

Efeitos genéticos e do envolvimento dos níveis de actividade física e aptidão física associada à saúde. um estudo em gémeos dos 6 aos 12 anos de idade do Arquipélago dos Açores (Portugal)

Genetic and environmental effects in physical activity and health related physical fitness. A study in twins aged 6-to-12 years of the Azores Islands (Portugal)

José António Ribeiro Maia¹,
Vitor Pires Lopes²,
André Seabra¹,
Rui Garganta¹

Resumo

MAIA, J.A.R.; LOPES, V.P.; SEABRA, A.; GARGANTA, R. Efeitos genéticos e do envolvimento dos níveis de actividade física e aptidão física associada à saúde. Um estudo em gémeos dos 6 aos 12 anos de idade do Arquipélago dos Açores (Portugal). **R. bras. Ci. e Mov.** 2003; 11(4): 33-44.

Este trabalho pretende estimar a importância de factores genéticos e do envolvimento nos níveis de actividade física (ActF) e aptidão física associados à saúde (ApFS) em crianças. Os dados provêm de 96 pares de gémeos monozigóticos e dizigóticos do arquipélago dos Açores (Portugal) cuja idade varia entre os 6 e os 12 anos. A ActF foi estimada com base no questionário de Godin e Shephard e a ApFS foi avaliada a partir da bateria de testes *Prudential Fitnessgram*. O cálculo das estimativas da influência genética e do envolvimento comum e único foi efectuado com base em procedimentos bem referenciados na literatura. Os resultados sugerem que cerca de 25% das diferenças interindividuais nos níveis de ActF podem ser atribuídas a efeitos genéticos. Já os valores de ApFS evidenciam um maior contributo génico: 32% na prova do *trunk lift*, 53.4% na prova de *push-up*, 38.4% na prova de *curl-up*, 58.2% na corrida-marcha da milha e 88% no índice de massa corporal. Em conclusão pode referir-se que os efeitos genéticos que governam as diferenças interindividuais são de magnitude baixa a moderada, exceptuando o índice de massa corporal. De particular importância é o efeito do envolvimento comum. Este último dado deve ser considerado de modo importante no sentido de consolidar a relevância da família, sobretudo dos progenitores na promoção de um estilo de vida activo e saudável.

PALAVRAS-CHAVE: actividade física, aptidão física, gémeos, crianças

Abstract

MAIA, J.A.R.; LOPES, V.P.; SEABRA, A.; GARGANTA, R. Genetic and environmental effects in physical activity and health related physical fitness. A study in twins aged 6-to-12 years of the Azores Islands (Portugal). **R. bras. Ci. e Mov.** 2003; 11(4): 33-44.

The purposes of this study were to estimate the importance of genetic and environmental factors in physical activity (ActF) and health-related physical fitness (ApFS) levels of children. Data comes from 96 twin monozygotic and dizygotic pairs aged 6-to-12 years of the Azores Islands (Portugal). Physical activity was estimated with the Godin & Shephard questionnaire, and the ApFS was evaluated with the Prudential Fitnessgram test battery. Genetic factors, common and unique environmental estimates were calculated with well-known formulas. About 25% of the total variance in ActF was explained by genetic differences among subjects. In ApFS genetic effects were of the following magnitude: 32% for curl-up, 53.4% for trunk-lift, 38.4% for curl-up, 58.2% for 1 mile run-walk, and 88% for body mass index. In conclusion we may state that the magnitude of genetic effects are low to moderate, with exception of body mass index. An emphasis must be stated for the importance of common environmental effects. This fact should be regarded as an issue to pinpoint the importance of familial environment, especially the relevance of parents in their promotion of active and healthy lifestyles among family members.

KEYWORDS: physical activity, physical fitness, twins, children

¹. Laboratório de Cineantropometria e Estatística Aplicada
Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física
². Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança

Recebido: 23/08/2002
Aceite: 05/07/2003

Introdução

Nas modernas sociedades, a revolução induzida pelas novas formas de trabalho começa a produzir os seus efeitos, nefastos nalguns domínios, sobretudo no aumento da hipocinésia cujas conseqüências são manifestas no aumento de condições diferenciadas de mobilidade e diminuição da longevidade¹⁶.

