliações efectuadas nos anos lectivos de 2006/2007 e 2007/2008. Esta amostra serviu de base aos trabalhos experimentais que constituem os restantes artigos desta tese.

Participaram dos estudos apenas as crianças e adolescentes que apresentaram consentimento por escrito dos encarregados de educação.



#### ***4. Revisão de Literatura***



## **4. Revisão de Literatura**

### **4.1 Características da actividade física infanto-juvenil**

O actual domínio tecnológico e a emergente industrialização alimentar são factores responsáveis por uma sociedade inactiva ("Adult participation in recommended levels of physical activity--United States, 2001 and 2003, 2005), com um número significativo de indivíduos com excesso de peso corporal (Hedley et al., 2004). A reduzida aptidão física e o aumento significativo da prevalência dos factores de risco das DCV parecem ser uma consequência deste novo estilo de vida (Thompson et al., 2003). Não obstante, hoje as DCV estão classificadas como uma das principais causas de morte em muitos países desenvolvidos e em desenvolvimento (OMS, 2002).

Esta modificação dos hábitos de vida e as consequências deste comportamento parecem estar presentes no estilo e nos hábitos de vida infanto-juvenil (Armstrong & Welsman, 2006; Brodersen et al., 2007; Huotari, Nupponen, Laakso, & Kujala, 2009). Estudos recentes defendem a reduzida prática de AF como um dos principais factores de risco modificáveis associados à pandemia da obesidade, à redução dos níveis satisfatórios de APCR e ao surgimento de doenças que, até então, não eram comuns a estas faixas etárias (Brage et al., 2004; Metcalf et al., 2009; Ruiz, Ortega, Rizzo et al., 2007). Incluem-se neste leque de novas doenças infanto-juvenis as dislipidemias, a hipertensão arterial e a diabetes tipo 2 (Ekelund et al., 2009; Teixeira, Sardinha, Going, & Lohman, 2001).

Em geral, crianças e adolescentes são activos, os rapazes mais que as raparigas e o tempo dispendido em AF parece diminuir logo ao início da adolescência (Anderssen et al., 2007; Pate, Stevens et al., 2006; Teixeira e Seabra et al., 2008). No entanto, por ser a AF um comportamento que apresenta influências multifactoriais (Sallis, Prochaska, & Taylor, 2000; Seabra, Mendonca, Thomis, Anjos, & Maia, 2008), torna-se difícil não só a sua quantificação, mas também a contextualização deste comportamento e a sua relação com a obesidade, com a APCR e com os factores de risco das DCV (Dencker & Andersen, 2008; Kahn et al., 2008).

Neste contexto, ao longo de um recente estudo de revisão, Armstrong e Welsman (2006) identificaram, de facto, a existência de um declínio da AF com a idade e, ainda, uma diferença dos níveis de AF em relação ao género. Da conclusão de seus estudos, Armstrong e Welsman (2006) sugerem serem as raparigas menos activas comparativamente aos rapazes. Adicionalmente, resultados de diversas pesquisas apontam para uma redução significativa do número de crianças e adolescentes que cumprem com o tempo mínimo de horas diárias de AF propostos pelas *guidelines* específicas para AF infanto-juvenil (Pate, Stevens et al., 2006; Riddoch et al., 2007; Trost, Rosenkranz, & Dziewaltowski, 2008).

Desta forma, ao analisarmos aquele que é provavelmente o mais substancial dos estudos transversais em torno da avaliação objectiva da AF em crianças e adolescentes europeus, “*European Children`s Physical Activity Using Accelerometer*” (Andersen et al., 2008), é possível observar um declínio significativo do tempo dispendido em actividades moderadas a vigorosas ao longo dos anos; resultados que vão ao encontro dos achados observados na população infanto-juvenil norte-americana (Malina, 2001), além daqueles observados também em estudos longitudinais (Brodersen et al., 2007; Kristensen et al., 2008).

Relativamente às crianças e aos adolescentes portugueses, estudos transversais sugerem um comportamento da AF semelhante (Lopes, Vasques, Maia, & Ferreira, 2007; P. Santos, Guerra, Ribeiro, Duarte, & Mota, 2003; Teixeira e Seabra et al., 2008). Crianças e adolescentes portugueses, além de apresentarem uma redução da quantidade de horas dispendidas em AF diária, têm uma redução do seu tempo dispendido em actividades com intensidade moderada a vigorosa. Esta redução da quantidade do tempo dispendido em intensidades recomendadas é ainda mais severa no sexo feminino comparativamente ao sexo masculino (Mota & Esculcas, 2002; Teixeira e Seabra et al., 2008).

A análise de alguns estudos sugere diferenças significativas em relação a AF diária dos rapazes e das raparigas ao longo de um dia, seja esta no âmbito escolar ou realizada nos tempos livres (Mota & Esculcas, 2002; Mota, Santos, & Ribeiro, 2008; Seabra, Mendonca, Thomis, Malina, & Maia, 2007). Diferenças que, associadas provavelmente a factores biológicos e

socioculturais, constituem a principal explicação para as divergências observadas nos níveis de AF entre rapazes e raparigas. Enquanto os rapazes parecem dispendir mais tempo em actividades desportivas, as meninas ocupam os seus tempos livres em actividades socioculturais (Mota et al., 2008). Por outro lado, é na escola o local onde as meninas praticam actividades com intensidade mais elevada, o que parece sugerir uma grande diferença em relação aos rapazes, os quais estão em maior número envolvidos em actividades desportivas após o horário escolar (Mota, Santos, Guerra, Ribeiro, & Duarte, 2003; Seabra et al., 2007). Isto poderá explicar a significativa diferença observada entre os níveis de AF identificado entre os rapazes e as raparigas, considerando assim a afirmação proposta por Katzmarzyk e Malina (1998): “*são as actividades desportivas e estruturadas aquelas que mais contribuem (55% a 65%) para o aumento da actividade moderada e vigorosa diária das crianças e adolescentes*”. Nesta perspectiva é alargado o número de estudos que sugerem a importância das actividades estruturadas e organizadas como meio de relevante importância no que concerne ao aumento dos níveis de AF diária recomendada (Gidlow, Cochrane, Davey, & Smith, 2008; Pate & O'Neill, 2009) pelas principais *guidelines* infanto-juvenis (Strong et al., 2005).

Finalmente, os resultados dos estudos indicam a inclusão das crianças e dos adolescentes na problemática da redução dos níveis de AF diária e, ainda na problemática da redução do número de horas dispendidas em actividades moderadas a vigorosas (Brodersen et al., 2007; Lopes et al., 2007; Mota et al., 2008). Contudo, torna-se relevante a compreensão das variáveis intervenientes neste comportamento e, por conseguinte, a análise das possíveis consequências (Dencker & Andersen, 2008; Sallis et al., 2000). Por ter a AF um comportamento com carácter multifactorial, além dos factores genéticos, da idade e do sexo, os factores do envolvimento familiar, escolar, o estatuto socioeconómico e o ambiente parecem ser determinantes quando da opção ou não pela prática da AF na população infanto-juvenil (Seabra et al., 2008). Os pais, professores e amigos parecem influenciar no comportamento das crianças e dos adolescentes, assim como um ambiente mais propício, como residir perto de praças e clubes, poderá estar associada com a prática regular de AF (Grow et al., 2008; M. P. Santos, Page, Cooper, Ribeiro, & Mota, 2009).

Por outro lado, as consequências da redução do número de horas em AF e o aumento do tempo em actividades sedentárias parecem estar associados a um risco superior das crianças e adolescentes se tornarem obesos, terem um baixo nível de APCR e ainda, apresentam um risco superior para desenvolver outros factores de risco das DCV tais como diabetes tipo II, HTA, hipercolesterolemia entre outros (Andersen et al., 2008; Eisenmann, Wickel, Welk, & Blair, 2005; Ekelund et al., 2009). Adicionalmente, os estudos sugerem uma tendência significativa da AF se estabilizar ao longo dos anos, trazendo consequências mais tarde na vida adulta. Crianças inactivas propendem a ser adultos inactivos (Maia, Thomis, & Beunen, 2002; Malina, 2001; Pate, Davis et al., 2006) e, conseqüentemente, com um risco superior para desenvolver factores de risco das DCV (Twisk et al., 2000).

#### **4.2 Consequência da redução da actividade física nos níveis de aptidão cardiorrespiratória das crianças e dos adolescentes**

A AF é a variável que associada à idade, sexo, crescimento, desenvolvimento e maturação sexual àquela que apresenta uma maior associação e um maior poder de variância nos níveis de APCR (Dencker et al., 2008; Katzmarzyk et al., 1998; Pate, Davis et al., 2006). Entre a análise dos resultados de recentes pesquisas, é possível defender a hipótese de que os sujeitos mais activos são os mais aptos (Andersen, 1994; Dencker et al., 2008). Todavia, a associação sugerida entre a AF e a APCR parece ser fraca. Resultados estes que vão ao encontro de pesquisas mais antigas realizadas neste mesmo âmbito (Katzmarzyk et al., 1998; Sallis et al., 2000).

Ora, muitos são os factores genéticos, sociais, demográficos, culturais intervenientes nesta relação entre a AF e a APCR na população infanto-juvenil (Andersen, 1996; Katzmarzyk et al., 1998; Seabra et al., 2008) Por outro lado, a associação destes factores intervenientes com os níveis de AF, poderão, provavelmente, corresponder a uma variância elevada nos níveis de APCR dos jovens. Contudo, nesta perspectiva, parece relevante considerarmos que uma AF reduzida, como verificada actualmente (Armstrong & Welsman, 2006), poderá causar uma variância reduzida nos níveis de APCR infanto-juvenil (Rizzo et al., 2007; Ruiz et al., 2006).

No entanto, estudos verificaram a existência de relação entre a AF em contextos específicos e a modificação da APCR (Ruiz et al., 2006; Rizzo et al., 2006). Neste panorama, estão os estudos onde se encontra a AF categorizada de acordo com as diferentes intensidades e, adicionalmente, aqueles em que foram avaliados os efeitos de um programa de intervenção (Dencker et al., 2008; Pate & O'Neill, 2009; Ruiz et al., 2006). Por exemplo, as pesquisas que avaliaram a AF das crianças e dos adolescentes, mensurada através de métodos objectivos ou através de questionários, confirmam os resultados da associação do tempo dispendido em actividades vigorosas e moderadas com os níveis de APCR (Ruiz et al., 2006). Além disso, os resultados analisados após intervenções desportivas com crianças e adolescentes também sugerem um aumento dos níveis de APCR dos jovens (Pate & O'Neill, 2009; Reed, Warburton, Macdonald, Naylor, & McKay, 2008). Todavia, estes achados não invalidam a prática da AF não orientada e não estruturada, e a sua associação com o bem-estar e a saúde (Ekelund et al., 2007; Leary et al., 2008). Constatação, de resto, sustentada pelos estudos em que se verifica uma associação inversa entre o tempo total de AF diária e os factores de risco das DCV (Andersen et al., 2006).

Consequentemente, apesar do conflito existente aquando da associação entre a AF e os níveis de APCR (Sallis et al., 2000), um número relevante de resultados indicam um papel isolado destas variáveis nos marcadores de saúde da população infanto-juvenil (Dencker et al., 2008; Ekelund et al., 2007). Neste contexto, o aumento da prática da AF poderá não cumprir os parâmetros necessários propostos pelo treino desportivo para alcançar a finalidade de uma melhoria da APCR. Porém, através de outros meios, associam-se, por exemplo, a redução do peso e a redução dos valores de tensão arterial (TA), fenómeno já evidenciado em estudos na população adulta (Hagberg, Park, & Brown, 2000) e, recentemente, nos estudos propostos por Ekelund et al., (2007), numa amostra composta por crianças e adolescentes.

Neste contexto, parece possível defender uma divisão naquilo que concerne aos objectivos que se pretende alcançar através da AF. Provavelmente, o indivíduo que ambiciona reduzir o excesso de peso ponderal não precisará realizar a sua AF diária sobre as mesmas características daquele que pretende melhorar sua APCR (Ekelund et al., 2007; Ruiz et al., 2006).

Teoricamente, são objectivos diferentes, alcançados por meios semelhantes, pois diferenciam-se pelos componentes que os constituem: intensidade, frequência, duração, quantidade e tipo de AF realizada.

Em consequência dos diversos estudos que analisaram a complexa relação entre AF, APCR, obesidade e o desenvolvimento dos factores de risco das DCV (Andersen, 1996; Dencker et al., 2008; Katzmarzyk et al., 1998) parece possível considerar que a relação existente entre a AF e APCR com os indicadores de saúde possa ocorrer por meios diferenciados (Anderssen et al., 2007; Ekelund et al., 2007). No entanto, no âmbito da saúde pública, parece adicionalmente importante o entendimento desta complexa relação, evidenciado o papel da AF e da APCR como meios de prevenção e tratamento dos factores de risco cardiovasculares desde a infância até a vida adulta (Twisk et al., 2000).

#### **4.3 Actividade física, aptidão cardiorrespiratória, sobrepeso/obesidade e tensão arterial**

A hipertensão arterial (HTA) sistemática é caracterizada pela presença de níveis tensionais elevados, associados a alterações metabólicas, hormonais e a fenómenos anatomofisiológicos que se constituem, normalmente, numa hipertrofia miocárdica (Daniels, 1999; Juonala et al., 2006). O aumento da prevalência do sobrepeso/obesidade (Falkner et al., 2006; Freedman, Dietz, Srinivasan, & Berenson, 1999; Q. He, Ding, Fong, & Karlberg, 2000) e os reduzidos níveis de AF e APCR (Brodersen et al., 2007) são sugeridos como fenómenos relevantes associados ao aumento do número de crianças e adolescentes com factores de risco das DCV, incluindo a HTA primária ou essencial (Rizzo et al., 2007; Ruiz, Ortega, Rizzo et al., 2007). Apesar de a HTA essencial ser considerada uma doença frequente apenas na população adulta, actualmente é reconhecida na literatura o aumento da sua prevalência, superando os casos de HTA secundária, nas crianças e nos adolescentes (Din-Dzietham et al., 2007; McNiece et al., 2007).

Não obstante, os valores de TA parece estar associados a um leque de factores consideráveis: influências do crescimento, altura e do peso (Leccia et al., 1999), modificações em resposta ao processo maturacional - que parecem

apresentar alguma dependência das modificações da altura e do peso corporal (Cho et al., 2001), sexo e a idade (Guerra, Ribeiro, Costa, Duarte, & Mota, 2002), influência do processo intra-uterino, raça (Chen & Wang, 2009; Li, Huang, Cruz, & Goran, 2006; Rosner, Prineas, Daniels, & Loggie, 2000), entre outros. Entretanto, considerando ainda a influência destas variáveis no desenvolvimento da HTA infanto-juvenil, muitos estudos identificaram uma associação significativa dos hábitos de vida com os valores de TA nestas faixas etárias (Cairella et al., 2007; Lazarou, Panagiotakos, & Matalas, 2009), assim como muitos estudos sugerem a possibilidade da sua etiopatogenia, muitas vezes presente já na infância e adolescência, estar também associada à inatividade física e aos baixos níveis de APCR já presente na infância e na adolescência (Berenson et al., 1998)

Em Portugal, alguns estudos foram publicados ao longo dos anos (Duarte, Guerra, Ribeiro, & Mota, 2000; Rebelo, Teixeira, Marques-Vidal, & Oliveira, 2008). Por não haver pontos de corte específicos para a população portuguesa infanto-juvenil, poucos dados foram publicados relativamente à prevalência e à incidência da HTA nestas faixas etárias. Outros estudos analisados sugerem apenas a importância dos factores de crescimento, desenvolvimento, maturação sexual, género e, ainda, a influência dos marcadores da obesidade como variáveis determinantes dos valores da TA na infância e adolescência (Duarte et al., 2000; Rebelo et al., 2008). Estes resultados evidenciam a necessidade da construção de pontos de cortes específicos para a população portuguesa (Duarte et al., 2000) e, ainda, do controlo deste leque de variáveis durante as pesquisas realizadas em crianças e adolescentes.

Resultados observados na Europa e nos Estados Unidos indicam um aumento da prevalência da HTA infanto-juvenil (Jago et al., 2006; McNiece et al., 2007). Estes estudos evidenciam a necessidade de estratégias imediatas de prevenção, considerando não apenas o aumento da prevalência da HTA infanto-juvenil, mas também a tendência dos valores de TA em se manterem ao longo da vida (Bao, Threefoot, Srinivasan, & Berenson, 1995; Chen & Wang, 2008). Nesta linha de raciocínio, estão as pesquisas que identificaram resultados controversos na relação entre a prática de AF, a APCR e a prática

regular de exercício físico com os valores de TA (Kelley, Kelley, & Tran, 2003; Leary et al., 2008; Sugiyama et al., 2007).

Enquanto pesquisas sugerem que a intensidade e o volume diário de AF se associam inversamente com os níveis de TA, principalmente de TA sistólica (Kafatos, Manios, Moschandreass, & Kafatos, 2007; Leary et al., 2008; Sugiyama et al., 2007), estudos relativos à APCR apresentam resultados mais controversos (C. Boreham et al., 2001; Guerra et al., 2002; Klasson-Heggebo et al., 2006; Kvaavik, Klepp, Tell, Meyer, & Batty, 2009), sugerindo, ainda, a obesidade como um factor interveniente na relação entre a APCR e TA infanto-juvenil (Eisenmann, Katzmarzyk et al., 2005).

Nesta perspectiva, Kelley e Kelley (2003) compararam 25 estudos em que foi observado o efeito do exercício físico regular nos valores de TA em crianças e adolescentes. Através da revisão destes estudos, os autores sugeriram não haver efeito do exercício físico sobre os valores de TA sistólica e diastólica em crianças e adolescentes normotensos. Achados estes que vão contra aqueles obtidos por Reed et al., (2008), onde identificaram, após um programa de intervenção, uma redução significativa dos valores de TA. Por outro lado, Kelley e Kelley (2003) sugere a importância da prática regular de exercício físico para as crianças e adolescentes que apresentam valores elevados de TA. Afirmação que posiciona a prática regular de AF como uma medida não medicamentosa importante no tratamento da HTA infanto-juvenil.

No entanto, os domínios da AF (intensidade, frequência, volume, duração, quantidade), a metodologia utilizada para avaliação e as variáveis de confundimento desta associação entre a AF, APCR e TA podem ser as principais causas destes resultados controversos (C. Boreham et al., 2001; Guerra et al., 2002; Rizzo et al., 2007). Em geral, estudos em escolares sugerem que os níveis moderados de AF são preditores de valores reduzidos de TA sistólica (Ekelund et al., 2007; Leary et al., 2008), enquanto que as actividades sedentárias se associam com valores elevados de TA (Gomes Bda & Alves, 2009; Kafatos et al., 2007). Por outro lado, Leary et al., (2008) sugeriram através de seus estudos a importância do volume total da AF diária comparativamente à intensidade.

Relativamente à APCR e aos valores de TA, pesquisas apontam para uma determinada divergência entre os resultados. Contudo, a análise destes

estudos parece sugerir a importância do papel do sobrepeso e da obesidade como variável com um papel central na associação entre a APCR e os valores de TAS (Eisenmann, Katzmarzyk et al., 2005; Ekelund et al., 2007).

Neste contexto, Andersen et al., (1994) verificaram que crianças e adolescentes com valores elevados de  $VO_2$  máximo apresentaram valores reduzidos de TA, independente do peso corporal e da AF. Todavia, esta associação apresentou valores significativos apenas nas crianças e adolescentes que apresentam  $VO_2$  máximo superior a 45 ml/min/kg. Resultados que vão ao encontro daqueles verificados por Klasson-Heggebo et al., (2006), que sugeriram a existência de uma relação linear entre a APCR e os valores de TA, defendendo a existência de uma grande diferença entre os valores de TA e os níveis extremos de APCR. Seguindo ainda a mesma linha de estudos, Eisenmann et al., (2005), num estudo recente onde analisaram a relação existente entre APCR, sobrepeso e os factores de risco das DCV, incluindo a HTA, sugeriram um papel significativo da APCR e da obesidade nesta relação. Contudo, foi no grupo de crianças e adolescentes com valores mais baixos de IMC que este grupo de autores verificou valores médios reduzidos dos factores de risco das DCV estudados. Foram, ainda, as crianças com IMC elevado e níveis reduzidos de APCR aquelas com valores médios superiores dos factores de risco das DCV. Estes resultados parecem sugerir a importância das crianças e adolescentes apresentarem valores consideráveis de APCR. No entanto, é importante ressaltar que os valores reduzidos de IMC, por si só, parecem estar associados a um factor de protecção no desenvolvimento dos factores de risco das DCV. Resultados que corroboram os achados de Ruiz, Ortega et al., (2007) que observaram nas raparigas um importante papel dos níveis altos de APCR como factor atenuante da relação entre a obesidade e os valores de TA.

Consequentemente, parece que a APCR está associada aos factores de risco das DCV através do controlo do peso (C. Boreham et al., 2001; Rizzo et al., 2007), enquanto que a AF, além de estar associada directamente aos níveis de sobrepeso/obesidade (Ekelund et al., 2007; Ortega, Ruiz, & Sjostrom, 2007), parece estar associada à prevenção do desenvolvimento dos factores de risco das DCV por uma via independente do sobrepeso/obesidade e da APCR. Resultados confirmados nos estudos de Boreham et al., (1997) que,

numa amostra de adolescentes, verificaram uma relação directa da AF habitual com os valores de TA, enquanto que a participação em desportos competitivos se associou aos níveis de APCR e estes, por conseguinte, aos valores de TA, dependente da massa gorda.

De facto, o sobrepeso e a obesidade são sugeridos como um importante factor, o qual parece apresentar um papel significativo, não apenas no desenvolvimento da HTA infanto-juvenil (Falkner et al., 2006; Freedman et al., 1999; Ribeiro et al., 2003), mas também na relação entre a AF, APCR e a redução dos níveis de TA (Eisenmann, Wickel et al., 2005; Rizzo et al., 2007; Ruiz, Ortega, Rizzo et al., 2007). A composição corporal, especificamente o índice de massa corporal, foi o factor preditor com maior poder de associação sobre os níveis de TA das crianças e dos adolescentes identificados ao longo das publicações analisadas (Freedman, Katzmarzyk, Dietz, Srinivasan, & Berenson, 2009; Silva, Silva, Duarte, Lopes, & Silva, 2009). Paralelamente, diversos estudos defendem o perímetro da cintura e as pregas cutâneas como indicadores com maior poder de variância nos níveis de TA (Barba, Troiano, Russo, Strazzullo, & Siani, 2006; Colin-Ramirez et al., 2009). Todavia, independentemente do indicador de sobrepeso/obesidade utilizado, parece ser um consenso na literatura a relação existente entre a emergente pandemia da obesidade infanto-juvenil e o aumento da prevalência da HTA nestas faixas etárias (Cairella et al., 2007; Ostchega et al., 2009; Ribeiro et al., 2003).