A marca indelével no *homo sapiens sapiens*, e que atravessa toda a nossa ancestralidade biológica próxima, é a da actividade física intensa a que se associava uma forte aptidão física. Uma história biológica de íntima relação ao envolvimento físico e que data de cerca de 100.000 anos parece situar-se, actualmente, num plano completamente díspar com a “evolução” das tecnologias, marcando o nosso tempo por um forte sedentarismo das populações dos países desenvolvidos. Não admira, pois, que seja hoje inquestionável a atribuição de enorme importância à actividade física (ActF) no seu contributo para o estabelecimento de saúde e bem-estar de populações de qualquer intervalo etário. Este facto inegável mereceu, por parte de instituições de renome mundial como são, por exemplo, a Organização Mundial de Saúde, o Centro de Controlo de Doenças dos EUA (CDC) e Organizações Médicas ligadas à Epidemiologia e à Cardiologia, o estabelecimento de posições oficiais relativas à ActF de que destacamos o documento oficial do CDC e o “motto” da Associação Portuguesa de Cardiologia – pela sua saúde, mexa-se.

Um dado inquestionável, até para o sujeito menos sensível a estas preocupações, é o seguinte – a ActF e os níveis de aptidão física associados à saúde (ApFS), expressos de modo qualitativo ou quantitativo, evidenciam uma forte variação no seio da população. Nos extremos desta distribuição de valores podem considerar-se os indivíduos menos activos com forte propensão para a inactividade cuja ApFS é insuficiente, e os extremamente activos, apaixonados por fortes dispêndios energéticos das provas de longa duração revelando níveis muito elevados de ApFS. Ora, é esta variação representada por uma distribuição em forma de sino (distribuição normal ou Gaussiana), que exprime um fenómeno bem interessante – a presença de diferenças interindividuais marcantes. Um terreno fértil de conceitos e metodologias para pesquisar o alcance das diferenças interindividuais em qualquer traço métrico humano é o da Epidemiologia Genética. Esta disciplina científica pretende interpretar, numa primeira etapa, o quanto da variação presente nas diferenças entre sujeitos é atribuída a factores genéticos transmitidos no seio de famílias nucleares. Trata-se, pois, não de uma visão integrada e explicativa da totalidade da variação presente (infelizmente ainda não possuímos uma tal teoria integrativa), mas de um contributo parcelar, que apesar de ser unilateral, não deixa de evidenciar uma enorme importância¹⁸.

Os métodos da Epidemiologia Genética são diversos, procurando conciliar informação de natureza quantitativa com informação de natureza qualitativa. Também procura congrega informação de fenótipos observados com dados de natureza molecular. Habitualmente, os delineamentos utilizados em Epidemiologia Genética consideram famílias nucleares ou gémeos de diferentes zigtia^{7, 15, 18}.

A ActF e a ApFS, enquanto fenótipos quantitativos complexos, expressão clara de traços individuais, são “condicionados” por um conjunto variado de influências que produzem a variação clara no seio de qualquer população num dado ponto da sua história.

Ainda que esteja disponível informação sobre a influência genética e do envolvimento em formas distintas de marcação dos fenótipos complexos ActF e ApFS^{3, 16}, o facto é que é praticamente inexistente qualquer pesquisa que considere aquelas influências, eventualmente distintas, em crianças. Ora, é precisamente o propósito nuclear desta pesquisa esclarecer a importância díspar, ou não, das influências do genótipo e do envolvimento nos níveis diferenciados de ActF e ApFS em crianças dos 6 aos 12 anos de idade.

Material e métodos

Sujeitos

A amostra é constituída por 151 famílias, i.e., 151 pais, 151 mães e 151 pares de gémeos monozigóticos (MZ) e dizigóticos (DZ), o que prefaz 604 sujeitos pertencentes a 8 das 9 ilhas do arquipélago dos Açores (Portugal). A sua distribuição por ilha, zigtia e idade estão detalhadas nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 - Distribuição da amostra gemelar por ilha e zigtia (MZ=monozigótico; DZ=dizigótico; m=masculino, f=feminino, so=sexo oposto)