Em Portugal, os resultados parecem acompanhar aqueles observados em estudos populacionais. Ribeiro et al., (2003), num estudo com uma amostra de 1 439 crianças portuguesas, verificaram um aumento significativo do risco de desenvolver valores elevados de TA em crianças e adolescentes que se encontravam classificados no grupo de sobrepeso e obesidade. Dados que vão ao encontro de uma diversidade de estudos publicados ao longo do tempo que demonstram um risco acrescido de crianças e adolescentes com sobrepeso/obesidade apresentarem valores elevados de TA (Cairella et al., 2007; Ostchega et al., 2009; Silva et al., 2009).

Sorof e Daniels (2002) e Falkner (2006) publicaram duas revisões de literatura onde analisaram o papel do sobrepeso e da obesidade como variável preditora da HTA infanto-juvenil. Enquanto Sorof e Daniels (2002) sugerem os benefícios da perda de peso na redução dos valores de TA, Falkner (2006)

considera que tanto a obesidade como a HTA apresentam um carácter inflamatório e, conseqüentemente, poderão estar associados a um risco acrescido no desenvolvimento de outros factores de risco das DCV já desde a infância e a adolescência. Neste contexto, Pausova et al., (2005), ao longo dos estudos sobre os genes da obesidade, suportam a hipótese de que a obesidade associada à HTA apresenta uma base genética distinta daquela associada aos elevados níveis de TA sem obesidade e da obesidade sem a HTA.

Finalmente, os estudos indicam um leque significativo de prejuízos causados pelo desenvolvimento precoce da HTA na saúde das crianças e dos adolescentes (Chen & Wang, 2008; Daniels et al., 1998; Sun et al., 2008). Por outro lado, diferentes estudos sugerem o significativo papel protector da AF e da APCR relativamente aos factores de risco das DCV (Kafatos et al., 2007; Leary et al., 2008; Ruiz, Ortega, Rizzo et al., 2007), seja este papel através de uma associação directa ou seja ela indirecta através da obesidade (C. A. Boreham et al., 1997; Eisenmann, Katzmarzyk et al., 2005; Ruiz, Ortega, Loit et al., 2007). Ou, ainda, através da APCR ou por meio de uma relação directa da AF com os valores de TA (Ekelund et al., 2007; Kafatos et al., 2007; Leary et al., 2008). No entanto, a redução dos níveis de horas dispendidas em AF ao longo dos tempos (Brodersen et al., 2007), o número elevado de crianças e adolescentes com valores reduzidos de APCR e o crescente aumento da prevalência da obesidade e da prevalência da síndrome metabólica (Ekelund et al., 2009) parecem evidenciar uma relação temporal entre estes factores que, além de estarem associados à saúde infanto-juvenil, parecem estar directamente associados aos eventos cardiovasculares na vida adulta (Sun et al., 2008; Twisk et al., 2000).

Contudo, poucos são os resultados observados relativamente a TA diastólica (Barba et al., 2006). No entanto, parece cada vez mais esclarecido na literatura que além de ser a HTA sistólica aquela que apresenta maior prevalência na população infanto-juvenil, esta, relativamente à HTA diastólica, também apresenta factores diferenciados que a predizem (Labarthe et al., 2009). Labarthe et al., (2009), em recente artigo publicado, não estudaram a associação da TA sistólica e diastólica com a AF; porém, verificaram diferenças entre os factores associados. Conseqüentemente, extrapolando estes

resultados é possível existir uma suspeita de que a AF, nos seus diversos parâmetros, possa estar associada aos valores de TA sistólica e diastólica por caminhos diferenciados (Andersen, Hasselstrom, Gronfeldt, Hansen, & Karsten, 2004).

Por fim, parece importante salientar que, apesar das evidências de uma associação significativa entre a prática da AF e os níveis satisfatórios de APCR nos valores de TA, estas associações, por norma, apresentam um poder de variância reduzido (Andersen, 1994; Leary et al., 2008). Resultados que não desconsideram o papel importante da AF na prevenção de valores elevados de TA na infância e adolescência, embora possam sugerir, em relação à necessidade de redução drástica dos valores de TA, uma dependência da modificação de outros comportamentos do estilo de vida, como, por exemplo, a modificação dos hábitos alimentares (Agirbasli et al., 2008; Cairella et al., 2007). Além disso, é necessário salientar, como já referido, a influência significativa dos factores de crescimento, desenvolvimento, maturação, idade, sexo, histórico familiar, estatuto socioeconómico, que são apresentados como variáveis intervenientes em grande parte dos estudos. Por outro lado, mais uma vez, esta reduzida associação poderá ser explicada pelos baixos níveis de AF observados na população infanto-juvenil (Brodersen et al., 2007; van Mechelen, Twisk, Post, Snel, & Kemper, 2000), já que, de facto, programas de intervenção mostram uma redução significativa dos valores de TA (Reed et al., 2008).

Em conclusão, existe uma grande diversidade de estudos sobre a complexa relação entre os diferentes contextos da AF com a APCR, obesidade com os níveis de TA. Os seus resultados parecem divergir dependentemente do tipo de estudo, amostra e métodos utilizados para a medição das variáveis em causa. Não obstante, são inúmeros os estudos que apontam para a importância da AF nos seus diversos contextos na saúde das crianças e dos adolescentes (Eisenmann, Katzmarzyk et al., 2005; Ekelund et al., 2007; Katzmarzyk et al., 1998)

## **5. *Principais Estudos***



## ***Artigo I***



# Efeitos da maturação sexual nos níveis de pressão arterial em crianças e adolescentes do sexo masculino: associação com as variáveis massa corporal, estatura e idade cronológica

CDD. 20.ed. 612.65

Anelise Reis GAYA\*  
Marcelo CARDOSO\*\*  
Adroaldo GAYA\*\*  
Paula SANTOS\*  
José OLIVEIRA\*  
José RIBEIRO\*  
José DUARTE\*  
Jorge MOTA\*

\*Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade do Porto.  
\*\* Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## Resumo

O presente estudo tem como objetivo responder à seguinte questão: os efeitos da maturação sexual (MS) sobre os níveis de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) em crianças e adolescentes do sexo masculino, entre oito e 15 anos, estudantes de 30 escolas da área periférica e central do Porto, são independentes dos efeitos das variáveis de crescimento corporal: estatura (EST); massa corporal (MC); e idade cronológica (IC)? As variáveis antropométricas EST e MC foram avaliadas segundo a metodologia proposta pelo COUNCIL OF EUROPE (1988). A pressão arterial (PA) foi medida de acordo com os métodos propostos por GILLMAN e COOK (1995) e DE SWIET et al., (1989). A amostra foi agrupada de acordo com os cinco estágios maturacionais descritos por TANNER (1962). Optou-se pela pilosidade como característica sexual secundária para a classificação pubertária dos meninos (MARTIN et al., 2001; MATSUDO Et MATSUDO, 1994). Os resultados do presente estudo sugerem que os valores de PAS sofrem influência do processo de MS (Anova). Todavia quando controlou-se os efeitos das variáveis EST e MC as diferenças deixaram de ser estatisticamente significativas. Da mesma forma quando controlou-se os efeitos da IC a PAS apresentou diferença estatisticamente significativa apenas entre os estágios II e IV. Os resultados possibilitam concluir que os níveis de PA em crianças e adolescentes do sexo masculino, não devem ser determinados pelos estágios de MS independentemente de considerar-se os efeitos dissociados das variáveis EST, MC e IC.

UNITERMOS: Maturação sexual; Pressão arterial; Crianças; Adolescentes; Massa corporal; Estatura.

## Introdução

Existem evidências de que a etiopatologia das doenças cardiovasculares (DCV) e dos seus fatores de risco se inicia na infância, justificando os objetivos de uma intensa preocupação na identificação das relações destas enfermidades com o aumento da idade (BOREHAM, SAVAGE, PRIMROSE, CRAN & STRAIN, 1993; MORRISON, JAMES, SPRECHER, KHOURY & DANIELS, 1999; STRAUSS &

POLLACK, 2001). É importante ressaltar que as crianças e adolescentes, que até pouco tempo encontravam-se fora do alvo de prevenção das enfermidades cardiovasculares, atualmente situam-se entre as principais preocupações dos profissionais da área da saúde (COOK, GILLMAN, ROSNER, TAYLOR & HENNEKENS, 2000; LAUER, BURNS, CLARKE & MAHONEY, 1991; MAN, ANDRÉ, BACHMANN, GROBBEE,

IBSEN, LAASER, LIPPERT & HOFMAN, 1991; SHEAR, BURKE, FREEDMAN & BERENSON, 1986).

A Hipertensão Arterial (HTA) está correlacionada com a interação de um número diverso de fatores: genéticos, biológicos e ambientais. A obesidade infantil é provavelmente o mais importante preditor do desenvolvimento da (HTA) na infância e na adolescência (OLIVEIRA, OLIVEIRA, ALMEIDA, ALMEIDA, FERREIRA, SILVA & ADAN, 2004), doença relacionada com inúmeros distúrbios psicossociais, desordens ortopédicas, disfunções respiratórias, *diabetes mellitus*, dislipidemias entre outras (BASTOS, MACEDO & RYUSO, 1994; JOINT NATIONAL COMMITTEE ON DETECTION, EVALUATION AND TREATMENT OF HIGH BLOOD PRESSURE, 1997; ROSA & RIBEIRO, 1999).

A avaliação do comportamento de algumas variáveis e fatores de risco relacionados as DCV no período de crescimento e desenvolvimento das crianças e adolescentes, assim como a influência do processo de maturação sexual (MS), é portanto importante. Principalmente se considerarmos as evidências e argumentos científicos que apontam as alterações ocorridas neste período como variáveis intervenientes de significativa relevância nos padrões de saúde durante a vida adulta.

As complicações tardias relacionadas ao desenvolvimento da (HTA) nesta faixa etária correspondem isoladamente as causas mais frequentes de morbimortalidade nos países desenvolvidos e em desenvolvimento (RAMES, CLARKE, CONNOR, REITER & LAUER, 1978; SALDANHA, LIMA & NETO, 1983; WALB & BURINI, 1994). No entanto a prevalência infantil desta doença ainda é baixa - 1 a 11% -, comparada aos adultos - 10 a 30% - (JOINT NATIONAL COMMITTEE ON DETECTION, EVALUATION AND TREATMENT OF HIGH BLOOD PRESSURE, 1997; ROSA & RIBEIRO, 1999; TERCEIRO... , 1999). Contudo parece cada vez mais evidente a preocupação em controlar estes valores na infância, devido as muitas afirmações resultantes de um número significativo de estudos que os valores encontrados nesta faixa etária apresentam relação com aqueles encontrados posteriormente na vida adulta (COOK et al., 2000; MAN et al., 1991; UPDATE..., 1987).

Como tal, investigar os valores de pressão arterial (PA) em crianças e adolescentes e seus possíveis fatores intervenientes se caracteriza como uma medida preventiva de alto valor para a sociedade atual. (GERBER & STERN, 1999; LECCIA, MAROTTA, MASELLA, MITRANO, GOLIA, CAPITANATA, GUIDA, CONTALDO & FERRARA, 1999; OKASHA, McCARRON, McEWEN & SMITH, 2000; SZKLO, 1979).

Entre o conjunto de variáveis intervenientes sobre os valores da PA, a MS, como observado em inúmeros estudos epidemiológicos, apresenta-se como um provável fator determinante (CHO, MUELLER, MEININGER, LIEHR & CHAN, 2001; GILLUM, PRINEAS & HORIBE, 1982), com grau de relação possivelmente superior à idade cronológica (IC). KATMARZYK, MALINA e BEUNEN (1997) sugerem a hipótese de que as crianças classificadas por IC sem considerar seu estado de maturação biológica correm o risco de se encontrarem inadequadamente classificadas em relação a suas idades biológicas.

Por outro lado, para DANIELS, OBARZANEK, BARTON, KIMM, SIMILIO e MORRISON (1996) as diferenças entre os estágios maturacionais deixaram de ser estatisticamente significativas quando controlada a estatura (EST) e a massa corporal (MC). No mesmo sentido, BEUNEN, OSTYIN, SIMONS, RENSON e VAN GERVEN (1981) e SZKLO (1979) afirmam que o aumento dos valores da PA, durante o período pubertário, é paralelo ao crescimento. LECCIA et al. (1999) ao analisarem a influência da MS e do tamanho corporal na PA em adolescentes de ambos os sexos sugerem que o efeito da MS na PA decorre prioritariamente do crescimento e do tamanho corporal.

Entretanto, CHO et al. (2001), em estudo com crianças e adolescentes provenientes de três diferentes etnias, observaram que há influência da MS nos valores de PA, independente das variáveis: EST, MC e IC. No mesmo sentido apontam os estudos de BALOGUN, OBAJULUWA, ABEREJOJE, OLAOGUN, OYEYEMI e BALOGUN (1990).

Assim, se por um lado parece ocorrer consenso sobre a influência da MS sobre o comportamento da PA, por outro lado, definir se esta influência ocorre independentemente ou não de outras variáveis relacionadas ao crescimento e a IC é ainda um tema bastante discutido (DANIELS et al., 1996; LONDE, JOHANSON, KRONEMER & GOLDRING, 1975; VARTIAINEN, TUOMILEHTO & NISSINEN, 1986).

No contexto destes debates situa-se a presente investigação cujo objetivo é responder a seguinte questão:

Os efeitos da MS sobre os níveis de PAS e PAD em crianças e adolescentes do sexo masculino, entre oito e 15 anos, são independentes dos efeitos das variáveis de crescimento corporal: 1) EST; 2) MC e, 3) da (IC)?

## Materiais e métodos

A presente investigação, devidamente aprovado pelo Comitê de Ética do Ministério Português para a Ciência e Tecnologia, consiste num estudo de corte transversal que faz parte do Projeto Fatores de Risco das Doenças Cardiovasculares em Crianças e Adolescentes do Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física - Universidade do Porto.

A amostra é do tipo aleatória por conglomerados e foi constituída por 416 crianças e adolescentes do sexo masculino, entre oito e 15 anos de idade cronológica. Todos eram estudantes de 30 escolas da área periférica e central da Cidade do Porto.

Todos os sujeitos participantes do estudo, eram saudáveis e no momento isentos de qualquer tipo de medicação. Participaram do estudo apenas as crianças e adolescentes que apresentaram autorização por escrito dos encarregados de educação

### Instrumentos e medidas

#### Maturação sexual

A amostra se encontra estratificada de acordo com os cinco estágios de MS propostos por TANNER (1962). Foram utilizados apenas os pêlos púbicos para a classificação da fase pubertal. A opção por esta característica sexual secundária está de acordo com os estudos realizado por MARTIN, UEZU, PARRA, ARENA, BOJKIAN e BÖHME (2001) e MATSUDO e MATSUDO (1994) que afirmam que a auto-avaliação da pilosidade pubiana se mostrou mais eficaz do que a auto-avaliação do estágio de desenvolvimento dos genitais, principalmente no sexo masculino. Os mesmos autores ainda defendem a importância de considerar, em estudos de campo, a facilidade de reconhecer a fase da maturação que se encontram os sujeitos, quando se utiliza os pêlos púbicos. Os dados foram obtidos individualmente por auto-avaliação realizada através de figuras (MORRIS & UDRY, 1980).

#### Pressão arterial

A medição da PA foi realizada conforme sugerido na literatura (GILLMAN & COOK, 1995) e foi devidamente validada para crianças e adolescentes portugueses por DUARTE, GUERRA, RIBEIRO, COSTA e MOTA (2000). Os sujeitos da amostra encontravam-se em jejum, sentados, com o braço direito exposto ao nível do coração. Utilizou-se um esfigmomanômetro

eletrônico da marca Dinamap, modelo bp 8800, com braçadeiras disponíveis em três tamanhos diferentes utilizadas de acordo com a circunferência do braço das crianças, como sugerido nas publicações de referência para aferição da PA em crianças e adolescentes (DE SWIET, DILLON, LITTLER, O'BRIEN, PADFIELD & PETRIE, 1989). As medições foram realizadas após os sujeitos permanecerem em repouso durante pelo menos cinco minutos (primeira medição), e após um repouso de 10 minutos (segunda medição). Ocorrendo uma diferença superior a 2 mmHg entre as duas medições, se efetuava, após cinco minutos de repouso a terceira medição. O valor final foi obtido através da média aritmética dos valores das medições.

#### Massa corporal

A massa corporal foi medida em kg através de uma balança digital -SECA 708- com aproximação aos centésimos, conforma a técnica descrita pelo COUNCIL OF EUROPE (1988) estando os sujeitos descalços em calção e camiseta. Foram realizadas duas medições e calculou-se a média aritmética. Caso houvesse uma diferença superior a 0,2 kg realizava-se uma nova medição.

#### Estatura

Os valores de estatura foram medidos em metros com aproximação aos milímetros através de um estadiômetro Holtain. Considerando o plano de referência do solo e o vértex, conforme a técnica proposta por COUNCIL OF EUROPE (1988). Foram realizadas duas medições e calculou-se a média aritmética. Caso houvesse uma diferença superior a 2 mm realizava-se uma nova medição.

#### Idade cronológica

Calculada através da idade decimal, com arredondamento para o número inteiro mais próximo.

#### Tratamento estatístico dos dados

Os dados foram analisados através do Statistical Package for a Social Science 11,5 para Windows, com um nível de significância pré-determinado em  $p < 0,05$ .

A análise descritiva dos dados (média e desvio-padrão) foi realizada para caracterizar e descrever a

amostra. A análise de variância (One-Way Anova) foi utilizada para testar as diferenças existentes entre os estágios de maturação sexual. As diferenças entre os grupos foram localizadas através do Teste de Comparações Múltiplas Post-Hoc Dunnett-C.

A análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada para definir os valores de pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica em cada estágio maturacional a partir do controle das variáveis concomitantes EST, MC e IC.

## Resultados

As características da amostra com suas respectivas médias e desvio padrão são apresentadas na TABELA 1.

Na TABELA 2 verifica-se o aumento dos valores médios no decorrer do processo de MS nas variáveis IC, EST, MC, PAS e PAD. Através da Análise da Variância (Anova), foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os estágios maturacionais de todas as variáveis estudadas, com exceção dos valores médios da PAD.

Os valores médios da PAS, PAD resultantes do Teste de Covariância Ancova, com as variáveis IC, MC e EST como variáveis concomitantes são apresentados na TABELA 3. Observa-se que houve modificação nos valores médios das variáveis PAS e PAD em todos os casos. No entanto, considerando a questão orientadora desta pesquisa, enfatiza-se que ao controlar os efeitos compartilhados das variáveis MC e EST, as diferenças estatisticamente significativas entre os estágios maturacionais na variável

PAS deixam de ocorrer. Por fim, ao controlarmos a IC, a análise de covariância indicou a redução entre as diferenças existentes entre os valores médios de cada estágio maturacional, permanecendo a diferença estatisticamente significativa apenas entre os estágios maturacionais II e IV.

Na TABELA 4 é possível verificar o número de IC presente em cada um dos estágios de MS.

TABELA 1 - Caracterização da amostra: valores médios ( $\bar{X}$ ) e desvio-padrão (DP) da Idade cronológica, Massa corporal, Estatura, Pressão arterial sistólica e diastólica.

	N = 416	$\bar{X}$	DP
Idade Cronológica (anos)		10,44	2,27
Massa Corporal (kg)		39,31	12,37
Estatura (cm)		142,04	14,37
Pressão Arterial Sistólica (mmHg)		117,29	9,86
Pressão Arterial Diastólica (mmHg)		61,16	10,12

TABELA 2 - Valores médios ( $\bar{X}$ ) e desvio-padrão ( $\pm$ ) das variáveis Idade cronológica, Massa corporal, Estatura, Pressão arterial sistólica e diastólica classificadas de acordo com os Estágios maturacionais propostos por TANNER (1962).

Diferenças estatisticamente significativas  $p < 0,05$ :  
a (I ≠ II) / b (I ≠ III) /  
c (I ≠ IV) / d (I ≠ V) /  
e (II ≠ III) / f (II ≠ IV) /  
g (II ≠ V) / h (III ≠ IV) /  
i (III ≠ V) / j (IV ≠ V)

Tanner	Estágio I	Estágio II	Estágio III	Estágio IV	Estágio V
N	263	35	41	59	18
Idade Cronológica (anos)	8,89 ± 0,73 (8-12) <sup>abc,d</sup>	11,60 ± 1,45 (10-15) <sup>efg</sup>	12,80 ± 0,87 (11-15) <sup>h,i</sup>	13,73 ± 0,71 (12-15) <sup>j</sup>	14,67 ± 0,48 (14-15)
Massa Corporal (kg)	32,94 ± 7,55 <sup>abc,d</sup>	41,75 ± 11,84 <sup>efg</sup>	48,09 ± 8,84 <sup>h,i</sup>	54,57 ± 9,42	57,61 ± 10,24
Estatura (cm)	133,42 ± 6,97 <sup>abc,d</sup>	145,79 ± 7,91 <sup>f,g,e</sup>	154,13 ± 9,68 <sup>h,i</sup>	162,29 ± 8,69 <sup>j</sup>	166,82 ± 9,22
Pressão Arterial Sistólica (mmHg)	114 ± 8,86 <sup>b,c,d</sup>	116 ± 10,94 <sup>f,g</sup>	119 ± 9,26	124 ± 8,20	126 ± 10,26
Pressão Arterial Diastólica (mmHg)	60 ± 11,19	58 ± 7,66	62 ± 6,80	63 ± 8,21	65 ± 7,68

TABELA 3 - Valores médios ( $\bar{X}$ ) e desvio-padrão ( $\pm$ ) das variáveis Pressão arterial sistólica e diastólica resultantes do controle de variáveis concomitantes: Estatura, Massa corporal e Idade cronológica (Análise de Covariância - Ancova).