Ilha	Nº de pares	MZ _m	MZ _f	Zigtia DZ _m	DZ _f	DZ _{so}
Pico	10	2	-	3	2	3
Santa Maria	10	3	1	-	3	3
Flores	13	-	1	5	1	6
Graciosa	6	-	-	3	1	2
Terceira	43	8	4	9	6	16
Faial	13	2	4	1	4	2
São Miguel	49	8	12	11	6	13
São Jorge	7	3	2	2	-	-
Total	151	26	24	34	22	45

TABELA 2 - Distribuição dos gémeos em função da idade e zigtia

Idade (anos)	Nº de pares	MZ _m	MZ _f	DZ _m	DZ _f	DZ _{so}
6	9	-	-	3	1	5
7	15	3	2	4	1	5
8	15	2	2	2	3	6
9	19	3	3	6	1	6
10	15	2	4	2	5	2
11	14	2	2	3	3	4
12	14	4	3	2	-	5
13	11	2	-	4	2	3
14	11	3	4	2	2	-
15	8	3	1	1	1	2
16	8	1	3	1	1	2
17	5	1	-	2	1	1
22	1	-	-	-	-	1
25	1	-	-	-	-	1
30	1	-	-	-	-	1
32	1	-	-	-	-	1
34	1	-	-	-	1	-
39	1	-	-	1	-	-
40	1	-	-	1	-	-
Total	151	26	24	34	22	45

Apesar de haver 151 famílias, neste estudo só consideraremos os pares de gémeos com idades compreendidas entre os 6 e os 12 anos de idade, i.e., 96 famílias, a que correspondem somente 96 pares de gémeos.

TABELA 3 - Valores médios (M), desvios-padrão (Dp) e amplitude de idade em cada sexo e zigotia

Sexo	MZ, M±Dp (Amplitude)	DZ, M±Dp (Amplitude)
Masculino	8.8±1.5 (7-11)	8.1±1.5 (6-12)
Feminino	9.1±1.5 (7-12)	8.4±1.7 (6-12)

Actividade física

Avaliar a actividade física em crianças é uma tarefa complexa e extremamente difícil. Operacionalmente, as opções disponíveis são muito escassas. Tanto quanto pensamos saber, tal assunto não tem sido devidamente estudado em Portugal. Neste quadro de dificuldades, optamos por uma sugestão da literatura^{9, 13} – o questionário de Godin, desenvolvido no Canadá por Godin e Shephard⁷ (1985) considerando exclusivamente um período de 7 dias (i.e. uma semana). Foi administrado por entrevista directa às crianças. Este instrumento simples é composto por um número reduzido de questões que permitem estimar um “score” representativo da actividade física total de tempos livres, de acordo com o seguinte procedimento: as frequências de actividade intensa, moderada e leve são multiplicadas, respectivamente, por 9, 5 e 3 METS, e adicionados de seguida por forma a obter um valor que expresse a actividade física total.

Kriska e Casperson⁹ (1997) e Montoye *et al.*¹³ oferecem quadros detalhados da validade e fiabilidade do questionário de Godin. Os valores referenciados são um garante inequívoco da sua aplicabilidade. Contudo, convém realçar que é a primeira vez que é utilizado em Portugal numa pesquisa de Epidemiologia Genética. Dois estudos pioneiros em Portugal utilizaram este questionário. Lopes *et al.*¹⁰ numa investigação com 223 crianças de 10/11 anos de idade, e cuja fiabilidade rondou um R=0.80. Numa outra pesquisa piloto realizada no Laboratório de Cineantropometria da FCDEF-UP com crianças dos dois sexos de 8-10 anos de idade, o valor foi de R=0.88.

Estes resultados afiguram-se animadores, conhecida que é a fiabilidade das respostas das crianças em diferentes pontos do tempo. Os valores obtidos numa subamostra de gémeos mostrou um R=0.81, muito próximo dos valores anteriormente apresentados.

Aptidão física associada à saúde

A aptidão física foi avaliada de acordo com a bateria de testes *Prudential Fitnessgram*. Esta bateria de testes é a visão operacional do quadro substantivo da avaliação da aptidão física associada à saúde de acordo com a posição criterial.

A avaliação da Aptidão Física é norteada por duas avenidas de pensamento inequivocamente distintas – a normativa e a criterial. No posicionamento normativo, aquilo que se procura realizar é o seguinte: (1) elaborar um conjunto de valores de referência que caracterizem um dado estrato populacional de que as normas percentílicas são um exemplo acabado; (2) traçar o perfil de aptidão de um sujeito; (3) posicioná-lo no seio do seu grupo de referência;

(4) identificar as diferenças entre sujeitos. Ao contrário da posição anterior, eminentemente diferencial, a avaliação criterial procura responder numa base individual à eterna questão “*how fit is fit enough*” (aptidão física quanto baste e que se encontre fortemente associada a indicadores e critérios de saúde). A avaliação criterial descreve a performance das crianças e jovens numa base estritamente individual, não a comparando com o seu grupo de referência, mas sim relativamente a um critério que determina o nível adequado de aptidão a atingir, designado por intervalo óptimo de aptidão (uma discussão detalhada destas duas avenidas de pensamento na avaliação da aptidão física pode ser encontrada em Maia¹²).

A avaliação criterial seguiu o protocolo da bateria americana *Fitnessgram* associada à saúde (4). Esta é a bateria de testes mais actual e a mais relevante (ver a sua estrutura na Tabela 4).

TABELA 4 - Estrutura da bateria de testes do *Fitnessgram*

Testes	Componentes da Aptidão
Corrida/marcha da Milha	Capacidade Aeróbica
<i>Curl-up's</i>	Força Abdominal
Flexões a 90 graus	Força Superior do Tronco
<i>Trunk Lift</i>	Flexibilidade e Força dos Extensores do Tronco
Índice de Massa Corporal	Composição Corporal

Duas variáveis importantes na avaliação criterial da composição corporal são o Índice de Massa Corporal (IMC) e a percentagem de gordura. A primeira, e única utilizada nesta pesquisa, corresponde a uma rácio entre o peso, expresso em Kg e o quadrado da altura, expressa em metros.

Determinação da zigotia

A determinação da zigotia foi efectuada com base num método indirecto (por motivos de ordem financeira), usando o questionário de zigotia (aplicado às mães) proposto por Peeters *et al.*¹⁸, que apresentou a sua elevada validade concorrente face aos métodos de determinação de zigotia por DNA.

A cotação da resposta das mães foi efectuada pelo primeiro autor. Passado um mês, foi realizada uma nova cotação para avaliar a fiabilidade intra-observador na determinação da zigotia. O valor da estatística Kappa foi de 1 (100% de classificação correcta) para os gémeos MZ e também de 1 para os gémeos DZ.

Procedimentos estatísticos

No presente estudo, localizada na metodologia *top-down*, interessa considerar um conjunto importante de pressupostos^{5, 11}:

- Os pares de gémeos são da mesma idade e partilham o mesmo envolvimento familiar de origem (i.e. possuem o mesmo envolvimento comum).
- Os gémeos MZ partilham os mesmos factores genéticos (os mesmos alelos em cada *locus*). Os gémeos DZ partilham, em média, somente metade dos genes, tal como o que ocorre entre irmãos.
- Um envolvimento semelhante afecta gémeos MZ e gémeos DZ.

- A comparação da similaridade entre gémeos MZ e gémeos DZ relativamente a um fenótipo permite identificar as fontes de variação na população - genes, envolvimento comum partilhado e envolvimento único.

No modelo clássico, qualquer fenótipo é constituído por dois componentes aditivos - um genético (G) e outro do envolvimento (E). Quando se pensa em termos populacionais, no modelo clássico em Genética Quantitativa, a variância total (V_{TOT}) de qualquer traço fenotípico pode ser fraccionada em dois tipos de variância: a variância genética (V_G) e a variância do envolvimento (V_E). A variância do envolvimento pode ser ainda fraccionada em duas outras fontes de variação - a que é devida ao envolvimento comum partilhado no seio da família (V_C) e a que é específica e única dos membros de cada par (V_{ESP}).

Da comparação destas fontes de variação é possível calcular uma rácio designada de heritabilidade (h^2) que se refere à proporção de variância total que pode ser atribuída a efeitos genéticos ($h^2 = V_G / V_{TOT}$). De um modo semelhante pode calcular-se a contribuição dos factores do envolvimento comum ($c^2 = V_C / V_{TOT}$) e dos factores específicos ($e^2 = V_{ESP} / V_{TOT}$).