	Estágios Tanner	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	Idade Cronológica (anos)
Pressão Arterial Sistólica (mmHg)	Estágio I	117,08 $\pm$ 0,61	117,58 $\pm$ 0,72	116,12 $\pm$ 1,01
	Estágio II	115,15 $\pm$ 1,45	114,82 $\pm$ 1,49	*115,05 $\pm$ 1,65
	Estágio III	116,60 $\pm$ 1,40	115,84 $\pm$ 1,52	117,63 $\pm$ 1,91
	Estágio IV	119,21 $\pm$ 1,34	118,13 $\pm$ 1,60	121,86 $\pm$ 2,14
	Estágio V	119,87 $\pm$ 2,12	118,41 $\pm$ 2,48	122,81 $\pm$ 3,13
Pressão Arterial Diastólica (mmHg)	Estágio I	61,26 $\pm$ 0,72	61,19 $\pm$ 0,83	60,43 $\pm$ 1,12
	Estágio II	58,42 $\pm$ 1,70	58,41 $\pm$ 1,71	58,77 $\pm$ 1,84
	Estágio III	61,50 $\pm$ 1,64	61,57 $\pm$ 1,75	62,65 $\pm$ 2,12
	Estágio IV	61,56 $\pm$ 1,57	61,75 $\pm$ 1,84	63,51 $\pm$ 2,38
	Estágio V	62,91 $\pm$ 2,59	63,09 $\pm$ 2,85	65,25 $\pm$ 3,48

\* 2  $\neq$  4 (diferenças estatisticamente significativas  $p < 0,05$ ).

TABELA 4 - Percentagem de Idades cronológicas estratificadas pelos cinco estágios de Maturação sexual propostos por TANNER (1962).

Idade Cronológica (anos)	8	9	10	11	12	13	14	15
Estágios								
Tanner I	29,3%	54,8%	14,1%	1,1%	0,8%	-	-	-
Tanner II	-	-	40,0%	2,9%	20,0%	34,3%	2,9%	-
Tanner III	-	-	-	4,9%	29,3%	51,2%	9,8%	4,9%
Tanner IV	-	-	-	-	1,7%	37,3%	47,5%	13,6%
Tanner V	-	-	-	-	-	-	33,3%	66,7%

## Discussão

Encontramos na literatura uma variedade de estudos que apresentam como resultado a associação da MS com os valores de PA (BEUNEN et al., 1981; LECCIA et al., 1999; SZKLO, 1979). No presente estudo, os resultados sugerem, em primeiro lugar, que a influência da MS nos valores de PA deve-se principalmente aos efeitos das variáveis EST e MC. Estes resultados corroboram a hipótese de DANIELS et al. (1996), BASTOS, MACEDO e RYUSO (1993) e SINAICO (1996) que observaram, a importância da MC e EST no diagnóstico de HTA.

Em segundo lugar, os resultados desta investigação permitem ainda afirmar que a influência da MS nos valores de PA deve-se principalmente aos efeitos dissociados das variáveis EST e MC. Em outras palavras, é possível afirmar que há efeitos independentes das variáveis MC e EST sobre a PA, o que

pressupõe a necessidade de considerarmos a relevância de ambas, MC e EST, na avaliação da PA em crianças e adolescentes. Este resultado corrobora as preocupações de REZENDE, SCARPELLI, SOUZA, COSTA, SCARPELLI, SCARPELLI, CARVALHO, D'AGOSTINI e PEDROSA (2003) quanto ao fato da EST, ao ser frequentemente relacionada com a MC, gerar dificuldades em dimensionar a sua importância como variável interveniente na PA.

Outras evidências corroboram as conclusões da presente pesquisa. São os normogramas mais recentes criados para classificar as crianças de acordo com os seus valores de PA (GILLUM, PRINEAS & HORIBE, 1982; ROSNER, HENNEKENS & KASS, 1993). Como exemplo desta afirmação refere-se a publicação do National Heart Lung and Blood Institute (UPDATE..., 1987) que apresenta uma tabela de valores

normativos para a PA considerando os efeitos da EST e IC. MACEDO, LOPES, PEREIRA e FREITAS (1997) realizaram o mesmo procedimento para crianças portuguesas, tendo como pressuposto a relevância dos padrões de crescimento, evitando, dessa forma, diagnósticos equivocados para cada grupo etário em relação à EST e a MC. Presume-se que a dificuldade de acesso aos efeitos específicos da influência da MS na PA e dos fatores EST e MC, decorrem do fato dessas variáveis estarem fortemente correlacionadas (MARSHALL & TANNER, 1969).

Por fim, em terceiro lugar, optou-se nesta investigação por controlar a variável IC, estratégia sustentada devido a dispersão da IC de crianças e adolescentes em cada estágio maturacional (TABELA 4). Assim, embora a análise da variância (TABELA 2) sugira diferenças estatisticamente significativas entre todos os estágios maturacionais, a análise de covariância com o controle da IC (TABELA 3), indicou a redução entre as diferenças existentes entre os valores médios de cada estágio maturacional, permanecendo a diferença estatisticamente significativa apenas entre os estágios maturacionais II e IV. Estes resultados sugerem que ao considerarmos a IC nas equações de predição, corrige-se prováveis erros de estimativa da PA em crianças e adolescentes. Os resultados corroboram

um conjunto de estudos que relatam o aumento nos valores médios de PA com o aumento da IC (BROTONS, SINGH, NISHIO & LABARTHE, 1989; GUERRA, RIBEIRO, COSTA, DUARTE & MOTA, 2001; HANSEN, HYLDEBRANDT, NIELSEN & FROBERG, 1990; MORRISON et al., 1999). Por outro lado, muitos autores defendem a importância em considerar as variações biológicas em comparação apenas a IC, já que crianças com a mesma IC apresentam diferenças em relação ao momento maturacional que se encontram, fenômeno claramente evidenciado no presente estudo. Teoricamente a maturação biológica é um aspecto da maturação correlacionado mas não simultâneo com a IC, como sugere o fato de sujeitos com a mesma IC se tornarem adultos precocemente. Isto, evidentemente, está implicado no fato de que o relógio biológico interno é distinto do calendário (TANNER, 1981).

Em síntese, pode-se afirmar que a identificação das variáveis intervenientes e das relações entre elas na aferição da PA é uma estratégia relevante para o adequado diagnóstico em crianças e adolescentes. A implementação de mensurações mais sofisticadas com a sugestão de equações de predição que considerem a EST, MC e IC, entre outras, como demonstraram os resultados desta pesquisa, são importantes.

## Conclusões

Os resultados do presente estudo sugerem as seguintes principais inferências:

- Os valores de PAS, não apresentam diferenças estatisticamente significativas quando as comparações entre os níveis de MS controlam os efeitos das variáveis EST e MC.

- A PA apresenta valores estatisticamente significativos apenas entre os estágios II e IV quando as comparações entre os níveis de MS controlam os efeitos da variável IC.

Deste modo, os níveis de PA em crianças e adolescentes do sexo masculino, não devem ser determinados pelos estágios de MS independentemente de considerar-se os efeitos dissociados das variáveis EST, MC e IC. Sugere-se que a medição da PA nesta população deve ser efetivada a partir de uma equação de predição que considere além dos estágios maturacionais, a IC e as variáveis de crescimento como a MC e EST.

## Abstract

Effects of sexual maturation on blood pressure of male children and adolescents with different body mass, height and chronological age

The aim of this study was to analyse if the effects of sexual maturation (SM) on systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) are independent of body growth (height, weight, chronological age), in boys aged 8-15 years old. Height and weight were determined by standard anthropometric

methods (COUNCIL OF EUROPE, 1988). Blood pressure (BP) was measured according to standard methods (GILLMAN & COOK, 1995). Pubic hair was chosen as a secondary sexual characteristic for the puberty classification in boys (MATSUDO & MATSUDO, 1994; TANNER, 1962). The results of the present study show that SBP is influenced by SM (Anova). Results of the Ancova, with height and weight as the covariates, did not show statistically significant differences. When chronological age is the covariate, the BP shows statistically significant differences only between SM stages II and IV. Conclusion: Boys BP should not be determined by SM alone. The effects of height, weight and chronological age should be considered.

UNITERMS: Sexual Maturation; Blood Pressure; Boys; Weight; Height.

## Referências

- BALOGUN, J.A.; OBAJULUWA, V.A.; ABEREJOJE, O.K.; OLAOGUN, M.O.; OYEYEMI, A.Y.; BALOGUN, M.O. Anthropometric determinants of resting blood pressure and heart rate of Nigerian school children. *Annals of Tropical Paediatrics*, London, v.10, p.425-31, 1990.
- BASTOS, H.; MACEDO, C.S.; RIYUSO, M.C. Pressão arterial: conceito de normalidade. *Pediatria Moderna*, São Paulo, v.29, p.223-37, 1993.
- \_\_\_\_\_. Hipertensão arterial na criança. *Revista Doenças Cardiovasculares*, v.35, p.23-6, 1994.
- BEUNEN, G.P.; OSTYN, M.; SIMONS, J.; RENSON, R.; VAN GERVEN, D. Chronological age and biological age as related to physical fitness in boys 12 to 19 years. *Annals of Human Biology*, London, v.8, p.321-31, 1981.
- BOREHAM, C.; SAVAGE, J.M.; PRIMROSE, D.; CRAN, G.; STRAIN, J. Coronary risk factors in schoolchildren. *Archives of Disease Childhood*, London, v.68, p.182-6, 1993.
- BROTONS, C.; SINGH, P.; NISHIO, T.; LABARTHE, D.R. Blood pressure by age in childhood and adolescents: a review of 129 surveys worldwide. *International Journal of Epidemiology*, London, v.18, p.824-9, 1989.
- CHO, S.D.; MUELLER, W.H.; MEININGER, J.C.; LIEHR, P.; CHAN, W. Blood pressure and sexual maturity in adolescents: the heartfelt study. *American Journal of Human Biology*, New York, v.13, p.227-34, 2001.
- COOK, N.R.; GILLMAN, M.W.; ROSNER, B.A.; TAYLOR, J.O.; HENNEKENS, C.H. Combining annual blood pressure measurements in childhood to improve prediction of young adult blood pressure. *Statistics in Medicine*, Chichester, v.19, p.2625-640, 2000.
- COUNCIL OF EUROPE. *The Eurofit test battery*. Strasbourg: Council of Europe, 1988.
- DANIELS, S.R.; OBARZANEK, E.; BARTON, B.A.; KIMM, S.Y.; SIMILIO, S.L.; MORRISON, J.A. Sexual maturation and racial differences in blood pressure in girls. The National Heart, Lung, and Blood Pressure Institute Growth and Health Study. *Journal of Pediatrics*, St. Louis, v.129, p.208-13, 1996.
- De SWIET, M.; DILLON, M.; LITTLER, W.; O'BRIEN, E.; PADFIELD, P.; PETRIE, J.C. Measurement of blood pressure in children. Recommendations of a working party of the British Hypertension Society. *British Medical Journal*, London, v.299, p.497-8, 1989.
- DUARTE, J.; GUERRA, S.; RIBEIRO, J.; COSTA, R.; MOTA, J. Blood pressure in pediatrics years (8-13 years old) in the Porto region. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, Lisboa, v.19, n.7-8, p.809-19, 2000.
- GERBER, L.M.; STERN, P.M. Relationship of body size and body mass to blood pressure: sex-specific and development influences. *Human Biology: an International Record of Research*, Detroit, v.71, n.44, p.505-28, 1999.
- GILLMAN, M.; COOK, N. Blood pressure measurement in childhood epidemiological studies. *Circulation*, Dallas, v.92, p.1049-57, 1995.-
- GILLUM, R.F.; PRINEAS, R.J.; HORIBE, H. Maturation vs age: assessing blood pressure by height. *Journal of the National Medical Association*, New York, v.74, p.43-6, 1982.
- GUERRA, S.; RIBEIRO, J.C.; COSTA, R.; DUARTE, J.; MOTA, J. Relationship between cardiorespiratory fitness, body composition and blood pressure in school children. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Torino, v.41, p.1-7, 2001.
- HANSEN, H.S.; HYDELBRANDT, N.; NIELSEN, J.R.; FROBERG, K. Blood pressure distribution in a school-age population aged 8-10 years: the Odense Schoolchild Study. *Journal of Hypertension*, London, v.8, p.641-6, 1990.

- JOINT NATIONAL COMMITTEE ON DETECTION, EVALUATION AND TREATMENT OF HIGH BLOOD PRESSURE. The sixty report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. *Archives of Internal Medicine*, Chicago, v.157, p.2413-46, 1997.
- KATZMARZYK, P.T.; MALINA, R.M.; BEUNEN, G.P. The contribution of biological maturation to the strenght and motor fitness of children. *Annals of Human Biology*, London, v.24, p.493-505, 1997.
- LAUER, R.M.; BURNS, T.L.; CLARKE, W.R.; MAHONEY, L. T. Childhood predictors of future blood pressure. *Hypertension*, Dallas, v.18, p.174-81, 1991.
- LECCIA, G.; MAROTTA, T.; MASELLA, M.R.; MITRANO, G.; GOLIA, F.; CAPITANATA, P.; GUIDA, F.; CONTALDO, F.; FERRARA, L.A. Sex-related influence of body size and sexual maturation on blood pressure in adolescents. *European Journal of Clinical Nutrition*, London, v.53, p.333-7, 1999.
- LONDE, S.; JOHANSON, A.; KRONEMER, N.S.; GOLDRING, D. Blood pressure and puberty. *Pediatrics*, London, v.87, p.869-900, 1975.
- MACEDO, M.E.; LOPES, L.; PEREIRA, A.; FREITAS, A.S. Normogramas da pressão arterial em crianças e adolescentes de acordo com a idade e a altura. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, Lisboa, v.16, n.9, p.679-682, 1997.
- MAN, S.A.; ANDRÉ, J.L.; BACHMANN, H.; GROBBEE, D.E.; IBSEN, K.K.; LAASER, U.; LIPPERT, P.; HOFMAN, A. Blood pressure in childhood: pooled findings of six European studies. *Journal of Hypertension*, London, v.9, p.109-14, 1991.
- MARSHALL, W.A.; TANNER, J.M. Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Archives of Disease Childhood*, London, v.44, p.291-301, 1969.
- MARTIN, R.H.C.; UEZU, R.; PARRA, S.A.; ARENA, S.S.; BOJIKIAN, L.P.; BÖHME, M.T.S. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da utilização de desenhos e fotos. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v.15, n.2, p.212-22, 2001.
- MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.K. Self-assessment of sexual maturity in Brazilian boys and girls: concordance and reproducibility. *American Journal of Human Biology*, New York, v.6, p.451-5, 1994.
- MORRIS, N.M.; UDRY, J.R. Validation of a self-administered instrument to asses stage of adolescent development. *Journal of Youth and Adolescent*, New York, v.9, n.3, 1980.
- MORRISON, J.A.; JAMES, F.W.; SPRECHER, D.L.; KHOURY, P.R.; DANIELS, S.R. Sex and race differences in cardiovascular risk factor changes in schoolchildren, 1975- 1990: The Princeton School Study. *American Journal of Public Health*, New York, v.89, n.11, p.1708-14, 1999.
- OKASHA, M.; McCARRON, P.; McEWEN, J.; SMITH, G.D. Determinants of adolescents blood pressure: findings from the Glasgow University student cohort. *Journal of Human Hypertension*, Houndmills, v.14, p.117-24, 2000.
- OLIVEIRA, A.M.A.O.; OLIVEIRA, A.C.; ALMEIDA, M.S.; ALMEIDA, F.S.; FERREIRA, J.B.C.; SILVA, C.E.P.; ADAN, L.F. Fatores ambientais e antropométricos associados à hipertensão arterial infantil. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, Rio de Janeiro, v.48, n.6, p.849-54, 2004.
- RAMES, L.K.; CLARKE, W.R.; CONNOR, W.E.; REITER, M.A.; LAUER, R.M. Normal blood pressure elevation in childhood: the Muscatine Study. *Pediatrics*, Springfield, v.61, p.245- 51, 1978.
- REZENDE, D.F.; SCARPELLI, R. A.B.; SOUZA, G.F.; COSTA, J.O.; SCARPELLI, A.M.B.; SCARPELLI, P.A.; CARVALHO, G.B.; D'AGOSTINI, H.M.; PEDROSA, J.C. Prevalência da hipertensão arterial sistêmica em escolares de 7 a 14 anos do município de Barbacena, Minas Gerais. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, São Paulo, v.81, n.4, p.375-80, 2003.
- ROSA, A.A.; RIBEIRO, J.P. Hipertensão arterial na infância e na adolescência: fatores determinantes. *Jornal de Pediatria*, Rio de Janeiro, v.75, p.75-82, 1999.
- ROSNER, B.; HENNEKENS, C.H.; KASS, E.H. Age-specific correlation analysis of longitudinal blood pressure data. *American Journal of Epidemiology*, Baltimore, v.106, p.306-13, 1993.
- SALDANHA, R.V.; LIMA, J.J.G.; NETO, J.M. Hipertensão arterial sistêmica. In: MARCRUZ, R.; SNITCOWSKY, R. *Cardiologia pediátrica*. São Paulo: Sarvier, 1983. p.589-99.
- SHEAR, C.L.; BURKE, G.L.; FREEDMAN, D.S.; BERENSON, G.S. Value of childhood blood pressure measurements and family history in predicting future blood pressure status: results from 8 years of follow-up in the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*, Springfield, v.77, p.862-9, 1986.
- SINAIKO, A.R. Hypertension in children. *The New England Journal of Medicine*, Boston, v.335, p.1968-73, 1996.
- STRAUSS, R.S.; POLLACK, H.A. Epidemic increase in childhood overweight, 1986-1998. *Journal of the American Medical Association*, Chicago, v.288, p.1994-2000, 2001.

- SZKLO, M. Epidemiologic of blood pressure in children. *Epidemiologic Reviews*, Baltimore, v.1, p.143-60, 1979.
- TANNER, J.M. **Growth at adolescence**: with a general consideration of effects of hereditary and environmental factors upon growth and maturation from birth of maturity. 2nd. ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1962.
- \_\_\_\_\_. **A history of the study of human growth**. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- TERCEIRO congresso brasileiro de hipertensão arterial. *Revista Brasileira de Cardiologia*, São Paulo, v.1, p.96-131, 1999.
- UPDATE on task force 1987 on high blood pressure in children and adolescents: a working group from de National High Blood Pressure Education Program. *Pediatrics*, Springfield, v.98, p.649-58, 1996.
- VARTAINEN, E.; TUOMILEHTO, J.; NISSINEN, A. Blood pressure in puberty. *Acta Paediatrica Scandinavica*, Stockholm, v.75, p.626-31, 1986.
- WALB, P.H.; BURINI, R.C. Efeitos do condicionamento físico aeróbico no controle da pressão arterial. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, São Paulo, v.64, n.3, 1994.

ENDEREÇO

Anelise Reis Gaya  
Centro de Investigação em Actividade Física, Saúde e Lazer  
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física  
Universidade do Porto  
R. Plácido Costa, 91  
4200-450 - Porto - PORTUGAL  
e-mail: anegaya@fcdef.up.pt

Recebido para publicação: 12/04/2005  
Revisado: 04/11/2005  
Aceito: 05/12/2005



## ***Artigo II***



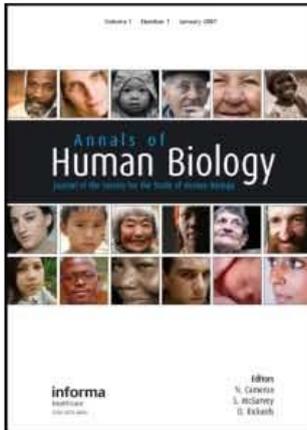
This article was downloaded by: [Gaya, Anelise Reis]

On: 4 June 2009

Access details: Access Details: [subscription number 912037668]

Publisher Informa Healthcare

Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954 Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



### Annals of Human Biology

Publication details, including instructions for authors and subscription information:  
<http://www.informaworld.com/smp/title~content=t713723502>

### Association between time spent in sedentary, moderate to vigorous physical activity, body mass index, cardiorespiratory fitness and blood pressure

Anelise Reis Gaya <sup>a</sup>, Alberto Alves <sup>a</sup>, Luisa Aires <sup>a</sup>, Clarice Lucena Martins <sup>a</sup>, José Carlos Ribeiro <sup>a</sup>, Jorge Mota <sup>a</sup>

<sup>a</sup>FADE-UP, Research Centre in Physical Activity Health and Leisure, Porto, Portugal

First Published on: 11 May 2009

**To cite this Article** Gaya, Anelise Reis, Alves, Alberto, Aires, Luisa, Martins, Clarice Lucena, Ribeiro, José Carlos and Mota, Jorge(2009)'Association between time spent in sedentary, moderate to vigorous physical activity, body mass index, cardiorespiratory fitness and blood pressure', *Annals of Human Biology*, 36:4, 379 — 387

**To link to this Article: DOI:** 10.1080/03014460902817976

**URL:** <http://dx.doi.org/10.1080/03014460902817976>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Full terms and conditions of use: <http://www.informaworld.com/terms-and-conditions-of-access.pdf>

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden.

The publisher does not give any warranty express or implied or make any representation that the contents will be complete or accurate or up to date. The accuracy of any instructions, formulae and drug doses should be independently verified with primary sources. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

ORIGINAL ARTICLE

## Association between time spent in sedentary, moderate to vigorous physical activity, body mass index, cardiorespiratory fitness and blood pressure

ANELISE REIS GAYA, ALBERTO ALVES, LUISA AIRES,  
CLARICE LUCENA MARTINS, JOSÉ CARLOS RIBEIRO & JORGE MOTA

FADE-UP, Research Centre in Physical Activity Health and Leisure, Porto, 4200-450 Portugal

(Received 22 July 2008; revised 11 February 2009; accepted 11 February 2009)

### Abstract

**Background:** Elevated blood pressure (BP) has been reported in young people and seems to be associated with body mass index (BMI) and reduced physical activity (PA).

**Aim:** This study sought to analyse the association of BP with BMI, PA intensity patterns and cardiorespiratory fitness (CRF) in youth.

**Subjects and methods:** A cross-sectional study was carried out including 66 boys ( $13.91 \pm 1.76$ ) and 97 girls ( $14.02 \pm 1.71$ ). Anthropometric characteristics, CRF and BP were assessed during school time and accelerometers were utilized to determine intensity of PA.

**Results:** The linear regression model, adjusted for age, sex and height, showed that higher values of BMI were associated ( $p \leq 0.05$ ) with higher values of systolic blood pressure (SBP) (1.39; 95% CI: 0.56; 2.23) and diastolic blood pressure (DBP) (1.52; 95% CI: 0.68; 2.37). Additionally, SBP, but not DBP, was inversely associated ( $p \leq 0.05$ ) with moderate PA ( $-0.25$ ; 95% CI:  $-0.47$ ;  $-0.02$ ) and positively correlated with sedentary activities (0.04; 95% CI: 0.00; 0.08).

**Conclusion:** The present study showed that BMI and time spent in sedentary activities were inversely associated with SBP. However, time spent in moderate PA was positively associated with SBP. BMI was the single predictor of DBP.