Nestas formulações do modelo clássico é imperioso que se cumpram quatro pressupostos fundamentais³:

- ausência de interacção dos genótipos com o envolvimento (isto significa que diferentes genótipos reagem de modo similar aos mesmos factores do envolvimento, traduzindo uma igualdade de susceptibilidade);
- ausência de correlação entre genótipos e envolvimento (isto quer dizer que os vários genótipos são expostos a condições semelhantes do envolvimento);
- ausência de interacção gene-gene (i.e. não se verifica epistasia);
- ausência de acasalamento preferencial.

Estimativa de heritabilidade (h^2)

Com base nos valores dos coeficientes de correlação de Pearson ou da correlação intraclasse, é possível estimar uma quantidade designada por heritabilidade. Heritabilidade representa, pois, o quanto da variância observada (V_{TOT}) é devida à variância genética (V_G), ou diferenças genéticas interindividuais. Daqui que genericamente se represente $h^2 = V_G / V_{TOT}$.

Como lidamos com gémeos MZ e DZ e em que os gémeos MZ são cópias um do outro, partilhando os mesmos genes e o mesmo envolvimento comum, e que os gémeos DZ partilham, em média, metade dos genes e o mesmo envolvimento comum, as correlações esperadas em cada zigotia são, pois

$$r_{MZ} = h^2 + c^2$$

$$r_{DZ} = \frac{1}{2} h^2 + c^2$$

Se subtrairmos os dois valores de correlação, obteremos:

$$h^2 = 2(r_{MZ} - r_{DZ})$$

Dado que a variância total é fixada em 1, e que é composta de forma aditiva pela variância genética (h^2), do envolvimento comum (c^2) e do envolvimento único (e^2), obtém-se:

$$h^2 + c^2 + e^2 = 1$$

que de acordo com regras simples de álgebra permite obter:

$$e^2 = 1 - r_{MZ}$$

$$c^2 = 2r_{DZ} - r_{MZ}$$

Com base nestas regras simples, é possível estimar as quantidades mais relevantes da variação observada, não só no que se refere à actividade física, mas também na aptidão física associada à saúde.

Resultados e interpretação

A análise exploratória corrigiu, precisamente, alguns erros de entrada de dados (inferior a 1%). Em seguida, identificou problemas de normalidade na distribuição das variáveis no seio de cada zigotia, sobretudo no teste de *Curl up* e no índice de massa corporal (IMC). Nestas circunstâncias, optou-se por uma transformação logarítmica dos seus valores (somente para o IMC) de forma a normalizar as suas distribuições.

Na Tabela 5 estão as medidas descritivas básicas dos gémeos MZ e DZ no que se refere aos indicadores da ApFS e ActF. Estes valores correspondem aos resultados originais e que são resultantes da aplicação dos testes, não sendo, portanto, resíduos da regressão.

TABELA 5 - Valores médios e do desvio-padrão dos itens da AcFS e ActF por sexo nos gémeos MZ e DZ

Variáveis	MZ, M±Dp Masculino	MZ, M±Dp Feminino	DZ, M±Dp Masculino	DZ, M±Dp Feminino
IMC	18.6±3.6	17.9±4.0	16.8±2.5	16.8±2.6
<i>Curl up</i>	22.5±18.8	16.6±12.9	9.8±7.1	8.6±5.7
<i>Push-up</i>	8.2±6.4	7.1±5.0	8.7±8.7	4.8±4.0
<i>Trunk lift</i>	28.5±7.3	30.2±8.2	28.1±8.2	27.6±6.7
Corrida	12.0±2.4	12.5±2.2	12.1±2.7	14.1±3.1
Godin (ActF)	73.5±24.9	57.9±18.9	73.2±30.2	62.5±32.3

As médias das variáveis nos gémeos MZ e DZ apresentam vantagem clara do sexo masculino. Contudo, regista-se uma inversão nos valores do *Trunk lift* favorecendo as meninas somente nos gémeos MZ.

Salientamos o valor do desvio-padrão das provas de *Curl up* e *Push up* que reflectem a forte variabilidade dos resultados obtidos, alguns deles com resultado zero. Este quadro revela, nalguns casos, insuficiência nítida de ApFS da força abdominal e força superior do tronco. Não ser capaz de realizar um *Push-up* ou um *Curl up* deve ser considerado um problema sério de aptidão na vertente da força muscular, que programas adequados de Educação Física podem e devem resolver.

Tal como referem Bouchard, Malina e Pérusse³, quando se lida com amostras de gémeos de dimensão reduzida, tal como a presente pesquisa, há que considerar somente gémeos MZ e DZ independentemente do seu sexo. Como também diferem na sua idade cronológica, há que remover, igualmente, este efeito. Neste sentido, a análise preliminar consistiu no cálculo dos resíduos da regressão de cada variável da aptidão física e actividade física nos valores das variáveis independentes sexo e idade.

A Tabela 6 apresenta o valor da variância explicada por estas duas variáveis.

TABELA 6 - Variância explicada (R^2) pelas variáveis sexo e idade nos valores dos itens da AcFS e ActF

Variáveis dependentes	Variáveis independentes (sexo e idade)	
	MZ	DZ
IMC	1%	16%
Curl up	21%	2%
Push-up	1%	6%
Trunk lift	3%	12%
Corrida	13%	13%
Godin (ActF)	20%	13%

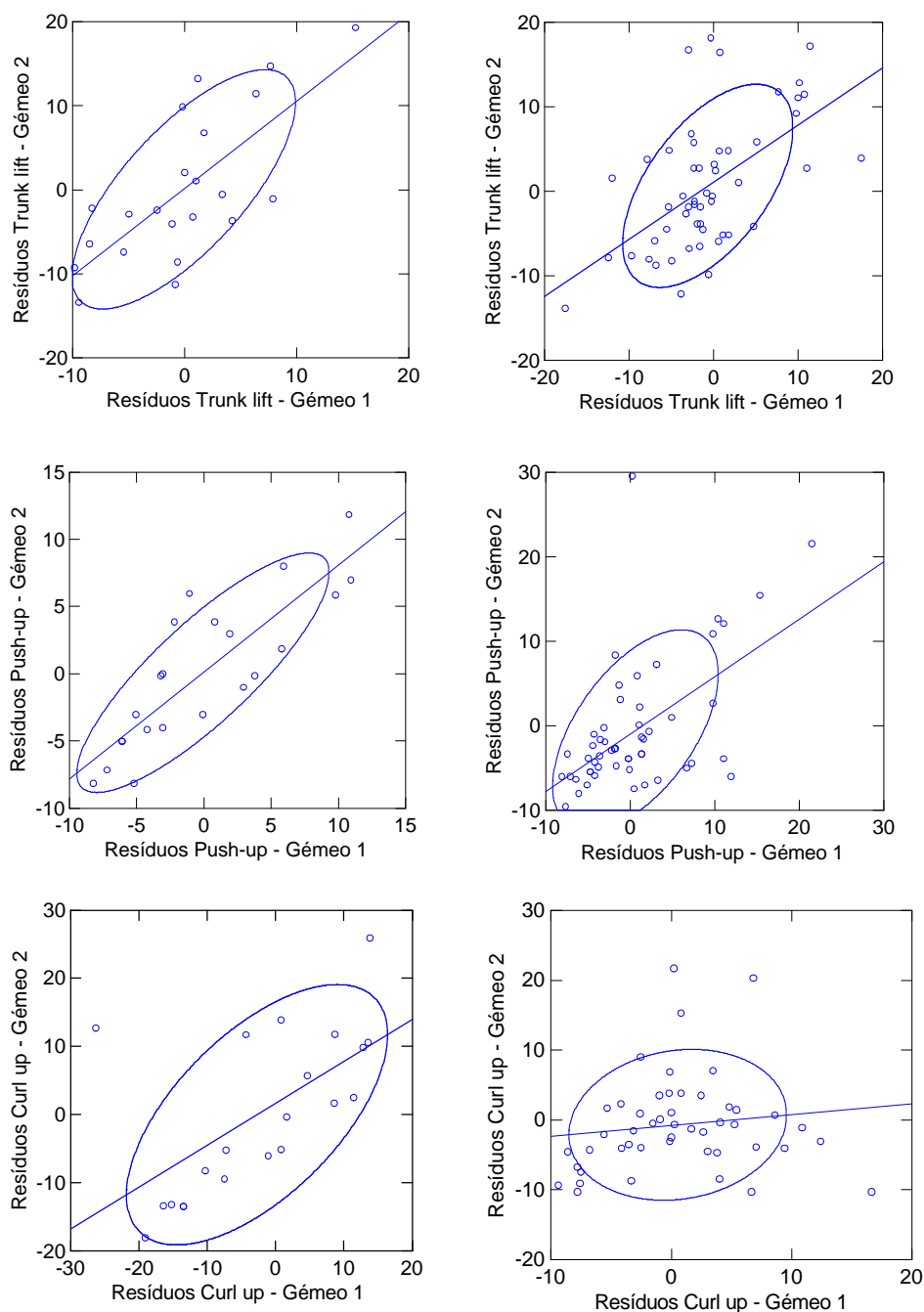
Da variância total das diferenças no seio de cada zigotia, a quantidade de variância explicada pelo efeito aditivo da idade cronológica e sexo é baixa (inferior a 21%), e nalguns