**Keywords:** Daily physical activity, accelerometers, blood pressure, children, adolescents, BMI

### Introduction

Essential hypertension (HT) is one of the main identified risk factors for coronary heart disease, stroke and renal disease in adults (Berenson et al. 1998). In the last decade, elevated blood pressure (BP) has been reported in children and adolescents (Jago et al. 2006). A recent study found that the prevalence of hypertension ranged from 2.8% to

---

Correspondence: Anelise Reis Gaya, FADE-UP, Research Centre in Physical Activity Health and Leisure, Porto, 4200-450 Portugal. E-mail: anegaya@fade.up.pt

22.3% in youth (Monyeki and Kemper 2008). Therefore, elevated BP seems to be becoming a common health problem in childhood and adolescence (Falkner 2008).

Recent research indicates that children and adolescents with SBP and DBP above the criterion values established by the literature are at increased risk of hypertension and metabolic syndrome later in life (Sun et al. 2008). Furthermore, elevated BP established early in life appears to be associated with early development of other metabolic consequences such as cholesterol disorders and insulin resistance (NHBP 2004). The main cause for the increased number of children and adolescents with high values of BP seems to be the epidemic of overweight and obesity in childhood and adolescence (Thompson et al. 2007). A number of studies have shown that level of BP is strongly predicted by body mass index (Thompson et al. 2007). Overweight and obesity in children is associated with higher BP compared to those children who are not overweight. Additionally, higher levels of BP have been found in children who were less physically active (Sugiyama et al. 2007).

In order to prevent high BP in youth, it has been recommended that the BP of children and adolescents should be measured more regularly and that they should adopt a healthy lifestyle including regular physical activity (NHBP 2004). These suggestions are consistent with data showing the association of lifestyle modifications with weight loss and increased cardiorespiratory fitness (CRF) (Schoenenberger et al. 2007). A recent meta-analysis confirmed that regular physical activity (PA) in adults induces a positive effect on both systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) (Fagard 2005).

Nevertheless, the relationship of PA with BP in youth remains unclear (Sugiyama et al. 2007; Leary et al. 2008). One reason for these discrepancies might lie on the different methods used to measure PA. Recent studies advocated that accelerometers provide an objective, practical, accurate and reliable means of quantifying the amount and intensity of PA and sedentary behaviours (Reilly et al. 2008). Furthermore, it has been suggested that different PA intensities may be linked to differences in expected outcome effects. For instance, children and adolescents who engage in larger amounts of vigorous but not moderate PA tend to have better CRF and lower body fat than those who do not (Katzmarzyk et al. 1999).

Therefore, this study sought to analyse the association of BP with PA intensity patterns (sedentary, moderate and vigorous), assessed by accelerometers, CRF and BMI in youth.

## Methods

This cross-sectional study was carried out as part of a longitudinal research project aiming to analyse the prevalence of cardiovascular risk factors and their relationship with PA and CRF in children and adolescents aged 8–17 years old of both sexes. This study was conducted at Porto, Portugal and comprised five primary and high schools.

### *Participants*

A total of 2184 children and adolescents of both sexes (aged 8–17 years) were analysed in a longitudinal study. However, for the purpose of the present study only young subjects who wore accelerometers ( $n=521$ ) during seven consecutive days were selected. Thus, the present study included 163 youngsters (66 boys; 97 girls) from 11 to 17 years of age, who complied with the correct usage policy of accelerometers. Children and adolescents who

failed to wear an accelerometer for at least for 4 days were excluded from the study. Schools approved the study protocol and all parents signed an informed consent form. Students were apparently healthy and free of medical treatment. All measures were carried out by the same group (Physical Education teachers, medical doctor and nurse). This study was approved by the Foundation for the Science and Technology of the Portuguese Ministry of Education.

#### *Anthropometric and body composition measurements*

Body height was measured to the nearest mm in bare or stocking feet with the adolescent standing upright against a Holtain Stadiometer. Weight was measured to the nearest 0.10 kg, lightly dressed and after having breakfast, using an electronic weight scale (Seca 708 portable digital beam scale). Body mass index was calculated from the ratio of body weight (kg)/body height ( $m^2$ ) described in previous studies (Guerra et al. 2001).

#### *Maturation stage*

Data regarding the maturational stage were collected by individual self-assessment conducted by pictures. Each subject self-assessed his/her stages of secondary sex characteristics which were classified from pre-pubertal (stage I) to mature stage (stage V). Stage of breast in females and pubic hair in males was evaluated according to the Tanner's criteria and previously used and validated in a similar sample (Mota et al. 2002).

#### *Assessment of physical activity*

Physical activity variables were assessed with the accelerometer Actigraph GT1M (ActiGraph, LLC, Pensacola, FL, USA). The students wore the accelerometer in an elastic waistband on the right hip during the daytime, except while sleeping, bathing and during other aquatic activities. A data sheet was given to students who were instructed to record the time when the monitor was attached in the morning and detached in the evening and also when they did any aquatic activity.

The subjects wore the Actigraph over seven consecutive days in order to obtain a reliable picture of the habitual PA (Trost et al. 2005). Children who did not manage to record more than 480 min  $day^{-1}$  of activity for more than 4 days were excluded from further analyses. The averaged daily monitoring time during the week days was  $13.6 \pm 1.02$  h for boys and  $13.4 \pm 1.05$  h for girls, and on weekend days was  $12.06 \pm 1.67$  h for boys and  $11.72 \pm 1.55$  h for girls. The recorded data was downloaded by a Reader Interface Unit (RIU) connected to a computer with the software supplied with the RIU analyser. Activity data were stored on a 1 min interval (epoch), similar to other studies (Puyau et al. 2002; Ekelund et al. 2004). We used the count ranges corresponding to the same intensity levels used by Andersen et al. (2006): sedentary activities ( $<500$  counts  $min^{-1}$ ), moderate ( $\geq 2000$  counts  $min^{-1}$ ) and vigorous ( $\geq 3000$  counts  $min^{-1}$ ) intensity PA. These cut-off points were previously used in other studies (Ekelund et al. 2007) and in similar contexts because published cut-off points for different intensity levels vary substantially (Freedson et al. 1998; Puyau et al. 2002), and they provide very different results from the same data and are therefore not comparable. Specially written software MAHUFFE (developed by [www.mrc-epid.cam.ac.uk](http://www.mrc-epid.cam.ac.uk)) was used for data reduction and further analyses. The outcome variables were daily activity counts

(counts  $\text{min}^{-1} \text{day}^{-1}$ ), which is an indicator of the total volume of PA, and time ( $\text{min day}^{-1}$ ) spent at different PA intensity categories.

#### *Cardiorespiratory fitness*

CRF was estimated by maximal multistage 20 m shuttle-run test according to procedures described from FITNESSGRAM (Cooper Institute 1999). The test involves continuous running between two lines in time to recorded beeps. The time between recorded beeps decrease each minute (level) requiring an increase in pace. The subjects continue until they are unable to keep pace with the beeps. There are a total of 21 levels, which would take approximately 21 min to complete. The score is the level and number of shuttles reached before the athlete is unable to keep up with the recording for two consecutive ends. The FITNESSGRAM was selected because of its ease of administration to large numbers of subjects (Cooper 1999) and because the Shuttle Run Test predicted maximal aerobic capacity and showed significant correlation with  $\text{VO}_{2\text{max}}$  ( $r=0.80$ ) suggesting that it could be used as a measure of aerobic fitness in children (Vincent et al. 1999).

#### *Blood pressure*

Blood pressure was measured with an automated oscillometric sphygmomanometer (DINAMAP model BP 8800) using a standard technique (Duarte et al. 2000). SBP and DBP were measured in the right arm, with the subjects in the fasting state. The subjects were in the sitting position (without their legs crossed), with the right arm at heart level. Three standard pressure cuffs of correct size ( $9 \times 18$ ,  $12 \times 23$ ,  $14 \times 28$  cm) were used according to the published guidelines for BP assessment in children (NHBP 2004). The first and second measurements were taken after 5 and 10 min resting, the mean of these measurements being considered for statistical purposes. If these two measurements differed 2 mm Hg, the protocol was repeated (two new measurements that could not exceed 2 mm Hg).

#### *Statistical analysis*

Descriptive statistics (mean and range values) were used in order to characterize the participants of the sample. Independent *t*-test was used to test for differences in weight, height, BMI, CRF, BP and PA between boys and girls. The association between BP, risk factors and potential confounders was verified through Pearson's correlation. The variables that showed a statistically significant correlation with SBP and DBP ( $p < 0.05$ ), were introduced in a multinomial linear regression, adjusted for significant potential confounders (age, height, weight and sex). Analysis was performed with the statistical software package SPSS 15.0 for Windows and level of significance was set up at  $p \leq 0.05$ .

## **Results**

Table I shows descriptive statistics (mean  $\pm$  standard deviation) of demographic and anthropometric characteristics, sexual maturation stage, time spent in PA, CRF and BP for boys and girls. Boys showed significantly greater height ( $1.68 \pm 0.10$  boys;  $1.58 \pm 0.18$  girls) weight ( $61.74 \pm 13.59$ ;  $54.92 \pm 10.39$ ), vigorous PA ( $25.87 \pm 10.18$ ;  $19.59 \pm 11.32$ ) and CRF ( $46.39 \pm 22.94$ ;  $34.60 \pm 14.02$ ) than girls. On the other hand, girls spent

Table I. Physical characteristics, physical activity intensities, body mass index (BMI), fitness (CRF) and blood pressure (SBP and DBP) differences according to sex.

<i>n</i> = 163	Boys ( <i>n</i> = 66)	Girls ( <i>n</i> = 97)
Age (years)	13.91 (11–17)	14.02 (11–17)
Weight (kg)	61.74* (31.4–80.0)	54.92 (35.4–94.7)
Height (m)	1.68 ± 0.10* (1.42–1.88)	1.58 (1.40–1.85)
BMI (kg m <sup>-2</sup> )	21.68 (16.13–29.90)	21.21 (14.52–28.73)
CRF (laps)	46.39 ± 22.94* (12–100)	34.60 (12–70)
SBP (mm Hg)	122.57 (80–163.5)	120.27 (90–147.5)
DBP (mm Hg)	65.17 ± 10.75 (43–93)	63.52 (40–85)
Sexual maturation	3.76 (2–5)	3.65 (1–5)
Sedentary PA (min day <sup>-1</sup> )	705.22* (1026.75–1346)	734.30 (1066–1356.23)
Moderate PA (min day <sup>-1</sup> )	30.00 (7.75–67.00)	27.73 (8.75–67.25)
Vigorous PA (min day <sup>-1</sup> )	25.87* (0.25–43.54)	19.59 (<27.5)

Independent *t*-test. \*Boys and girls differences  $p \leq 0.05$ .

significantly more time in sedentary activity than boys ( $734.30 \pm 78.75$ ;  $705.22 \pm 77.05$ ). There were no statistically significant differences in time spent in moderate PA between groups. No other statistically significant differences between boys and girls were found.

The outcomes of the regression analysis for SBP and DBP are presented in Tables II and III. In both models we only included independent variables and potential confounders that were previously associated with SBP and DBP in the Pearson's correlation ( $p \leq 0.05$ ). Both models showed significant results and they explain approximately 20% and 14% of the variance in SBP and DBP, respectively. BMI emerged as the best predictor of SBP ( $p = 0.001$ ;  $\beta = 1.399$ ) and DBP ( $p = 0.00$ ;  $\beta = 0.73$ ). However with regard to SBP interesting results were found for PA. We analysed different models for each level of PA (vigorous, moderate, sedentary and total PA). Increased time spent in sedentary activities was associated with higher SBP, whereas increased time spent in moderate PA was associated with lower SBP. Thus, moderate PA seems to be better predictor of SBP than sedentary PA, which showed higher variance with the levels of SBP ( $-0.250$ ;  $0.045$ ). Nevertheless, vigorous PA did not show significant association with SBP and DBP.

## Discussion

This study analysed the associations of BP with daily PA, CRF and BMI. Since the onset of HT may lie in youth, it is of great importance to examine the associated risks in order to develop preventive strategies targeting those at risk as early as possible (Falkner 2008). The main finding of this study was that SBP in young subjects was independently predicted by different levels of PA and BMI, after adjusting for a number of potential confounders such as age, sex and height. On the other hand, DBP was only predicted by BMI. Our data are potentially interesting mainly with regard to PA intensities, as greater sedentary activities and less moderate PA were associated with higher SBP. Furthermore, our results showed differences on the levels of PA and CRF between boys and girls. The present data are in agreement with previous studies, which indicated that boys are more active than girls and spend more time in vigorous PA and less time in sedentary activities. In addition, boys present higher levels of CRF (Pate et al. 2004; Riddoch et al. 2004).

The results of comprehensive meta-analyses suggest that socio-cultural factors rather than biological differences are primarily responsible for the differences between boys and

Table II. Linear regression between SBP, BMI and PA adjusted for height, sex and age.

		<i>B</i>	<i>p</i>	95% CI
Model A $R^2=0.204$	(Constant)	11.78	0.63	(-36.88; 60.44)
	Height (m)	7.04	0.41	(-10.10; 24.19)
	BMI ( $\text{kg m}^{-2}$ )	1.39	0.00	(0.56; 2.23)
	Gender	1.31	0.66	(-4.65; 7.28)
	Age (years)	0.89	0.37	(-1.08; 2.86)
	Sedentary PA ( $\text{min day}^{-1}$ )	0.04	0.01	(0.00; 0.08)
Model B $R^2=0.196$	(Constant)	69.64	0.00	(35.57; 102.72)
	Gender	-0.28	0.92	(-6.13; 5.57)
	Age (years)	1.06	0.28	(-0.89; 3.03)
	Height (m)	6.54	0.45	(-10.70; 23.79)
	BMI ( $\text{kg m}^{-2}$ )	1.52	0.00	(0.68; 2.37)
	Moderate PA ( $\text{min day}^{-1}$ )	-0.25	0.02	(-0.47; -0.02)

Dependent variable: SBP ( $p \leq 0.05$ ).

girls in PA. Hence, these results may possibly be explained by social differences found in childhood and adolescence of both sexes (Thomas and Thomas 1988).

In addition, our findings are consistent with several studies which have shown a strong association between elevated BMI and high values of BP in youth (Sorof and Daniels 2002; Thompson et al. 2007). Thus, these data highlight the importance of tackling the raising obesity levels in youth, which, together with family history appears to be the principal risk factor for the development of HT in young populations (Sorof and Daniels 2002). This seems to be a worthy issue from the public health standpoint as the prevalence of HT in childhood and adolescence appears to be strongly associated with higher morbidity and mortality related to cardiovascular disease (Falkner et al. 2006).

Although some studies have suggested that modifications on BMI mediate the relationship between PA, CRF and BP (Ekelund et al. 2007; Rizzo et al. 2007), we demonstrated that PA was an independent predictor of SBP. Data from previous investigations that showed an association between PA and SBP were however not conclusive (Singh et al. 2006; Sugiyama et al. 2007; Leary et al. 2008). This may be a result of the different methods used to measure PA, CRF and BP, and could also be related to the differences between the study samples. In fact, there are a small number of studies that have analysed the relationship between PA measured by accelerometer and BP. Moreover, our data showed that PA is a predictor of BP, though different intensities of PA act differently, which may add

Table III. Linear regression between DBP, BMI and PA adjusted for height, sex and age.

		<i>B</i>	<i>p</i>	95% CI
$R^2=0.140$	(Constant)	-41.98	0.91	(-41.98; 37.51)
	Height (m)	-6.19	0.40	(-6.19; 15.19)
	BMI ( $\text{kg m}^{-2}$ )	0.19	0.00	(0.19; 1.24)
	Gender	-2.70	0.52	(-2.70; 4.65)
	Age (years)	-1.20	0.99	(-1.20; 1.21)

Dependent variable: DBP,  $p \leq 0.05$ .

some further information with regard to PA promotion. Indeed, an increase in time spent in sedentary activities was associated with an increased SBP, whereas increased time spent in moderate PA was associated with a decreased SBP. A relationship between BP and moderate to vigorous intensity of PA has also been reported by the European Youth Heart Study (Andersen et al. 2006) and higher levels of PA were associated with lower levels of BP in Finnish youngsters (Leary et al. 2008). Therefore, these data indicate that the association between SBP and PA intensity levels is important from a public health perspective. Furthermore, our findings also suggest that moderate PA is a better predictor of SBP than sedentary PA. In this sense, the findings of this study stress the importance of the youth guidelines, which suggested moderate to vigorous PA as an important health-related preventive factor (Strong et al. 2005). Promotion of moderate PA and the reduction of sedentary behaviours seems to be an important means of prevention and treatment of HT in younger populations highlighting the need for different strategies to deal with the two different components of PA in daily life (Biddle et al. 1999).

The mechanisms by which PA influences levels of BP in children and adolescents, remain unknown (Sorof 2002). There are consistent results, which support the idea that engagement in PA associated to weight control acts as an important means to promote health in young populations (Sorof and Daniels 2002). However it is necessary to promote regular PA to obtain sustained effects of exercise. Indeed, improved adherence to exercise has been shown to be associated with a decrease of BP as well as lower body weight (Katzmarzyk et al. 1999). Therefore, regular exercise seems to have a twofold effect on the levels of BP; on one hand, directly through physiological changes and, on the other hand, indirectly through the control of body weight. The present study found that an increase in time spent on moderate PA is associated with a reduction of BP levels. Furthermore, these results also suggest that both volume and intensity of daily PA are important predictors of decreased blood pressure.

In our study we did not find any other statistically significant association. Poor physical fitness during these stages of life is associated with cardiovascular risk factors such as hyperlipidaemia, hypertension and obesity (Katzmarzyk et al. 1999; Rizzo et al. 2007). However, in our study CRF was not associated with BP and with different levels of PA.

Another important outcome was that our regression model explained only approximately 20% and 14% of the variance in SBP and DBP, respectively. This emphasizes that much of the variability in BP remains unexplained in this population (Sorof and Daniels 2002). Hence, elevated BP is also possibly additionally associated with other variables that were not considered here, such as birth weight, time of breastfeeding, high intake of food rich in fat and salt, ethnicity, social economic status among others (Singh et al. 2006; Sugiyama et al. 2007).

The strength of this study lies on the fact that this is one of the few studies addressing the association of BP and PA using accelerometers in young people. This potentially gives additional information to data collected in other population surveys and allows a better understanding of targeting of preventive strategies. Nevertheless, some limitations should be recognized. First, this study has a cross-sectional design with a relative small sample. Thus, it is not possible to infer causal relationships with such a design and results should be viewed with caution. Secondly, obesity or CRF were assessed indirectly. Although BMI has become a very common method of assessing overweight/obesity, it does not capture variations in fat and fat-free mass. Nevertheless, it was recently shown that, regardless the cut-off points, overweight/obesity assessed by BMI during childhood is a strong predictor of obesity and coronary heart disease risk factors in young adulthood (Falkner et al. 2006). Furthermore, our data were adjusted for potential growth confounders such as age, sex and height, which may overcome those concerns and can point to the importance of our data

from the preventive point of view (Chen and Wang 2009). On the other hand, easy administration of the shuttle run test and its common use in large-scale studies makes it as a valuable tool for studying CRF in youngsters.

## Conclusions

In conclusion, our data show that BMI is the best predictor of both SBP and DBP. Furthermore, our data clearly demonstrate that higher moderate PA and lower sedentary activity are associated with lower values of SBP. Therefore, promotion of moderate PA and the reduction of sedentary behaviours are an important strategy in the prevention of elevated BP along with weight control programmes.

## Acknowledgements

This study was supported by FCT: Program PRAXIS XXI: PSAU/122/96 financial support: SRFH/BD/24350/2005.

**Declaration of interest:** The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

## References

- Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, Froberg K, Ekelund U, Brage S, Anderssen SA. 2006. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: A cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet* 368:299–304.
- Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP, 3rd, Tracy RE, Wattigney WA. 1998. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med* 338:1650–1656.
- Biddle SJ, Soos I, Chatzisarantis N. 1999. Predicting physical activity intentions using a goal perspectives approach: a study of Hungarian youth. *Scand J Med Sci Sports* 9: 353–357.
- Chen X, Wang Y. 2009. The influence of sexual maturation on blood pressure and body fatness in African-American adolescent girls and boys. *Am J Hum Biol* 21:105–112.
- Cooper Institute. 1999. FITNESSGRAM test administration manual. Cooper Institute for Aerobic Research. Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Duarte JA, Guerra SC, Ribeiro JC, Mota RC. 2000. Blood pressure in pediatric years (8–13 years old) in the Oporto region. *Rev Port Cardiol* 19:809–820.
- Ekelund U, Anderssen SA, Froberg K, Sardinha LB, Andersen LB, Brage S. 2007. Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia* 50:1832–1840.
- Ekelund U, Sardinha LB, Anderssen SA, Harro M, Franks PW, Brage S, Cooper AR, Andersen LB, Riddoch C, Froberg K. 2004. Associations between objectively assessed physical activity and indicators of body fatness in 9- to 10-y-old European children: A population-based study from 4 distinct regions in Europe (the European Youth Heart Study). *Am J Clin Nutr* 80:584–590.
- Fagard RH. 2005. Effects of exercise, diet and their combination on blood pressure. *J Hum Hypertens* 19 Suppl 3:S20–S24.
- Falkner B. 2008. Children and adolescents with obesity-associated high blood pressure. *Journal of the American Society of Hypertension* 2:267–274.
- Falkner B, Gidding SS, Ramirez-Garnica G, Wiltrout SA, West D, Rappaport EB. 2006. The relationship of body mass index and blood pressure in primary care pediatric patients. *J Pediatr* 148:195–200.
- Freedson PS, Melanson E, Sirard J. 1998. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 30:777–781.
- Guerra S, Duarte J, Mota J. 2001. Physical activity and cardiovascular disease risk factors in school children. *Eur Phys Educ Rev* 7:267–279.

- Jago R, Harrell JS, McMurray RG, Edelstein S, El Ghormli L, Bassin S. 2006. Prevalence of abnormal lipid and blood pressure values among an ethnically diverse population of eighth-grade adolescents and screening implications. *Pediatrics* 117:2065–2073.
- Katzmarzyk PT, Malina RM, Bouchard C. 1999. Physical activity, physical fitness, and coronary heart disease risk factors in youth: the Quebec Family Study. *Prev Med* 29:555–562.
- Leary SD, Ness AR, Smith GD, Mattocks C, Deere K, Blair SN, Riddoch C. 2008. Physical activity and blood pressure in childhood: Findings from a population-based study. *Hypertension* 51:92–98.
- Monyeki KD, Kemper HCG. 2008. The risk factors for elevated blood pressure and how to address cardiovascular risk factors: A review in paediatric populations. *J Hum Hypertens* 22:450–459.
- Mota J, Guerra S, Leandro C, Pinto A, Ribeiro JC, Duarte JA. 2002. Association of maturation, sex, and body fat in cardio respiratory fitness. *Am J Hum Biol* 14: 707–712.
- National High Blood Pressure Education Program Education Working Group of High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. 2004. *Pediatrics* 114: 555–576. (2 Suppl 4th Report).
- Pate RR, Pfeiffer KA, Trost SG, Ziegler P, Dowda M. 2004. Physical activity among children attending preschools. *Pediatrics* 114:1258–1263.
- Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Butte NF. 2002. Validation and calibration of physical activity monitors in children. *Obes Res* 10:150–157.
- Reilly JJ, Penpraze V, Hislop J, Davies G, Grant S, Paton JY. 2008. Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: review with new data. *Arch Dis Child* 93:614–619.
- Riddoch CJ, Bo Andersen L, Wedderkopp N, Harro M, Klasson-Heggebo L, Sardinha LB, Cooper AR, Ekelund U. 2004. Physical activity levels and patterns of 9- and 15-yr-old European children. *Med Sci Sports Exerc* 36:86–92.
- Rizzo NS, Ruiz JR, Hurtig-Wennlof A, Ortega FB, Sjostrom M. 2007. Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: the European youth heart study. *J Pediatr* 150:388–394.
- Schoenenberger AW, Schoenenberger-Berzins R, Suter PM, Zuber M, Erne P. 2007. Effect of moderate weight reduction on resting and exercise blood pressure in overweight subjects. *J Hum Hypertens* 21:683–685.
- Singh AK, Maheshwari A, Sharma N, Anand K. 2006. Lifestyle associated risk factors in adolescents. *Indian J Pediatr* 73:901–906.
- Sorof J, Daniels S. 2002. Obesity hypertension in children: A problem of epidemic proportions. *Hypertension* 40:441–447.
- Sorof JM. 2002. Prevalence and consequence of systolic hypertension in children. *Am J Hypertens* 15:57S–60.
- Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC, Must A, Nixon PA, Pivarnik JM, Rowland T, Trost S, Trudeau, F. 2005. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr* 146: 732–737.
- Sugiyama T, Xie D, Graham-Maar RC, Inoue K, Kobayashi Y, Stettler N. 2007. Dietary and lifestyle factors associated with blood pressure among U.S. adolescents. *J Adolesc Health* 40:166–172.
- Sun SS, Grave GD, Siervogel RM, Pickoff AA, Arslanian SS, Daniels SR. 2008. Systolic blood pressure in childhood predicts hypertension and metabolic syndrome later in life. *Pediatrics* 119:237–246.
- Thomas JT, Thomas KT. 1988. Development of gender differences in physical activity. *Quest* 40:219–229.
- Thompson DR, Obarzanek E, Franko DL, Barton BA, Morrison J, Biro FM, Daniels SR, Striegel-Moore RH. 2007. Childhood overweight and cardiovascular disease risk factors: the National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. *J Pediatr* 150:18–25.
- Trost SG, McIver KL, Pate RR. 2005. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med Sci Sports Exerc* 37:S531–S543.
- Vincent SD, Barker R, Clarke M, Harrison J. 1999. A comparison of peak heart rates elicited by the 1-mile run/walk and the progressive aerobic cardiovascular endurance run. *Res Q Exerc Sport* 70:75–78.

This paper was first published online on iFirst on 11 May 2009.

### ***Artigo III***



**Association of leisure time physical activity and participation in sports  
competitions activities with high values of blood pressure  
Study carried out in a sample of Portuguese children and adolescents**

Anelise Reis Gaya\*; Pedro Silva\*; Clarice Martins\*; Adroaldo Gaya\*\*; José Carlos Ribeiro\*; Jorge Mota\*

**Institutional Affiliation:**

\*Research Center in Physical Activity, Health and Leisure

Faculty of Sports - University of Porto

Dr. Plácido Costa nº 91

4200-450 Porto Portugal

Phone number: (00351) 225074773/Fax number: (00351) 225500689

\*\* School of Physical Education - Federal University of South of Brazil

Felizardo Street, nº 750

90690-200 Porto Alegre Brazil

Phone number: (005551) 3316.5836

**Mailing Address**

Anelise Reis Gaya ([anegaya@fade.up.pt](mailto:anegaya@fade.up.pt))

Dr. Plácido Costa nº 91

4200-450 Porto

Phone number: 225074773/Fax number: 22550068

## **Abstract**

**Objectives:** To examine the relationship between leisure time physical activity (LTPA) and sports competition activities (Cairella et al., ) with high levels of blood pressure in a sample of children and adolescents from Porto-Portugal.

**Study Design:** This is a cross sectional study, which comprised 503 boys and 572 girls, aged 8-17 years- old. LTPA and SCA were measured through a questionnaire adapted to Portuguese youth population. The blood pressure (BP) was assessed in fasting state using an automated oscilometric sphygmomanometer. Participants were considered as hypertension when they values are above of percentile 75 adjusted by gender and age.

**Results:** Our results showed that both SCA (OR: 1.36; 95% CI: 1.02; 1.81) and LTPA (OR: 2.23; 95% CI: 1.67; 2.98) were inversely associated with risk of HTA. However, while LTPA showed direct association with HTA the SCA vs. HTA association did not showed statistically significant results when CRF (OR: 1.23; 95% CI: 1.06; 1.89) and BMI (OR: 1.31; 95% CI: 0.98; 1.75) were included on the binary regression logistic model.

**Conclusion:** Taking into account that values of youth BP tend to predict adult BP values, the results of our study highlighted the importance of participation in LTPA and SCA through BMI and CRF as a preventive action against the development of early HTA

**Key-words:** Sport Competition Activities – Leisure Time Physical Activity - Blood Pressure - Children and Adolescents

## Introduction

Hypertension is one of the main risk factors for cardiovascular events in adults (Vasan et al., 2001). In the last decade, elevated blood pressure (BP) has already been reported in children and adolescents (Jago et al., 2006). A recent study found that the prevalence of hypertension ranged from 2.8% to 22.3% in youth (Monyeki and Kemper 2008). Therefore, elevated BP seems to be becoming a common health problem in childhood and adolescence (Jago et al., 2006). Recent studies pointed out that children and adolescents with systolic BP and diastolic BP above the criterion values established by the literature are at increased risk of HTA and metabolic syndrome later in life (Sun et al., 2008). Furthermore, elevated BP established early in life appears to be associated with early development of other metabolic consequences such as cholesterol disorders and insulin resistance (Sun et al., 2008) as well as some cardiac disturbances such as left ventricular hypertrophy and a thickening of carotid intima-media thickness (Daniels 1999).

Overweight and obesity seems to be the main predictors of HTA in children and adolescents (Ribeiro et al., 2003; Silva et al., 2009). On the other hand, other variables showed significant variance on youth levels of BP (Sugiyama et al., 2007; Leary et al., 2008). Physical activity (PA), sedentary behaviours, low levels of cardio respiratory fitness (CRF) and, dietary patterns seems to be associated with early development of HTA (Cairella et al., 2007; Kafatos et al., 2007; Ruiz et al., 2007). Consequently, in order to prevent high BP in youth, it has been recommended that children and adolescents measure more regularly their BP and adopt a healthy lifestyle (Sugiyama et al., 2007) which includes regular PA (Leary et al., 2008) and weight control (Silva et al., 2009).

Nevertheless, the relationship of PA with BP in youth remains unclear (Leary et al., 2008). However, considering the elevated number of children and adolescents that not fulfil the suggested PA guidelines for youth (Riddoch et al., 2007; Metcalf et al., 2008), it seems worthy to develop policies and strategies that allow increased levels of PA in these population (Pate and O'Neill 2009). However, PA might be seemed in different domains and therefore the relationship or associations between the context of PA and BP is worthy to analyze. For instance, it has been suggested that participation in sports competition activities (Cairella et al., 2007) and time spent at leisure physical

activity (LTPA) seems to play an effective role in enhancing of daily moderate vigorous PA (Pate et al., 2000; Pate and O'Neill 2009) but no data has been provided with regard the association with health outcomes such as BP. Given the fact that higher levels of PA are associated with outside school levels of PA (Naylor and McKay 2009) it is important to identify in which context PA is associated with decreasing levels of BP in youth.

Therefore, taking into consideration the importance of different context of PA out-of-school (Pate et al., 2000), the purpose of this study is to verify the association of participation in LTPA (at least four times a week) and in SCA and BP in a sample of Portuguese children and adolescents.

## **Methods**

### **Participants**

This is a cross-sectional study carried-out as part of a longitudinal research project aiming to analyze the prevalence of cardiovascular risk factors and the relationship with PA and CRF in children and adolescents of both sexes. The sample of this study comprised 503 boys and 572 girls aged 11-17 year old from two different schools of Porto –Portugal. Schools approved the study protocol and all parents signed an informed consent form. Students were apparently healthy and free of medical treatment. All measures were carried out by the same group (Physical Education teachers, medical doctor and nurse). This study was approved by Foundation for The Science and Technology of The Portuguese Ministry of Education.

### **Anthropometric and Body Composition Measurements**

#### **Body Mass Index**

Body height was measured to the nearest mm in bare or stocking feet with the adolescent standing upright against a Holtain Stadiometer. Weight was measured to the nearest 0.10kg, lightly dressed and after having breakfast, using an electronic weight scale (Seca 708 portable digital beam scale). Body mass index was calculated from the ratio of body weight (kg)/ body height (m<sup>2</sup>) described in previous studies (Guerra et al., 2003).

#### **Sexual Maturation**

Regarding the maturational stage, data were collected by individual self-assessment conducted by pictures. Each subject self-assessed his/her stages of secondary sex characteristics which were classified from pre-pubertal (stage I) until to mature stage (stage V). Stage of breast in females and pubic hair in males was evaluated according to the Tanner's criteria and previously used and validated in a similar sample (Mota et al., 2002).

## **Assessment of Leisure Physical Activity and Participation in Sports**

### **Competition Activities**

LTPA and SCA was assessed by a questionnaire previously used in the same cultural context, which showed good reliability (ICC: 0.92–0.96) (Mota and Esculcas 2002). From the questionnaire we drew two questions about these different PA contexts: (a) leisure physical activity out of school (at least four days per week) and (b) participation in sports competition activities (at club or at school). These variables were categorized as SCA (yes or not) and participation in LTPA (yes or not).

### **Blood Pressure**

Blood pressure was measured with an automated oscillometric sphygmomanometer (DINAMAP model BP 8800) using a standard technique (Duarte et al., 2000). SBP and DBP were measured in the right arm, with the subjects in the fasting state. The subjects were in the sitting position (without their legs crossed), with the right arm at heart level. Three standard pressure cuffs of correct size (9 X 18, 12 X 23, 14 X 28 cm) were used according to the published guidelines for BP assessment in children (Duarte et al., 2000). The first and second measurements were taken after 5 and 10 min resting, being the second measurement considered for statistical purposes according of (Duarte et al., 2000). If these two measurements differed 2 mm Hg, the protocol was repeated (two new measurements that could not exceed 2 mm Hg). Children and adolescents were categorized as in risk of develop HTA when showed SBP and/or DBP values above of percentile 75 adjusted by sex and gender.

### **Cardiorespiratory Fitness**

CRF was estimated by maximal multistage 20m shuttle-run test according to procedures described from FITNESSGRAM (1999). The Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run (PACER) test is a maximal aerobic fitness test. The test involves continuous running between the two lines in time to recorded beeps. The time between recorded beeps decrease each minute (level) requiring an increase in pace. The subjects continue until they are unable to keep pace with the beeps. There are a total of 21 levels, which would take approximately 21 minutes to complete. The score is the level and number

of shuttles reached before the athlete was unable to keep up with the recording for two consecutive ends. The FITNESSGRAM was selected because of its ease of administration to large numbers of subjects and because the Shuttle Run Test predicted maximal aerobic capacity and showed significant correlation with  $VO_2\text{max}$  ( $r=0.80$ ) suggesting that could be used as a measure of aerobic fitness in children (Boreham et al., 1990). Children and Adolescents were categorized as fit and unfit according to Fitnessgram cut points (1999).

### **Statistical Analysis**

All variable were checked for normality and appropriately transformed where necessary. Descriptive statistics were used in order to characterize our sample. Binary logistic regression model was carried out to assess odds ratio for HTA associated with LTPA and SCA and potential confounder's variables such as BMI and CRF. Different models were showed according of inclusion of confounding variables. All regression models were adjusted by sex, age and sexual maturation. All statistical analyzes were performed with the Statistical Software Package SPSS 16.0 for Windows and level of significance was set up at  $p<0.05$ .

### **Results**

Descriptive characteristic of the sample and prevalence of active and inactive children and adolescents categorized as normotensive and hypertensive are show on Table 1. Prevalence of inactive children and adolescents is more elevated in hypertensive categories when compared with normotensive categories for both SCA and LTPA and for boys and girls. However, the difference between active and inactive groups did not showed significant results with exception to LTPA on female gender ( $p<0.05$ ).

**Table 1 Descriptive Characteristic of Normotensive and Hypertension Children and Adolescents**

	Boys		Girls	
	Normotensive	HTA	Normotensive	HTA
Age (years)	15.39±1.47	15.40±1.50	15.30±1.54	15.33±1.56
Weight (kg)	63.54±11.62*†	70.21±13.30†	56.46±8.55*	60.13±11.31
Height (m)	1.71±0.08*†	1.73±0.08†	1.61±0.06	1.62±0.05
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.62±3.11*	23.40±3.83	21.55±2.85*	22.84±4.16
CRF (laps)	61.66±20.84†	62.25±25.07†	33.74±12.11*	30.39±11.00
SCA				
Active	46.3%†	42%†	28.3%	21.8%
Inactive	53.7%	58%	71.3%	78.2%
LTPA				
Active	39.4%†	35.5%†	20.6%*	11.5%
Inactive	60.6%	64.5%	79.4%	88.5%

**\*Significant differences between normotensive and hypertension group (p<0.05)**

**†Significant differences between gender (p<0.05)**

Logistic regression analyses (Table 2 and Table 3) showed the odds ratio for HTA in relationship with LTPA and SCA. All regression models were adjusted by age, sex, sexual maturation and height and for confounder's variables such as BMI, CRF and both.

On Table 2, LTPA was significant associated with HTA independently of BMI and CRF (OR: 1.47; CI 95%: 1.12; 1.93). Children and adolescents not engaged at LTPA showed approximately 1.4 more probability of to be hypertensions than their pairs engaged at LTPA.

**Table 2:** Adjusted odds ratio (OR) of LTPA and 95% confidence intervals (CI) from logistic regression model predicting hypertension

	Sig.	OR	95.0% C.I
<b>Model 1: LTPA</b>			
Height	0.00	8.87	(1.71;46.05)
Age	0.11	0.92	(0.83;1.01)
Sexual Maturation	0.11	1.19	(0.96;1.49)
LTPA (ref_active)	0.00	1.47	(1.12;1.93)
<b>Model 2: LTPA, CRF</b>			
LTPA (ref_active)	0.01	1.43	(1.07;1.91)
CRF (ref_fit)	0.01	1.44	(1.08;1.92)
<b>Model 3 : LTPA, BMI</b>			
LTPA (ref_active)	0.00	1.49	(1.13;1.96)
BMI (normal weight)	0.00	2.39	(1.77;3.24)
<b>Model 4: LTPA, BMI and CRF</b>			
LTPA (ref_non risk)	0.00	1.50	(1.12; 2.02)
BMI (non risk)	0.00	2.22	(1.59;3.09)
CRF (ref_non risk)	0.00	1.17	(0.86;1.58)

All models are adjusted by height, sex, sexual maturation and age.

\*statistically significant results (p<0.05)

OR: odds ratio

LTPA: leisure time physical activity

BMI: body mass composition

CRF: cardio respiratory fitness

LTPA was categorized non participated (0) and participated (1)

BMI was categorized in normal (0) and overweight/obesity (1)

CRF was categorized low fitness (0) and fitness (1)

On Table 3 SCA showed significantly association with HTA. Children and adolescents not engaged at SCA showed 1.3 more probability of to be hypertension than children engaged in SCA (OR: 1.36; CI 95%: 1.02; 1.81). However, when BMI and/or CRF were included on the regression model the SCA did not showed significant association with risk of to be HTA. Additional, when both BMI and CRF were simultaneous included on the regression model the odds ratio of to be HTA was associated only with BMI (OR: 2.17; 95% CI: 1.56; 3.02).

**Table 3:** Adjusted odds ratio (OR) of SCA and 95% confidence intervals (CI) from logistic regression model predicting hypertension

	Sig.	OR	95.0% C.I.
<b>Model 1: SCA</b>			
Height	0.00	9.51	(1.83;49.36)
Age	0.19	0.93	(0.84;1.03)
SCA (ref_non risk)	0.03	1.36	(1.02;1.81)
Sexual Maturation	0.14	1.17	(0.94;1.46)
<b>Model 2:SCA ,CRF</b>			
SCA (ref_non risk)	0.17	1.23	(0.91;1.67)
CRF (ref_non risk)	0.01	1.41	(1.06;1.89)
<b>Molde 3: SCA,BMI</b>			
SCA (ref_non risk)	0.06	1.31	(0.98;1.75)
BMI (ref _normal)	0.00	2.34	(1.72;3.16)
<b>Model 4: SCA, BMI and CRF</b>			
SCA (ref_non risk)	0.14	1.25	(0.92;1.70)
BMI (ref_non riskl)	0.00	2.17	(1.56;3.02)
CRF (ref_non riskt)	0.33	1.15	(0.85;1.57)

All models are adjusted by height, sex, age and sexual maturation.

\*Statistically significant results (p<0.05)

OR: odds ratio

SCA: sports competition activity

BMI: body mass composition

CRF: cardio respiratory fitness

SCA was categorized non participated (0) and participated (1)

BMI was categorized in normal (0) and overweight/obesity (1)

CRF categorized low fitness (0) and fitness (1)

## **Discussion**

Our study aims to examine the association between LTPA and SCA with HTA in a sample of children and adolescents. At the best of our knowledge, a small number of studies have observed the association between different contexts of PA with early development of HTA. Thus, the main findings of this research were that children and adolescents that not are engaged in both SCA and LTPA showed a higher risk of to develop HTA than yours inactive pairs.

The results of this study are in agreement in other surveys which showing that generally PA is a behaviour associated with low levels of BP (Boreham et al., 1997; Twisk et al., 2000; Ekelund et al., 2007). However, other study highlighted the role of different PA domains and its consequence as protection behaviour of early development of youth cardiovascular risk factors (Boreham et al., 1997). Our data also showed differences in relationship of PA different contexts of PA and BP. Further, these findings raised the possibility of different pathway as mediators of the relationship among two different contexts of PA with BP. Our results, based upon on the risk vs. non risk approach (logistic regression analysis), showed that children and adolescents not are engaged respectively in SCA and LTPA were 1.3 and 1.5 more likely prone to be classified as HTA. Nevertheless, SCA did not showed significant results when BMI and CRF were included on the regression model. Of our understanding these data suggested that SCA are associated with HTA dependently of BMI and CRF. Additionally, when both BMI and CRF were simultaneous included on the regression model only BMI (overweight/obese) was significantly associated with risk of children and adolescents to develop hypertension.

Despite that both SCA and LTPA are contexts of PA that has parameters such intensity, volume and frequency that are structured and controlled (Pate et al., 2000) and probably these different contexts of PA are characterized trough different amount of the intensity, frequency and volume. Thus, the dependent or independent relationship between LTPA and SCA with HTA could be associated with the different physiologic response existence among these different PA contexts. Nonetheless these finding are worthy to comment. Indeed, it is not surprising that those who are taken part in SCA are healthier. Besides, their training condition normally is characterized by a high intensity PA

levels that might explain why this association is dependent of CRF and BMI. In fact it is well known that participation in SCA appear to be a PA context that is significantly associated with increased CRF (Ruiz et al., 2006; Lohman et al., 2008) and low adiposity levels (Rizzo et al., 2007; Ruiz et al., 2007). Secondly, from a public health perspective, our data highlighted the importance of LTPA on prevention of early development of risk factors of cardiovascular disease such as HTA. Several studies have suggested that time spent in LTPA is associated with higher MVPA levels (Gidlow et al., 2008; Pate and O'Neill 2009). As a result, these activities may contribute to increase the daily time spent in youth MVPA and appears to be associated with healthy profiles (Aires et al., 2007), including weight loss, increasing CRF levels and reduce the CVD risk development (Reed et al., 2008). Besides, LTPA might be directly associated with low BP levels due to a straight physiological mechanism of exercise on the cardiovascular system that could be associated with HTA trough of response of the highest frequency of this activity - at least four days per week (Hawley 2002; Holder et al., 2009).

Additionally, our results may suggest the importance of both SCA and LTPA as strategies of prevent early development of HTA. Our study is one of the few studies addressing the association of children and adolescents HTA and different PA contexts. This potentially gives additional information that allows a better understanding of targeting of the preventive strategies to being implemented. Nevertheless, some limitations should be recognized. First, this study has a cross-sectional design with a relative small sample. Thus, it is not possible to infer causal relationships with such a design and, therefore results should be looked with caution. Secondly PA was assessed by questionnaire. Further studies should consider this analysis using objective measures of PA:

## **Conclusion**

Taking into account that values of youth BP tend to predict adult BP values, the results of our study highlighted the importance of participation in LTPA and SCA as a preventive action against the development of early HTA. A policy strategy of promotion a healthy profile in childhood and adolescence seems to be related with encouragement of youth to be active and participated in PA.

## **Acknowledgments**

This study was supported by FCT: Program PRAXIS XXI: PSAU/122/96 financial support: SRFH / BD / 24350 / 2005 and MCTES/FCT: Project PTDC/DES-72424-2006

## **References**

- Cooper Institute for Aerobic Research:(1999). FITNESSGRAM Test Administration Manual Human Kinetics Books, Champaign, IL.
- Aires, L., Santos, R., Silva, P., Santos, P., Oliveira, J., Ribeiro, J., Rego, C. and Mota, J. (2007) Daily differences in patterns of physical activity among overweight/obese children engaged in a physical activity program. *Am J Hum Biol* 19(6):871-7.
- Boreham, C., Paliczka, V. and Nichols, A (1990). A comparison of the PWC170 and 20-MST tests of aerobic fitness in adolescent schoolchildren. *J Sports Med Phys Fitness* 30(1):19-23.
- Boreham, C., Twisk, J., Savage, M., Cran, G. and Strain, JJ. (1997). Physical activity, sports participation, and risk factors in adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 29(6):788-93.
- Cairella, G., Menghetti, E., Scanu, A., Bevilacqua, N., Censi, L., Martone, D., Sonni, L., Rosano, A., Spagnolo, A. and D'Addesa, D. (2007). Elevated blood pressure in adolescents from Rome, Italy. Nutritional risk factors and physical activity]. *Ann Ig* 19(3):203-14.
- Daniels, S. (1999). Hypertension-induced cardiac damage in children and adolescents. *Blood Press Monit* 4(3-4):165-70.
- Duarte, JA., Guerra, S., Ribeiro, J. and Mota, J. (2000). Blood pressure in pediatric years (8-13 years old) in the Oporto region. *Rev Port Cardiol* 19(7-8):809-20.
- Ekelund, U., Anderssen, S., Froberg, K., Sardinha, L. and Andersen, L. and Brage S. (2007). Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia* 50(9):1832-40.

- Gidlow, C., Cochrane, T., Davey, R. and Smith, H. (2008). In-school and out-of-school physical activity in primary and secondary school children. *J Sports Sci* 26(13):1411-9.
- Guerra, S., Pinto, T., Ribeiro, J., Oliveira, J., Duarte, J. and Mota, J. (2003). Stability of risk factors for cardiovascular diseases in Portuguese children and adolescents from the Porto area. *Rev Port Cardiol* 22(2):167-82.
- Hawley, J. (2002). Adaptations of skeletal muscle to prolonged, intense endurance training. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 29(3):218-22.
- Holder, M., Coleman, B. and Sehn, Z. (2009). The Contribution of Active and Passive Leisure to Children's Well-being. *J Health Psychol* 14(3):378-86.
- Jago, R., Harrell, J., McMurray, R., Edelstein, S., El Ghormli, L. and Bassin, S. (2006). Prevalence of abnormal lipid and blood pressure values among an ethnically diverse population of eighth-grade adolescents and screening implications. *Pediatrics* 117(6):2065-73.
- Kafatos, I., Manios, Y., Moschandreas, J. and Kafatos, A. (2007). Health and nutrition education program in primary schools of Crete: changes in blood pressure over 10 years. *Eur J Clin Nutr* 61(7):837-45.
- Kelishadi, R., Ardalan, G., Gheiratmand, R., Majdzadeh, R., Delavari, A., Heshmat, R., Gouya, M., Razaghi E., Motaghian, M., Mokhtari, MR. and others. (2006). Blood pressure and its influencing factors in a national representative sample of Iranian children and adolescents: the CASPIAN Study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 13(6):956-63.
- Leary, SD., Ness, AR., Smith, GD., Mattocks, C., Deere, K., Blair, SN. and Riddoch, C. (2008). Physical activity and blood pressure in childhood: findings from a population-based study. *Hypertension* 51(1):92-8.
- Lohman, TG., Ring, K., Pfeiffer, K., Camhi, S., Arredondo, E., Pratt, C., Pate ,R. and Webber, LS. (2008). Relationships among fitness, body composition, and physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 40(6):1163-70.
- Metcalf, B., Voss, L., Hosking, J., Jeffery, A. and Wilkin, T. (2008). Physical activity at the government-recommended level and obesity-related health outcomes: a longitudinal study (Early Bird 37). *Arch Dis Child* 93(9):772-7.

- Monyeki, K., Kemper, H. (2008). The risk factors for elevated blood pressure and how to address cardiovascular risk factors: a review in paediatric populations. *Journal of Human Hypertension* 22:450–459.
- Mota, J. and Esculcas, C. (2002). Leisure-time physical activity behavior: structured and unstructured choices according to sex, age, and level of physical activity. *Int J Behav Med* 9(2):111-21.
- Mota, J., Guerra, S., Leandro, C., Pinto, A., Ribeiro, J. and Duarte J. (2002). Association of maturation, sex, and body fat in cardiorespiratory fitness. *Am J Hum Biol* 14(6):707-12.
- Naylor, P. and McKay, H. (2009). Prevention in the first place: schools a setting for action on physical inactivity. *Br J Sports Med* 43(1):10-3.
- Pate, R. and O'Neill JR. (2009). After-school interventions to increase physical activity among youth. *Br J Sports Med* 43(1):14-8.
- Pate, R., Trost, S., Levin, S. and Dowda, M.. (2000). Sports participation and health-related behaviors among US youth. *Arch Pediatr Adolesc Med* 154(9):904-11.
- Reed, K., Warburton, D., Macdonald, H., Naylor, P. and McKay, H. (2008). Action Schools! BC: a school-based physical activity intervention designed to decrease cardiovascular disease risk factors in children. *Prev Med* 46(6):525-31.
- Ribeiro, J., Guerra, S., Pinto, A., Oliveira, J., Duarte, J. and Mota, J. (2003). Overweight and obesity in children and adolescents: relationship with blood pressure, and physical activity. *Ann Hum Biol* 30(2):203-13.
- Riddoch, C., Mattocks, C., Deere, K., Saunders, J., Kirkby, J., Tilling, K., Leary, S., Blair, S. and Ness, A. (2007). Objective measurement of levels and patterns of physical activity. *Arch Dis Child* 92(11):963-9.
- Rizzo, N., Ruiz, J., Hurtig-Wennlof, A., Ortega, F. and Sjostrom, M. (2007). Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: the European youth heart study. *J Pediatr* 150(4):388-94.
- Ruiz, J., Ortega, F., Loit, H., Veidebaum, T. and Sjostrom M. (2007<sup>a</sup>). Body fat is associated with blood pressure in school-aged girls with low cardiorespiratory fitness: the European Youth Heart Study. *J Hypertens* 25(10):2027-34.

- Ruiz, J., Ortega, F., Rizzo, N., Villa, I., Hurtig-Wennlof, A., Oja, L. and Sjostrom, M. (2007b). High cardiovascular fitness is associated with low metabolic risk score in children: the European Youth Heart Study. *Pediatr Res* 61(3):350-5.
- Ruiz, J., Rizzo, N., Hurtig-Wennlof, A., Ortega, F., Warnberg, J. and Sjostrom M. (2006). Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *Am J Clin Nutr* 84(2):299-303.
- Silva, K., Silva, R., Duarte, M., Lopes, A. and Silva FM. (2009). Undernutrition and obesity associated with high blood pressure in children and adolescents from joao pessoa, paraiba, Brazil. *Pediatr Cardiol* 30(3):248-55.
- Sugiyama, T., Xie, D., Graham-Maar, R., Inoue, K., Kobayashi, Y and Stettler, N. (2007). Dietary and lifestyle factors associated with blood pressure among U.S. adolescents. *J Adolesc Health* 40(2):166-72.
- Sun, S., Grave, G., Siervogel, R., Pickoff, A., Arslanian, S. and Daniels S. (2008). Systolic Blood Pressure in Childhood Predicts Hypertension and Metabolic Syndrome Later in Life. *Pediatrics* 119:237-246.
- Twisk, J., Kemper, H. and van Mechelen, W. (2000). Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Med Sci Sports Exerc* 32(8):1455-61.
- Vasan, R., Larson, M., Leip, E., Evans, J., O'Donnell, C., Kannel, W. and Levy, D. (2001). Impact of high-normal blood pressure on the risk of cardiovascular disease. *N Engl J Med* 345(18):1291-7.

## ***Artigo IV***



**Trends of elevated systolic blood pressure in a sample of children and adolescents. Relationship with cardiorespiratory fitness, body mass index and physical activity**

Anelise Reis Gaya<sup>a</sup>; Clarice Martins<sup>a</sup>; Luísa Aires<sup>a</sup>; Adroaldo Gaya<sup>b</sup>; José Carlos Ribeiro<sup>a</sup>; Jorge Mota<sup>a</sup>

**Institutional Affiliation:**

<sup>a</sup>Research Center in Physical Activity, Health and Leisure

Faculty of Sports - University of Porto

Dr. Plácido Costa nº 91

4200-450 Porto Portugal

Phone number: (00351) 225074773/Fax number: (00351) 225500689

<sup>b</sup>School of Physical Education - Federal University of South of Brazil

Felizardo Street, nº 750

90690-200 Porto Alegre Brazil

Phone number: (005551) 3316.5836

**Mailing Address**

Anelise Reis Gaya ([anegaya@fade.up.pt](mailto:anegaya@fade.up.pt))

Dr. Plácido Costa nº 91

4200-450 Porto

Phone number: 225074773/Fax number: 22550068

**Abstract:**

**Objective:** To analyse the association of being assigned to a high blood pressure (HBP) group with changes in body mass index (BMI), physical activity index (PAI) and cardiorespiratory fitness (CRF) for one year in a sample of children and adolescents.

**Methods:** This is a longitudinal study of 221 high school students aged 8-17 (85 boys and 136 girls). The blood pressure (BP) was assessed in fasting state using an automated oscillometric sphygmomanometer. Students were invited to measure anthropometric variables, sexual maturation and perform 20m Shuttle and Run Test (Fitnessgram Battery Test). PAI was assessed using a standard questionnaire. Changes over time were calculated:  $\Delta = T1 - T0$ . Subjects were classified with high values of BP if their values were above percentile 75, adjusted by gender and age.

**Results:** For one year, approximately 6.5% of the subjects moved from normal to HBP group, while 4.3% moved from HBP group to normal. The risk of being assigned for the group of HBP for one year was associated with being male (OR: 4.33; 95% CI: 1.74; 10.79) and overweight/obese at baseline (OR: 8.16; 95% CI: 3.40; 19.58). High levels of CRF at baseline were inversely associated with risk of HBP values (OR: 0.31; 95%CI: 0.11; 0.88). However, this association was dependent on the BMI. The differences of BMI, CRF and PAI between time 1 and time 0 did not show significant association with the risk of being in HBP group.

**Conclusions:** Our results suggest that for one year the number of children that moved from normal to HBP group was higher than the number of subjects that left the HBP group. Overweight/obese seems to be the main risk associated with early development of HBP values in children and adolescents.

**Key Words:** longitudinal study; blood pressure; physical activity; body mass index; cardiorespiratory fitness; children-adolescents

## Introduction

Essential hypertension is a main risk factor for cardiovascular disease in adults (Berenson et al., 1998). Strategies for preventing the development of hypertension seem to be associated with blood pressure (BP) control since childhood and adolescence (Bao, Threefoot, Srinivasan, & Berenson, 1995; Sun et al., 2008). Longitudinal researches have been suggesting persistence of BP values from childhood into adulthood (Bao et al., 1995; Guerra et al., 2003). In this context, many longitudinal studies have tried to understand the BP behaviour during childhood and adolescence until adult life, as a prevention approach to the development of cardiovascular disease (Guerra et al., 2003; Sun et al., 2008). Chen & Wang, (2008) subsequent to reviewing 307 papers about BP tracking, found a strong relationship between childhood into adulthood, as well as the importance of early intervention.

Indeed, during the last decade there have been an increasing number of children and adolescents with high levels of BP (Jago et al., 2006; McNiece et al., 2007). Several studies identified overweight and obese pandemic as a main risk factor for the early development of elevated BP (C. Boreham et al., 2001; Freedman, Dietz, Srinivasan, & Berenson, 1999). Furthermore, an unhealthy life style including physical inactivity, sedentary routine and diet rich in fat seems to be an additional significant cluster of behaviour associated with overweight and obesity as well as with early development of elevated BP (Kafatos, Manios, Moschandreas, & Kafatos, 2007; Sugiyama et al., 2007). With regard to physical activity (PA), recent cross sectional studies suggested a significant role of moderate to vigorous PA as well as time spent at sedentary activities, as important behaviours related with levels of youth and adolescents' BP (Cairella et al., 2007; Leary et al., 2008). Considering that the study of the determinants of BP in early life will allow the identification of potential adults who are at risk of developing elevated BP, the aims of this study were (a): to analyse the association of being assigned for the group of high blood pressure (HBP) with changes in body mass index (BMI), physical activity index (PAI) and cardiorespiratory fitness (CRF) for one year in a sample of children and adolescents.

## **Methods**

### **Participants and data collection**

This longitudinal study is a part of a research project aiming to analyze the prevalence of cardiovascular risk factors and the relationship with physical activity and cardio respiratory fitness in a sample of children and adolescents from Porto-Portugal. This data was collected from one school of Porto-Portugal in 2006 and 2007 fall where the subjects were followed during two years. The sample of this study comprised 221 boys (85) and girls (136) with ages between 8-17 years old that had fully completed their data on blood pressure, physical activity index, body mass index and cardiorespiratory fitness complete during these two years. A written consent of the families was required. All students were invited to measure blood pressure and anthropometric variables as well as perform fitness tests and to answer a questionnaire about daily physical activity. The Portuguese Ministry for Science and Technology provided permission to conduct this study.

### **Anthropometric and Body Composition Measurements**

Body height was measured to the nearest mm in bare or stocking feet with the adolescent standing upright against a Holtain Stadiometer. Weight was measured to the nearest 0.10kg, lightly dressed and after having breakfast, using an electronic weight scale (Seca 708 portable digital beam scale). Body mass index was calculated from the ratio of body weight (kg)/ body height (m<sup>2</sup>). Children were categorized to overweight/obesity in agreement with Cole, Bellizzi, Flegal & Dietz (2000) cut off points.

### **Maturation Stage**

Regarding the maturational stage, data were collected by individual self-assessment conducted by pictures. Subject self assessed their stages of secondary sex characteristics. Each one was classified from pre-pubertal (stage I) until to mature stage (stage V). Stage of breast in females and pubic hair in males was evaluated according to the Tanner's criteria and previously used and validated in a similar sample (Mota et al., 2002).

### **Assessment of Physical Activity Index**

Physical Activity Index (PAI) was assessed by a questionnaire (Ledent, Cloes, & Piéron, 1997). Application to a Portuguese population has previously been described elsewhere (Mota & Esculcas, 2002). A significant and negative correlation was found between the index of physical activity and heart rate at rest, serum insulin and skin fold measurements, and assumed as indication of validity of activity measure (Raitakari et al., 1994). The questionnaire had five questions with four answer choices (four-point scale): I) Do you take part in organized sport outside school? II) Do you take part in non-organized sport outside school? III) How many times per week do you take part in sport or physical activity for at least 20 minutes outside school? IV) How many hours per week do you usually take part in physical activity so much that you get out of breath or sweat outside school? V) Do you take part in competitive sport? The overall maximum number of points possible was 22. A PA Index (PAI) was obtained according to the total sum of the points with increasing ranks from the sedentary to vigorous activity levels. Subjects with a score between 10 until 20 was considerate active (moderate-vigorous activity), while a score under of 10 was considerate inactive (sedentary activity).

### **Cardiorespiratory Fitness**

CRF was estimated by maximal multistage 20m shuttle-run test according to procedures described from FITNESSGRAM ("Cooper Institute for Aerobic Research: FITNESSGRAM Test Administration Manual ", 1999). The Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run (PACER) test is a maximal aerobic fitness test. The test involves continuous running between the two lines in time to recorded beeps. The time between recorded beeps decrease each minute (level) requiring an increase in pace. The subjects continue until they are unable to keep pace with the beeps. There are a total of 21 levels, which would take approximately 21 minutes to complete. The score is the level and number of shuttles reached before the athlete was unable to keep up with the recording for two consecutive ends. The FITNESSGRAM was selected because of its ease of administration to large numbers of subjects and because the Shuttle Run Test predicted maximal aerobic capacity and showed significant correlation with  $VO_2\text{max}$  ( $r=0.80$ ) suggesting that could be used as a measure of aerobic

fitness in children (C. A. Boreham, Paliczka, & Nichols, 1990). Children and Adolescents were categorized as fit and unfit according to Fitnessgram cut points ("Cooper Institute for Aerobic Research: FITNESSGRAM Test Administration Manual ", 1999).

### **Blood Pressure**

Blood pressure was measured with an automated oscillometric sphygmomanometer (DINAMAP model BP 8800) using a standard technique (Duarte, Guerra, Ribeiro, & Mota, 2000). SBP and DBP were measured in the right arm, with the subjects in the fasting state. The subjects were in the sitting position (without their legs crossed), with the right arm at heart level. Three standard pressure cuffs of correct size (9 X 18, 12 X 23, 14 X 28 cm) were used according to the published guidelines for BP assessment in children (Ribeiro et al., 2004). The first and second measurements were taken after 5 and 10 min resting, being the mean of these measurements considered for statistical purposes. If these two measurements differed 2 mm Hg, the protocol was repeated (two new measurements that could not exceed 2 mm Hg). Children and adolescents were considered with high values of BP when their values are above percentile 75 adjusted by age and sex.

### **Statistical Analysis**

All variables were checked for normality. Mean and standard deviations described participant's characteristics. The changes of mean anthropometric variables; PA, CRF and BP between time T0 and T1 were verified through repeated measurement analysis of variance (General Linear Model) stratified by normal and high blood pressure values. Pairwise Comparisons were made for each variable and Bonferroni correction used to verify where the differences were. Differences between the two assessments were verified through comparison between frequencies of HBP in Time 0 and Time 1. Differences between time 0 and time 1 ( $\Delta = T1 - T0$ ) were calculated for BMI, PAI, CRF, SBP and DBP. Logistic Binary regressions were used to examine association between baseline variables and changes ( $\Delta$ ) in BMI, CRF and PA with high blood pressure values over one year. These regression models were adjusted by sexual maturation, age, gender and height. All statistical analyses were

performed with the Statistical Software Package SPSS 16.0 for Windows and level of significance was set up at  $p < 0.05$ .

## Results

**Table 1 – Description of two cohorts (T0 and T1) sample characteristics and differences between T0 and T1 stratified by normal and high systolic blood pressure values**

	T0		T1	
	Mean±SD		Mean±SD	
	Normal	HBP	Normal	HBP
<b>Age (years)</b>	14.53±1.38	15.02±1.21+	15.71±1.37*	16.00±1.23**+
<b>Weight (kg)</b>	56.50±10.48 Δ = 3.30	67.72±12.41+ Δ = 2.68	59.80±10.87*	70.40±15.75**+
<b>Height (m)</b>	1.63±0.08 Δ = 0.02	1.70±0.08+ Δ = 0.07	1.65±0.08*	1.72±0.09**+
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	21.06±3.16 Δ = 0.81	23.44±4.51+ Δ = 0.23	21.87±3.38*	23.67±5.19+
<b>CRF (laps)</b>	39.14±19.55 Δ = 5.56	52.67±23.59+ Δ = 9.41	44.70±21.72*	62.08±27.97**+
<b>PAI (index)</b>	11.30±4.14 Δ = 0.59	12.23±4.20 Δ = 0.77	11.89±4.28*	13.00±4.64
<b>SBP (mmHg)</b>	123.38±9.33 Δ = -3.47	146.91±6.60+ Δ = -5.58	119.91±10.55*	141.33±9.61**+
<b>DBP (mm Hg)</b>	63.85±11.36 Δ = 0.19	71.93±5.04+ Δ = 1.12	64.04±8.83	73.05±6.50+

Repeated Measured between T0 and T1

\*Significant differences between normotensive group between T0 and T1 ( $p < 0.05$ )

\*\* Significant differences between high blood pressure (HBP) group between T0 and T1 ( $p < 0.05$ )

+ Significant differences between normotensive and high blood pressure group ( $p < 0.05$ )

Δ (t1-t0) Mean differences between T1 and T0 for both normal and HBP groups

HBP: high blood pressure values (percentil 75 adjusted by sex and age)

CRF: cardiorespiratory fitness

PAI: physical activity index

SBP: systolic blood pressure

DBP: diastolic blood pressure

In Table 1 characteristics of the sample stratified by normal and high BP values in T0 and T1 are presented. Nearly all variables showed an increase in mean

values in time 1. The highest mean values of all variables are observed in HBP groups. SBP was the only variable that showed a decrease between T0 and T1. Although the mean values of BMI did not show a significant increase in HBP groups, the highest values of BMI are observed in a HBP group.

**Table 2: Frequency and percentage of children and adolescents that changed from normal to HBP group in one year**

	Frequency	Percentage
<b>HBP – Normal</b>	10	4.3%
<b>Normal</b>	161	69.4%
<b>HBP</b>	46	19.8%
<b>Normal –HBP</b>	15	6.5%

HBP: high blood pressure values

Table 2 shows the frequency and percentage of children and adolescents that changed from one to another group. The percentage of children that changed from normal to HBP group (6.5%) was higher than children and adolescents that left the normal group (4.3%).

**Table 3: Adjusted odds ratio for high systolic blood pressure group by body mass index, cardiorespiratory fitness and physical activity index in one year**

<b>Model A (HBP)</b>	<b>P</b>	<b>OR</b>	<b>95.0% C.I</b>
Age	0.10	1.33	(0.94;1.88)
Male (1)			
Female	p<0.01	4.33	(1.74;10.79)
Overweight obese (1)			
Normal	p<0.01	8.16	(3.40;19.58)
<b>Model B (HBP)</b>	<b>Sig.</b>	<b>OR</b>	<b>95.0% C.I.</b>
Age	0.51	1.11	(0.80;1.55)
Male (1)			
Female	0.01	3.02	(1.21; 7.53)
CRF (1)			
Low CRF	0.50	0.73	(0.29;1.81)
<b>Model C (HBP)</b>	<b>P</b>	<b>OR</b>	<b>95.0% C.I</b>
Age	0.14	1.29	(0.91;1.81)
Male (1)			
Female	0.06	2.64	(0.94;7.41)
CRF(1)			
Low CRF	0.02	0.31	(0.11;0.88)
Overweight obese (1)			
Normal	p<0.01	10.88	(4.31;27.43)
<b>Model D (HBP)</b>	<b>P</b>	<b>OR</b>	<b>95,0% C.I.for</b>
Age	0.47	1.12	(0.81;1.56)
Male(1)			
Female	P<0.01	3.22	(1.39;7.44)
PAI Active (1)			
Inactive	0.46	0.76	(0.36;1.59)

(1): reference group for statistical analyses

CRF: cardiorespiratory fitness

HBP: high blood pressure

PAI: physical activity index

All model are adjusted by sexual maturation and height

Table 3 shows the predictors associated with risk of moving from normal BP to HBP group and the risk of staying in HBP group for one year. Baseline variables showed significant association with risk of being in HBP groups (Table 3). Children and adolescents classified as male and overweight/obese in baseline were significantly more likely to be categorized with HBP values than female and normal weight children and adolescents. Furthermore, high baseline levels of CRF were inversely

associated with risk to having HBP values. However, the relationship between HBP and CRF was significant only when BMI was included in the model. PAI did not show significant results.

**Table 4: Adjusted odds ratio for high systolic blood pressure group by mean differences ( $\Delta$ ) of body mass index, cardiorespiratory fitness and physical activity between time 1 and time 0**

<b>Model A (HBP)</b>	<b>P</b>	<b>OR</b>	<b>95.0% C.I</b>
$\Delta$ CRF	0.94	100	(0.97;1.03)
$\Delta$ age	0.37	1.30	(0.72; 2.34)
Male(1)			
Female	p<0.001	6.51	(2.84;14.91)
$\Delta$ SM	0.12	0.66	(0.38;1.12)
<b>Model B (HBP)</b>	<b>P</b>	<b>Exp(B)</b>	<b>95.0% C.I</b>
$\Delta$ age	0.51	1.20	(0.69;2.07)
Male(1)			
Female	p<0.001	7.26	(3.20;16.50)
$\Delta$ SM	0.09	0.63	(0.36;1.07)
$\Delta$ BMI	0.19	0.86	(0.70;1.07)
<b>Model C (HBP)</b>	<b>P</b>	<b>Exp(B)</b>	<b>95.0% C.I EXP</b>
$\Delta$ age	0.42	1.24	(0.70;2.29)
Male(1)			
Female	P<0.001	7.00	(3.00;16.30)
$\Delta$ SM	0.10	0.63	(0.37;1.09)
$\Delta$ BMI	0.31	0.89	(0.72;1.10)
$\Delta$ CRF	0.92	0.99	(0.96;1.03)
<b>Model D (HBP)</b>	<b>P</b>	<b>Exp(B)</b>	<b>95.0% C.I</b>
$\Delta$ Age	0.52	1.19	(0.69;2.06)
Male (1)			
Female	p<0.001	6.78	(3.02;15.23)
$\Delta$ SM	0.13	0.66	(0.39;1.12)
$\Delta$ PAI	0.93	0.99	(0.88;1.13)

(1): reference group for statistical analyses

CRF: cardiorespiratory fitness

HBP: high blood pressure

PAI: physical activity index

All model are adjusted by height

Table 4 shows association between the risk of being in HBP group with variation of BMI, PAI and CRF ( $\Delta = T1-T0$ ) for one year. Our results did not show significant association between HBP with variation of BMI, CRF and PAI.

## Discussion

Considering the purpose of this study, our main result was that for one year there were approximately 6.4% children and adolescents that moved from normal to HBP group. In this context, overweight/obese youths in baseline and male children and adolescents were the main predictors associated with the risk of developing HBP. However, low levels of CRF showed a significant association with HBP values, when considering overweight/obesity.

Longitudinal studies about trends of BP among children and adolescents showed non-consistent results (Ostchega et al., 2009; Watkins et al., 2004). (Din-Dzietham, Liu, Bielo, & Shamsa, 2007). However, the most recent papers suggest obesity as a strong and independent outcome associated with early development of HBP values (Din-Dzietham et al., 2007; Jago et al., 2006; Ostchega et al., 2009). In this context, our pertinent result was the relationship between being overweight/obese and the number of children and adolescents that moved from normal to HBP group in a short time. Although our data did not show a tendency to high mean values of BP in children and adolescents over the time (Muntner, He, Cutler, Wildman, & Whelton, 2004), it did show a tendency to an emergent number of children and adolescents having HBP. Moreover, our results suggested a relationship between being overweight/obese with HBP values independently of the role of growth, maturation and development variables.

Additionally to the relationship between BMI and HBP values (Din-Dzietham et al., 2007; Ostchega et al., 2009), there are just a few numbers of studies about the relationship between PA and CRF with trends on cardiovascular disease over the time (Andersen, 1996; Kvaavik, Klepp, Tell, Meyer, & Batty, 2009; Twisk, Kemper, & van Mechelen, 2000). Furthermore, the majority of these published papers were about tracking of BP (Andersen, 1996; Twisk et al., 2000). There are just a few numbers of studies that showed the main predictors of elevated risk for having HBP over the time.

In this context, results of a recent prospective cohort study with 1016 youths from Oslo published by Kvaavik et al, (2009) showed an inverse relationship between physical fitness and systolic and diastolic values in baseline time and in a second time two years later. When Andersen et al,

(1996) studied changes in PA, fitness and coronary health disease in a subgroup of high school children from Denmark, a highly significant relationship between VO<sub>2</sub> max and BP was showed. Maximova, O'Loughlin, Paradis, Hanley, & Lynch (2009) in a recent study over five years suggests a relationship between decline of 1 moderate vigorous PA session per week, each year, for 0.29 mm Hg and 0.19 mm Hg high SBP boys and girls, respectively, in early adolescence and 0.40 mm Hg and 0.18 mm Hg respectively in late adolescence.

Therefore, results of our data also showed a significant association between low levels of CRF and the risk for moving or staying in HBP group. However, this association was dependent on BMI. Frequently, several cross sectional studies showed an inverse association of high levels of CRF with a risk to develop HBP values (Andersen, 1994; C. Boreham et al., 2001). Consequently, the strength of our study is based on showing the relationship between CRF in baseline and HBP, dependently of BMI, over the time.

Nevertheless, this result is in contrast to reported findings from adults' studies. Fitness and changes in fitness is shown as a strong predictor of cardiovascular risk factors and mortality independently of body fatness (Blair et al., 1996). On the other hand, several children and adolescents cross sectional studies are in agreement with our findings (C. Boreham et al., 2001; Ekelund et al., 2007). The relationship between CRF and cardiovascular risk factors among children and adolescents population seems to be dependent of BMI (C. Boreham et al., 2001; Dencker et al., 2008; Ekelund et al., 2007). However, this disagreement could be explained if considered that normally children do not have cardiovascular disease developed. They could be in the beginning of the atherosclerotic process, and obesity seems to be the main risk factor (Freedman, Katzmarzyk, Dietz, Srinivasan, & Berenson, 2009). These results make CRF an important predictor associated with obesity and consequently with the risk of developing cardiovascular disease.

So, our study showed several limitations such as the size of our sample, the short time between the two assessments of BP, as well as the indirect methods that we used to measure BMI, CRF and PAI. However, the strength of our research was that this is a longitudinal study, which aimed to verify the association between the changes over the time of BP and the relationship with

baseline and variation of PA, CRF and BMI in a sample of children and adolescents. This research comprised two measurements of the same children and adolescents.

Additionally, despite our results showing significant differences between T0 and T1, probably these differences are associated with growth, development and maturation process. Consequently, it did not show significant association with the risk of children and adolescents moving from normal to HBP group. Although, regardless of our short interval between T0 and T1 our data suggested that in a short period of time, overweight/obese children and adolescents showed a higher risk than normal weight children to developing HBP values. Associated to this finding is the protector role of high levels of CRF. However, PA did not show significant association with HBP values. This result could be associated with the difficulty of assessing PA through a questionnaire for children and adolescents (Reilly et al., 2008).

Our findings seem to be in agreement with the necessity of strategies to prevent high BP in children and adolescents throughout the control of obesity pandemic in children and adolescents. Furthermore, high levels of CRF are an important behaviour associated with this relationship between BMI and BP.

### **Conclusion**

Our results showed a significant number of children and adolescents that moved from normal to HBP group over a short time. Overweight/obese was the main predictor associated with this BP behaviour. However, CRF showed a significant role in this relationship between BP and BMI.

### **Acknowledgments**

This study was supported by FCT: Program PRAXIS XXI: PSAU/122/96 financial support: SRFH / BD / 24350 / 2005 and MCTES/FCT: Project PTDC/DES-72424-200

## References

- Andersen, L. B. (1994). Blood pressure, physical fitness and physical activity in 17-year-old Danish adolescents. *J Intern Med*, 236(3), 323-329.
- Andersen, L. B. (1996). Tracking of risk factors for coronary heart disease from adolescence to young adulthood with special emphasis on physical activity and fitness. A longitudinal study. *Dan Med Bull*, 43(5), 407-418.
- Bao, W., Threefoot, S. A., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S. (1995). Essential hypertension predicted by tracking of elevated blood pressure from childhood to adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Am J Hypertens*, 8(7), 657-665.
- Berenson, G. S., Srinivasan, S. R., Bao, W., Newman, W. P., 3rd, Tracy, R. E., & Wattigney, W. A. (1998). Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med*, 338(23), 1650-1656.
- Blair, S. N., Kampert, J. B., Kohl, H. W., 3rd, Barlow, C. E., Macera, C. A., Paffenbarger, R. S., Jr., et al. (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*, 276(3), 205-210.
- Boreham, C., Twisk, J., Murray, L., Savage, M., Strain, J. J., & Cran, G. (2001). Fitness, fatness, and coronary heart disease risk in adolescents: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Med Sci Sports Exerc*, 33(2), 270-274.
- Boreham, C. A., Paliczka, V. J., & Nichols, A. K. (1990). A comparison of the PWC170 and 20-MST tests of aerobic fitness in adolescent schoolchildren. *J Sports Med Phys Fitness*, 30(1), 19-23.
- Cairella, G., Menghetti, E., Scanu, A., Bevilacqua, N., Censi, L., Martone, D., et al. (2007). [Elevated blood pressure in adolescents from Rome, Italy. Nutritional risk factors and physical activity]. *Ann Ig*, 19(3), 203-214.
- Chen, X., & Wang, Y. (2008). Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis. *Circulation*, 117(25), 3171-3180.
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, 320(7244), 1240-1243.
- Cooper Institute for Aerobic Research: FITNESSGRAM Test Administration Manual (1999). *Human Kinetics Books, Champaign, IL*.
- Dencker, M., Thorsson, O., Karlsson, M. K., Linden, C., Wollmer, P., & Andersen, L. B. (2008). Daily physical activity related to aerobic fitness and body fat in an urban sample of children. *Scand J Med Sci Sports*, 18(6), 728-735.
- Din-Dzietham, R., Liu, Y., Bielo, M. V., & Shamsa, F. (2007). High blood pressure trends in children and adolescents in national surveys, 1963 to 2002. *Circulation*, 116(13), 1488-1496.
- Duarte, J. A., Guerra, S. C., Ribeiro, J. C., & Mota, R. C. (2000). Blood pressure in pediatric years (8-13 years old) in the Oporto region. *Rev Port Cardiol*, 19(7-8), 809-820.
- Ekelund, U., Anderssen, S. A., Froberg, K., Sardinha, L. B., Andersen, L. B., & Brage, S. (2007). Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia*, 50(9), 1832-1840.

- Freedman, D. S., Dietz, W. H., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S. (1999). The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*, *103*(6 Pt 1), 1175-1182.
- Freedman, D. S., Katzmarzyk, P. T., Dietz, W. H., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S. (2009). Relation of body mass index and skinfold thicknesses to cardiovascular disease risk factors in children: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr*, *90*(1), 210-216.
- Guerra, S., Pinto, A. T., Ribeiro, J., Oliveira, J., Duarte, J., & Mota, J. (2003). Stability of risk factors for cardiovascular diseases in Portuguese children and adolescents from the Porto area. *Rev Port Cardiol*, *22*(2), 167-182.
- Jago, R., Harrell, J. S., McMurray, R. G., Edelstein, S., El Ghormli, L., & Bassin, S. (2006). Prevalence of abnormal lipid and blood pressure values among an ethnically diverse population of eighth-grade adolescents and screening implications. *Pediatrics*, *117*(6), 2065-2073.
- Kafatos, I., Manios, Y., Moschandreas, J., & Kafatos, A. (2007). Health and nutrition education program in primary schools of Crete: changes in blood pressure over 10 years. *Eur J Clin Nutr*, *61*(7), 837-845.
- Kvaavik, E., Klepp, K. I., Tell, G. S., Meyer, H. E., & Batty, G. D. (2009). Physical fitness and physical activity at age 13 years as predictors of cardiovascular disease risk factors at ages 15, 25, 33, and 40 years: extended follow-up of the Oslo Youth Study. *Pediatrics*, *123*(1), e80-86.
- Leary, S. D., Ness, A. R., Smith, G. D., Mattocks, C., Deere, K., Blair, S. N., et al. (2008). Physical activity and blood pressure in childhood: findings from a population-based study. *Hypertension*, *51*(1), 92-98.
- Ledent, M., Cloes, M., & Piéron, M. (1997). Les jeunes, leur activité physique et leurs perceptions de la santé, de la forme, des capacités athlétiques et de l'apparence. *ADEPS*, *159/160*, 90-95.
- Maximova, K., O'Loughlin, J., Paradis, G., Hanley, J. A., & Lynch, J. (2009). Declines in physical activity and higher systolic blood pressure in adolescence. *Am J Epidemiol*, *170*(9), 1084-1094.
- McNiece, K. L., Poffenbarger, T. S., Turner, J. L., Franco, K. D., Sorof, J. M., & Portman, R. J. (2007). Prevalence of hypertension and pre-hypertension among adolescents. *J Pediatr*, *150*(6), 640-644, 644 e641.
- Mota, J., & Esculcas, C. (2002). Leisure-time physical activity behavior: structured and unstructured choices according to sex, age, and level of physical activity. *Int.J.Behavioral Med.*, *9*(2), 111-121.
- Mota, J., Guerra, S., Leandro, C., Pinto, A., Ribeiro, J. C., & Duarte, J. A. (2002). Association of maturation, sex, and body fat in cardiorespiratory fitness. *Am J Hum Biol*, *14*(6), 707-712.
- Muntner, P., He, J., Cutler, J. A., Wildman, R. P., & Whelton, P. K. (2004). Trends in blood pressure among children and adolescents. *JAMA*, *291*(17), 2107-2113.
- Ostchega, Y., Carroll, M., Prineas, R. J., McDowell, M. A., Louis, T., & Tilert, T. (2009). Trends of elevated blood pressure among children and adolescents: data from the National Health and Nutrition Examination Survey 1988-2006. *Am J Hypertens*, *22*(1), 59-67.
- Raitakari, O. T., Porkka, K. V., Taimela, S., Telama, R., Rasanen, L., & Viikari, J. S. (1994). Effects of persistent physical activity and inactivity on coronary risk factors in children and young adults. The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Am J Epidemiol*, *140*(3), 195-205.

- Reilly, J. J., Penpraze, V., Hislop, J., Davies, G., Grant, S., & Paton, J. Y. (2008). Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: review with new data. *Arch Dis Child*, *93*(7), 614-619.
- Ribeiro, J. C., Guerra, S., Oliveira, J., Andersen, L. B., Duarte, J. A., & Mota, J. (2004). Body fatness and clustering of cardiovascular disease risk factors in Portuguese children and adolescents. *Am J Hum Biol*, *16*(5), 556-562.
- Sugiyama, T., Xie, D., Graham-Maar, R. C., Inoue, K., Kobayashi, Y., & Stettler, N. (2007). Dietary and lifestyle factors associated with blood pressure among U.S. adolescents. *J Adolesc Health*, *40*(2), 166-172.
- Sun, S. S., Grave, G. D., Siervogel, R. M., Pickoff, A. A., Arslanian, S. S., & Daniels, S. R. (2008). Systolic Blood Pressure in Childhood Predicts Hypertension and Metabolic Syndrome Later in Life. *Pediatrics*, *119*, 237-246.
- Twisk, J. W., Kemper, H. C., & van Mechelen, W. (2000). Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Med Sci Sports Exerc*, *32*(8), 1455-1461.
- Watkins, D., McCarron, P., Murray, L., Cran, G., Boreham, C., Robson, P., et al. (2004). Trends in blood pressure over 10 years in adolescents: analyses of cross sectional surveys in the Northern Ireland Young Hearts project. *BMJ*, *329*(7458), 139.

## **6. *Considerações finais***



## 6. Considerações Finais

O presente estudo teve como objectivo verificar a associação entre as variáveis do crescimento e do processo maturacional com os valores de TA infanto-juvenil. Adicionalmente, o estudo da relação entre os valores de TA e os diferentes contextos da AF, considerando o comportamento da APCR e do IMC.

Objectivando os estudos da TA e a sua relação com a AF numa amostra constituída por crianças e adolescentes, parece relevante a preocupação com os factores de crescimento, do desenvolvimento e aqueles factores relacionados ao processo maturacional (Chen & Wang, 2009). Os níveis de TA infanto-juvenil são influenciados pela idade, pelo sexo e pelo tamanho corporal (Q. He et al., 2000; Rosner et al., 2000). Embora existam divergências sobre a importância das variações ocorridas na puberdade nos valores de TA. Cho et al., (2001) e Leccia e tal., (1999) sugeriram existir influência significativa da maturação sexual sobre os valores de TA. Contudo, esta relação parece ser dependente das variáveis de crescimento.

Neste âmbito, os nossos dados identificaram uma significativa associação do processo de maturação sexual com os valores médios de TA sistólica e diastólica. Todavia, esta relação modificou-se quando considerou-se da altura, do IMC e da idade, sugerindo, além de um papel interveniente da maturação sexual, uma influência significativa das variáveis do crescimento e da idade cronológica. Estes resultados foram considerados ao longo da construção dos restantes artigos quando analisada a relação entre a TA e os diferentes contextos da AF.

Adicionalmente, o objectivo dos estudos da relação entre a AF e os valores de TA numa amostra de crianças e adolescentes foi sustentado por um número significativo de pesquisas que apontaram a AF como um meio não medicamentoso de prevenção no desenvolvimento precoce dos factores de risco das DCV (Andersen et al., 2006; Eisenmann, Katzmarzyk et al., 2005; Ekelund et al., 2007). Contudo, nos adultos, a associação das variáveis que constituem um estilo de vida saudável, incluindo a prática regular de AF, com os valores de TA sistólica e diastólica já é reconhecido (Hagberg et al., 2000). Por outro lado, na população infanto-juvenil, estudos têm frequentemente como

principal objectivo a análise específica da relação entre a AF e os seus diferenciados contextos com os valores de TA sistólica e diastólica. Contudo, as evidências ainda são reduzidas e apresentam algumas divergências ao longo dos resultados publicados (Ekelund et al., 2007; Kafatos et al., 2007; Kelley et al., 2003; Leary et al., 2008). Na perspectiva de uma melhor compreensão das relações entre a AF e a TA infanto-juvenil, os nossos dados sugerem uma associação significativa entre a AF e os valores de TA sistólica. No entanto, quando analisados os diferentes contextos da AF, foram verificadas diferenças relativamente à intensidade e as características das diferentes actividades praticadas.

Relativamente às diferentes intensidades da AF, os nossos resultados vão ao encontro daqueles observados na literatura (Leary et al., 2008; Sugiyama et al., 2007), sugerindo a necessidade de promover a AF moderada, adicionalmente a importância significativa de prevenir o número de horas despendidas em actividades sedentárias (Cairella et al., 2007; Sugiyama et al., 2007). Por outro lado, crianças e adolescentes inseridos em diferentes práticas desportivas durante o horário extra-escolar apresentaram uma relação diferenciada com os valores de TA sistólica. A AF considerada de lazer, a participação em desportos de competição, o IMC e a APCR associaram-se com os valores de HTA. Contudo, a participação em desportos competitivos parece estar associada aos valores de TA dependentemente da APCR e do IMC. Estes resultados parecem ser convincentes tendo em consideração as características morfológicas associadas à aptidão física, as quais são comuns às crianças e aos adolescentes que participam em desportos competitivos. Todavia, parece existir uma relação da AF não estruturada e não organizada com os valores de TA, independentemente do IMC e da APCR. Estes resultados vão ao encontro daqueles obtidos por Ekelund et al., (2007) quando concluíram existir uma relação entre a APCR e os factores de risco das DCV dependente do sobrepeso/obesidade, enquanto que a AF apresentou uma associação independente.

Adicionalmente, as variáveis associadas com os valores de TA diastólica parecem ser diferenciadas daquelas que se associaram aos valores de TA sistólica (Sugiyama et al., 2007). A análise dos estudos publicados sugere uma diversidade de resultados. Entretanto, alguns estudos apontam para uma

relação significativa do tempo dispendido em actividades sedentárias com os valores de TA diastólica. Mais estudos são necessários para a compreensão destas divergências entre resultados e para uma melhor compreensão das diferenças entre os determinantes da TA sistólica e TA diastólica.

Por fim, os resultados do estudo longitudinal apontam para o sobrepeso/obesidade como o principal predictor associado com o risco de crianças e adolescentes desenvolverem valores elevados de TA ao longo do tempo. Resultado que vai ao encontro daqueles observados nos estudos transversais. Contudo, não foram verificadas associações significativas entre o risco de desenvolver valores elevados de TA ao longo do tempo com os valores de AF. Todavia, valores elevados de APCR se associaram inversamente com o risco de desenvolver valores elevados de TA quando o IMC foi incluído no modelo. Estes resultados parecem sugerir, mais uma vez em acordo com os nossos resultados transversais, o sobrepeso/obesidade e os valores reduzidos de APCR como factores de risco para o desenvolvimento precoce de valores elevados de TA. Não obstante, apesar de não termos encontrado uma relação directa da APCR com a TA, está associou-se com o principal factor de risco para o desenvolvimento de valores elevados de TA na infância e adolescência.

Apesar dos nossos dados sugerirem resultados relevantes em relação à prática da AF, excesso de peso corporal e valores reduzidos de APCR e o risco de desenvolver valores elevados de TA na infância e na adolescência, de facto, muitas limitações foram observadas ao longo deste processo, as quais servirão para um melhor controlo no desenvolvimento de futuras pesquisas. Relativamente aos valores de TA, apenas duas aferições foram realizadas. Além disso, foram encontradas dificuldades em categorizar estas variáveis, tendo em consideração a inclusão de muitas crianças na categoria de risco com a utilização dos pontos de corte propostos pelo NHBP ("The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents," 2004). Por conseguinte, optamos por considerar em risco as crianças e adolescentes que se encontravam acima do percentil 75, ajustado para a idade e sexo. Ainda assim, em todas as análises multi-variadas, controlámos o efeito da altura e da maturação sexual.

Relativamente à AF, não foi possível a utilização da mesma metodologia nos quatro artigos construídos. Devido à dificuldade de compreensão no preenchimento dos questionários, a sua utilização poderá estar associada a alguma super-estimativa das actividades, principalmente quando empregues em estudos com crianças (Sallis & Saelens, 2000). Este é o caso da categorização verificada no terceiro artigo relativamente às actividades de lazer e desporto competitivo, na qual poderá ter havido alguma dificuldade na compreensão do instrumento pelas crianças mais novas. Assim a utilização do questionário para avaliar a AF no estudo longitudinal poderá está associada com a diferença de resultados entre este e os estudos transversais. Todavia, o presente questionário foi validado numa amostra de crianças e adolescentes da população portuguesa (Mota & Esculcas, 2002).

Em síntese, os resultados dos estudos sugerem a AF nos seus diferentes contextos e intensidades e a APCR como uma variável importante na prevenção do desenvolvimento precoce de valores elevados de TA infanto-juvenil. Contudo o IMC parece ser o principal predictor dos valores elevados de TA na infância e adolescência.

## **7. Referências**



## 7. Referências

- Adult participation in recommended levels of physical activity--United States, 2001 and 2003. (2005). *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 54(47), 1208-1212.
- Agirbasli, M., Tanrikulu, B., Arikan, S., Izci, E., Ozguven, S., Besimoglu, B., et al. (2008). Trends in body mass index, blood pressure and parental smoking habits in middle socio-economic level Turkish adolescents. *J Hum Hypertens*, 22(1), 12-17.
- Andersen, L. B. (1994). Blood pressure, physical fitness and physical activity in 17-year-old Danish adolescents. *J Intern Med*, 236(3), 323-329.
- Andersen, L. B. (1996). [Changes in physical activity are not reflected in physical fitness of older teenagers. A 2-year follow-up study]. *Ugeskr Laeger*, 158(15), 2113-2117.
- Andersen, L. B., Anderssen, S. A., Brage, S., Ekelund, U., & Froberg, K. (2006). [Physical activity and clustering of CVD risk factors--secondary publication]. *Ugeskr Laeger*, 168(47), 4101-4103.
- Andersen, L. B., Hasselstrom, H., Gronfeldt, V., Hansen, S. E., & Karsten, F. (2004). The relationship between physical fitness and clustered risk, and tracking of clustered risk from adolescence to young adulthood: eight years follow-up in the Danish Youth and Sport Study. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 1(1), 6.
- Andersen, L. B., Sardinha, L. B., Froberg, K., Riddoch, C. J., Page, A. S., & Anderssen, S. A. (2008). Fitness, fatness and clustering of cardiovascular risk factors in children from Denmark, Estonia and Portugal: the European Youth Heart Study. *Int J Pediatr Obes*, 3 Suppl 1, 58-66.
- Anderssen, S. A., Cooper, A. R., Riddoch, C., Sardinha, L. B., Harro, M., Brage, S., et al. (2007). Low cardiorespiratory fitness is a strong predictor for clustering of cardiovascular disease risk factors in children independent of country, age and sex. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 14(4), 526-531.
- Armstrong, N., & Welsman, J. R. (2006). The physical activity patterns of European youth with reference to methods of assessment. *Sports Med*, 36(12), 1067-1086.
- Bao, W., Threefoot, S. A., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S. (1995). Essential hypertension predicted by tracking of elevated blood pressure from childhood to adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Am J Hypertens*, 8(7), 657-665.
- Barba, G., Troiano, E., Russo, P., Strazzullo, P., & Siani, A. (2006). Body mass, fat distribution and blood pressure in Southern Italian children: results of the ARCA project. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 16(4), 239-248.
- Berenson, G. S., Srinivasan, S. R., Bao, W., Newman, W. P., 3rd, Tracy, R. E., & Wattigney, W. A. (1998). Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med*, 338(23), 1650-1656.
- Boreham, C., Twisk, J., Murray, L., Savage, M., Strain, J. J., & Cran, G. (2001). Fitness, fatness, and coronary heart disease risk in adolescents: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Med Sci Sports Exerc*, 33(2), 270-274.
- Boreham, C. A., Twisk, J., Savage, M. J., Cran, G. W., & Strain, J. J. (1997). Physical activity, sports participation, and risk factors in adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 29(6), 788-793.

- Brage, S., Wedderkopp, N., Ekelund, U., Franks, P. W., Wareham, N. J., Andersen, L. B., et al. (2004). Features of the metabolic syndrome are associated with objectively measured physical activity and fitness in Danish children: the European Youth Heart Study (EYHS). *Diabetes Care*, *27*(9), 2141-2148.
- Brodersen, N. H., Steptoe, A., Boniface, D. R., & Wardle, J. (2007). Trends in physical activity and sedentary behaviour in adolescence: ethnic and socioeconomic differences. *Br J Sports Med*, *41*(3), 140-144.
- Cairella, G., Menghetti, E., Scanu, A., Bevilacqua, N., Censi, L., Martone, D., et al. (2007). [Elevated blood pressure in adolescents from Rome, Italy. Nutritional risk factors and physical activity]. *Ann Ig*, *19*(3), 203-214.
- Chen, X., & Wang, Y. (2008). Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis. *Circulation*, *117*(25), 3171-3180.
- Chen, X., & Wang, Y. (2009). The influence of sexual maturation on blood pressure and body fatness in African-American adolescent girls and boys. *Am J Hum Biol*, *21*(1), 105-112.
- Cho, S. D., Mueller, W. H., Meininger, J. C., Liehr, P., & Chan, W. (2001). Blood pressure and sexual maturity in adolescents: the Heartfelt Study. *Am J Hum Biol*, *13*(2), 227-234.
- Colin-Ramirez, E., Castillo-Martinez, L., Orea-Tejeda, A., Villa Romero, A. R., Vergara Castaneda, A., & Asensio Lafuente, E. (2009). Waist circumference and fat intake are associated with high blood pressure in Mexican children aged 8 to 10 years. *J Am Diet Assoc*, *109*(6), 996-1003.
- Daniels, S. R. (1999). Hypertension-induced cardiac damage in children and adolescents. *Blood Press Monit*, *4*(3-4), 165-170.
- Daniels, S. R., McMahan, R. P., Obarzanek, E., Waclawiw, M. A., Similo, S. L., Biro, F. M., et al. (1998). Longitudinal correlates of change in blood pressure in adolescent girls. *Hypertension*, *31*(1), 97-103.
- Dencker, M., & Andersen, L. B. (2008). Health-related aspects of objectively measured daily physical activity in children. *Clin Physiol Funct Imaging*, *28*(3), 133-144.
- Dencker, M., Thorsson, O., Karlsson, M. K., Linden, C., Wollmer, P., & Andersen, L. B. (2008). Daily physical activity related to aerobic fitness and body fat in an urban sample of children. *Scand J Med Sci Sports*, *18*(6), 728-735.
- Din-Dzietham, R., Liu, Y., Bielo, M. V., & Shamsa, F. (2007). High blood pressure trends in children and adolescents in national surveys, 1963 to 2002. *Circulation*, *116*(13), 1488-1496.
- Duarte, J. A., Guerra, S. C., Ribeiro, J. C., & Mota, R. C. (2000). Blood pressure in pediatric years (8-13 years old) in the Oporto region. *Rev Port Cardiol*, *19*(7-8), 809-820.
- Eisenmann, J. C., Katzmarzyk, P. T., Perusse, L., Tremblay, A., Despres, J. P., & Bouchard, C. (2005). Aerobic fitness, body mass index, and CVD risk factors among adolescents: the Quebec family study. *Int J Obes (Lond)*, *29*(9), 1077-1083.
- Eisenmann, J. C., Wickel, E. E., Welk, G. J., & Blair, S. N. (2005). Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *Am Heart J*, *149*(1), 46-53.
- Ekelund, U., Anderssen, S., Andersen, L. B., Riddoch, C. J., Sardinha, L. B., Luan, J., et al. (2009). Prevalence and correlates of the metabolic syndrome in a population-based sample of European youth. *Am J Clin Nutr*, *89*(1), 90-96.

- Ekelund, U., Anderssen, S. A., Froberg, K., Sardinha, L. B., Andersen, L. B., & Brage, S. (2007). Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia*, *50*(9), 1832-1840.
- Falkner, B. (2006). Hypertension in children. *Pediatr Ann*, *35*(11), 795-801.
- Falkner, B., Gidding, S. S., Ramirez-Garnica, G., Wiltrout, S. A., West, D., & Rappaport, E. B. (2006). The relationship of body mass index and blood pressure in primary care pediatric patients. *J Pediatr*, *148*(2), 195-200.
- Freedman, D. S., Dietz, W. H., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S. (1999). The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*, *103*(6 Pt 1), 1175-1182.
- Freedman, D. S., Katzmarzyk, P. T., Dietz, W. H., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S. (2009). Relation of body mass index and skinfold thicknesses to cardiovascular disease risk factors in children: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr*, *90*(1), 210-216.
- Gidlow, C. J., Cochrane, T., Davey, R., & Smith, H. (2008). In-school and out-of-school physical activity in primary and secondary school children. *J Sports Sci*, *26*(13), 1411-1419.
- Gomes Bda, M., & Alves, J. G. (2009). [Prevalence of high blood pressure and associated factors in students from public schools in Greater Metropolitan Recife, Pernambuco State, Brazil, 2006]. *Cad Saude Publica*, *25*(2), 375-381.
- Grow, H. M., Saelens, B. E., Kerr, J., Durant, N. H., Norman, G. J., & Sallis, J. F. (2008). Where are youth active? Roles of proximity, active transport, and built environment. *Med Sci Sports Exerc*, *40*(12), 2071-2079.
- Guerra, S., Ribeiro, J. C., Costa, R., Duarte, J., & Mota, J. (2002). Relationship between cardiorespiratory fitness, body composition and blood pressure in school children. *J Sports Med Phys Fitness*, *42*(2), 207-213.
- Hagberg, J. M., Park, J. J., & Brown, M. D. (2000). The role of exercise training in the treatment of hypertension: an update. *Sports Med*, *30*(3), 193-206.
- He, F. J., Marrero, N. M., & Macgregor, G. A. (2008). Salt and blood pressure in children and adolescents. *J Hum Hypertens*, *22*(1), 4-11.
- He, Q., Ding, Z. Y., Fong, D. Y., & Karlberg, J. (2000). Blood pressure is associated with body mass index in both normal and obese children. *Hypertension*, *36*(2), 165-170.
- Hedley, A. A., Ogden, C. L., Johnson, C. L., Carroll, M. D., Curtin, L. R., & Flegal, K. M. (2004). Prevalence of overweight and obesity among US children, adolescents, and adults, 1999-2002. *JAMA*, *291*(23), 2847-2850.
- Huotari, P. R., Nupponen, H., Laakso, L., & Kujala, U. M. (2009). Secular trends in aerobic fitness and its determinants in Finnish 13- to 18-year-old adolescents from 1976 and 2001. *Br J Sports Med*.
- Jago, R., Harrell, J. S., McMurray, R. G., Edelstein, S., El Ghormli, L., & Bassin, S. (2006). Prevalence of abnormal lipid and blood pressure values among an ethnically diverse population of eighth-grade adolescents and screening implications. *Pediatrics*, *117*(6), 2065-2073.
- Juonala, M., Viikari, J. S., Ronnema, T., Helenius, H., Taittonen, L., & Raitakari, O. T. (2006). Elevated blood pressure in adolescent boys predicts endothelial dysfunction: the cardiovascular risk in young Finns study. *Hypertension*, *48*(3), 424-430.

- Kafatos, I., Manios, Y., Moschandreas, J., & Kafatos, A. (2007). Health and nutrition education program in primary schools of Crete: changes in blood pressure over 10 years. *Eur J Clin Nutr*, *61*(7), 837-845.
- Kahn, J. A., Huang, B., Gillman, M. W., Field, A. E., Austin, S. B., Colditz, G. A., et al. (2008). Patterns and determinants of physical activity in U.S. adolescents. *J Adolesc Health*, *42*(4), 369-377.
- Katzmarzyk, P. T., Malina, R. M., Song, T. M., & Bouchard, C. (1998). Physical activity and health-related fitness in youth: a multivariate analysis. *Med Sci Sports Exerc*, *30*(5), 709-714.
- Kelley, G. A., Kelley, K. S., & Tran, Z. V. (2003). The effects of exercise on resting blood pressure in children and adolescents: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Prev Cardiol*, *6*(1), 8-16.
- Klasson-Heggebo, L., Andersen, L. B., Wennlof, A. H., Sardinha, L. B., Harro, M., Froberg, K., et al. (2006). Graded associations between cardiorespiratory fitness, fatness, and blood pressure in children and adolescents. *Br J Sports Med*, *40*(1), 25-29; discussion 25-29.
- Kristensen, P. L., Moller, N. C., Korsholm, L., Wedderkopp, N., Andersen, L. B., & Froberg, K. (2008). Tracking of objectively measured physical activity from childhood to adolescence: the European youth heart study. *Scand J Med Sci Sports*, *18*(2), 171-178.
- Kvaavik, E., Klepp, K. I., Tell, G. S., Meyer, H. E., & Batty, G. D. (2009). Physical fitness and physical activity at age 13 years as predictors of cardiovascular disease risk factors at ages 15, 25, 33, and 40 years: extended follow-up of the Oslo Youth Study. *Pediatrics*, *123*(1), e80-86.
- Labarthe, D. R., Dai, S., Fulton, J. E., Harrist, R. B., Shah, S. M., & Eissa, M. A. (2009). Systolic and fourth- and fifth-phase diastolic blood pressure from ages 8 to 18 years: Project HeartBeat! *Am J Prev Med*, *37*(1 Suppl), S86-96.
- Lazarou, C., Panagiotakos, D. B., & Matalas, A. L. (2009). Lifestyle factors are determinants of children's blood pressure levels: the CYKIDS study. *J Hum Hypertens*, *23*(7), 456-463.
- Leary, S. D., Ness, A. R., Smith, G. D., Mattocks, C., Deere, K., Blair, S. N., et al. (2008). Physical activity and blood pressure in childhood: findings from a population-based study. *Hypertension*, *51*(1), 92-98.
- Leccia, G., Marotta, T., Masella, M. R., Mottola, G., Mitrano, G., Golia, F., et al. (1999). Sex-related influence of body size and sexual maturation on blood pressure in adolescents. *Eur J Clin Nutr*, *53*(4), 333-337.
- Li, C., Huang, T. K., Cruz, M. L., & Goran, M. I. (2006). Birth weight, puberty, and systolic blood pressure in children and adolescents: a longitudinal analysis. *J Hum Hypertens*, *20*(6), 444-450.
- Lopes, V. P., Vasques, C. M., Maia, J. A., & Ferreira, J. C. (2007). Habitual physical activity levels in childhood and adolescence assessed with accelerometry. *J Sports Med Phys Fitness*, *47*(2), 217-222.
- Maia, J. A., Thomis, M., & Beunen, G. (2002). Genetic factors in physical activity levels: a twin study. *Am J Prev Med*, *23*(2 Suppl), 87-91.
- Malina, R. M. (2001). Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. *Am J Hum Biol*, *13*(2), 162-172.
- McNiece, K. L., Poffenbarger, T. S., Turner, J. L., Franco, K. D., Sorof, J. M., & Portman, R. J. (2007). Prevalence of hypertension and pre-hypertension among adolescents. *J Pediatr*, *150*(6), 640-644, 644 e641.

- Metcalf, B. S., Jeffery, A. N., Hosking, J., Voss, L. D., Sattar, N., & Wilkin, T. J. (2009). Objectively measured physical activity and its association with adiponectin and other novel metabolic markers: a longitudinal study in children (EarlyBird 38). *Diabetes Care*, *32*(3), 468-473.
- Mota, J., & Esculcas, C. (2002). Leisure-time physical activity behavior: structured and unstructured choices according to sex, age, and level of physical activity. *Int J Behav Med*, *9*(2), 111-121.
- Mota, J., Santos, M. P., & Ribeiro, J. C. (2008). Differences in leisure-time activities according to level of physical activity in adolescents. *J Phys Act Health*, *5*(2), 286-293.
- Mota, J., Santos, P., Guerra, S., Ribeiro, J. C., & Duarte, J. A. (2003). Patterns of daily physical activity during school days in children and adolescents. *Am J Hum Biol*, *15*(4), 547-553.
- OMS. (2002). World Health Organisation. All causes, age standardized mortality rate, both sexes. Available from: [http://www.int/whr/2002/en/whr02\\_en.pdf](http://www.int/whr/2002/en/whr02_en.pdf); .
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., & Sjostrom, M. (2007). Physical activity, overweight and central adiposity in Swedish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Int J Behav Nutr Phys Act*, *4*, 61.
- Ostchega, Y., Carroll, M., Prineas, R. J., McDowell, M. A., Louis, T., & Tilert, T. (2009). Trends of elevated blood pressure among children and adolescents: data from the National Health and Nutrition Examination Survey 1988-2006. *Am J Hypertens*, *22*(1), 59-67.
- Pate, R. R., Davis, M. G., Robinson, T. N., Stone, E. J., McKenzie, T. L., & Young, J. C. (2006). Promoting physical activity in children and youth: a leadership role for schools: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation*, *114*(11), 1214-1224.
- Pate, R. R., & O'Neill, J. R. (2009). After-school interventions to increase physical activity among youth. *Br J Sports Med*, *43*(1), 14-18.
- Pate, R. R., Stevens, J., Pratt, C., Sallis, J. F., Schmitz, K. H., Webber, L. S., et al. (2006). Objectively measured physical activity in sixth-grade girls. *Arch Pediatr Adolesc Med*, *160*(12), 1262-1268.
- Pausova, Z., Gaudet, D., Gossard, F., Bernard, M., Kaldunski, M. L., Jomphe, M., et al. (2005). Genome-wide scan for linkage to obesity-associated hypertension in French Canadians. *Hypertension*, *46*(6), 1280-1285.
- Rebelo, D., Teixeira, J., Marques-Vidal, P., & Oliveira, J. M. (2008). Obesity markers and blood pressure in a sample of Portuguese children and adolescents. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, *15*(1), 73-77.
- Reed, K. E., Warburton, D. E., Macdonald, H. M., Naylor, P. J., & McKay, H. A. (2008). Action Schools! BC: a school-based physical activity intervention designed to decrease cardiovascular disease risk factors in children. *Prev Med*, *46*(6), 525-531.
- Ribeiro, J., Guerra, S., Pinto, A., Oliveira, J., Duarte, J., & Mota, J. (2003). Overweight and obesity in children and adolescents: relationship with blood pressure, and physical activity. *Ann Hum Biol*, *30*(2), 203-213.
- Riddoch, C. J., Mattocks, C., Deere, K., Saunders, J., Kirkby, J., Tilling, K., et al. (2007). Objective measurement of levels and patterns of physical activity. *Arch Dis Child*, *92*(11), 963-969.

- Rizzo, N. S., Ruiz, J. R., Hurtig-Wennlof, A., Ortega, F. B., & Sjoström, M. (2007). Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: the European youth heart study. *J Pediatr*, *150*(4), 388-394.
- Rosner, B., Prineas, R., Daniels, S. R., & Loggie, J. (2000). Blood pressure differences between blacks and whites in relation to body size among US children and adolescents. *Am J Epidemiol*, *151*(10), 1007-1019.
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Loit, H. M., Veidebaum, T., & Sjoström, M. (2007). Body fat is associated with blood pressure in school-aged girls with low cardiorespiratory fitness: the European Youth Heart Study. *J Hypertens*, *25*(10), 2027-2034.
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Rizzo, N. S., Villa, I., Hurtig-Wennlof, A., Oja, L., et al. (2007). High cardiovascular fitness is associated with low metabolic risk score in children: the European Youth Heart Study. *Pediatr Res*, *61*(3), 350-355.
- Ruiz, J. R., Rizzo, N. S., Hurtig-Wennlof, A., Ortega, F. B., Warnberg, J., & Sjoström, M. (2006). Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *Am J Clin Nutr*, *84*(2), 299-303.
- Sallis, J. F., Prochaska, J. J., & Taylor, W. C. (2000). A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, *32*(5), 963-975.
- Sallis, J. F., & Saelens, B. E. (2000). Assessment of physical activity by self-report: status, limitations, and future directions. *Res Q Exerc Sport*, *71*(2 Suppl), S1-14.
- Santos, M. P., Page, A. S., Cooper, A. R., Ribeiro, J. C., & Mota, J. (2009). Perceptions of the built environment in relation to physical activity in Portuguese adolescents. *Health Place*, *15*(2), 548-552.
- Santos, P., Guerra, S., Ribeiro, J. C., Duarte, J. A., & Mota, J. (2003). Age and gender-related physical activity. A descriptive study in children using accelerometry. *J Sports Med Phys Fitness*, *43*(1), 85-89.
- Seabra, A. F., Mendonça, D. M., Thomis, M. A., Anjos, L. A., & Maia, J. A. (2008). [Biological and socio-cultural determinants of physical activity in adolescents]. *Cad Saude Publica*, *24*(4), 721-736.
- Seabra, A. F., Mendonça, D. M., Thomis, M. A., Malina, R. M., & Maia, J. A. (2007). Sports participation among Portuguese youth 10 to 18 years. *J Phys Act Health*, *4*(4), 370-380.
- Silva, K. S., Silva, R. C., Duarte, M. F., Lopes, A. S., & Silva, F. M. (2009). Undernutrition and obesity associated with high blood pressure in children and adolescents from joao pessoa, paraiba, Brazil. *Pediatr Cardiol*, *30*(3), 248-255.
- Sorof, J., & Daniels, S. (2002). Obesity hypertension in children: a problem of epidemic proportions. *Hypertension*, *40*(4), 441-447.
- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., et al. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*, *146*(6), 732-737.
- Sugiyama, T., Xie, D., Graham-Maar, R. C., Inoue, K., Kobayashi, Y., & Stettler, N. (2007). Dietary and lifestyle factors associated with blood pressure among U.S. adolescents. *J Adolesc Health*, *40*(2), 166-172.
- Sun, S. S., Grave, G. D., Siervogel, R. M., Pickoff, A. A., Arslanian, S. S., & Daniels, S. R. (2008). Systolic Blood Pressure in Childhood Predicts Hypertension and Metabolic Syndrome Later in Life. *Pediatrics*, *119*, 237-246.
- Teixeira e Seabra, A. F., Maia, J. A., Mendonça, D. M., Thomis, M., Caspersen, C. J., & Fulton, J. E. (2008). Age and sex differences in physical activity of Portuguese adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, *40*(1), 65-70.

- Teixeira, P. J., Sardinha, L. B., Going, S. B., & Lohman, T. G. (2001). Total and regional fat and serum cardiovascular disease risk factors in lean and obese children and adolescents. *Obes Res*, 9(8), 432-442.
- The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. (2004). *Pediatrics*, 114(2 Suppl 4th Report), 555-576.
- Thompson, P. D., Buchner, D., Pina, I. L., Balady, G. J., Williams, M. A., Marcus, B. H., et al. (2003). Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation*, 107(24), 3109-3116.
- Trost, S. G., Rosenkranz, R. R., & Dzewaltowski, D. (2008). Physical activity levels among children attending after-school programs. *Med Sci Sports Exerc*, 40(4), 622-629.
- Twisk, J. W., Kemper, H. C., & van Mechelen, W. (2000). Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Med Sci Sports Exerc*, 32(8), 1455-1461.
- van Mechelen, W., Twisk, J. W., Post, G. B., Snel, J., & Kemper, H. C. (2000). Physical activity of young people: the Amsterdam Longitudinal Growth and Health Study. *Med Sci Sports Exerc*, 32(9), 1610-1616.