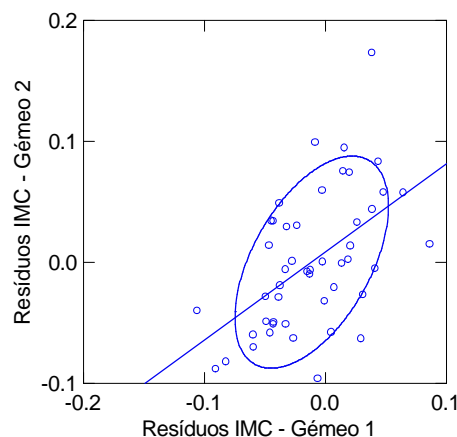
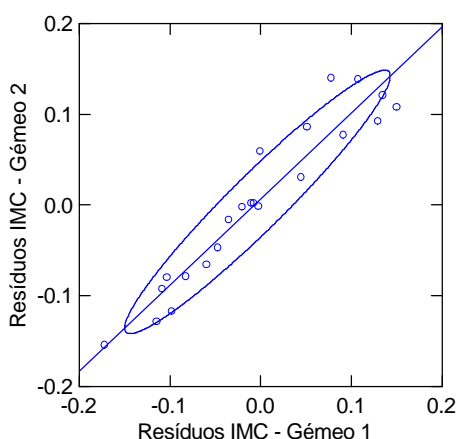
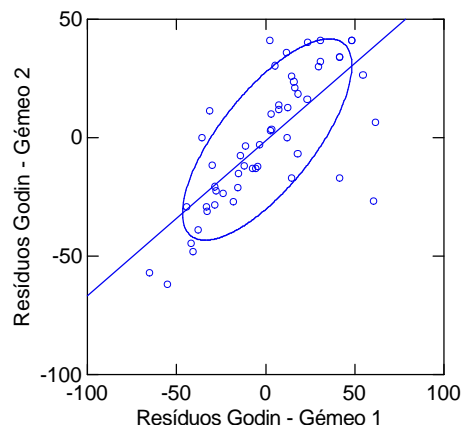
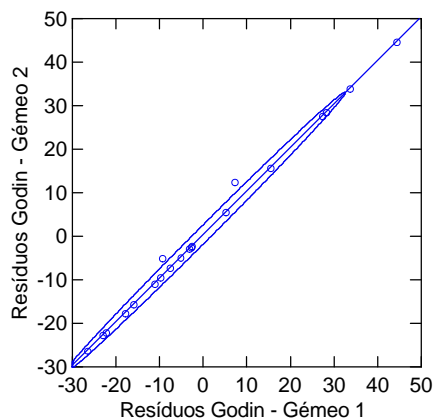
casos praticamente irrelevante (1%, 2% e 3%). Esta percentagem de variância é atribuída de modo conjunto à diferença de sexo e de idade das crianças.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bouchard *et al.*² relativamente à performance aeróbica de irmãos e gémeos MZ e DZ. O que este procedimento de regressão e do cálculo dos resíduos permite é, tão-somente, estudar a variação na ApFS e o valor da ActF independentemente do sexo e da idade dos gémeos.

Os diagramas de dispersão correspondentes à Figura 1 dizem respeito às variáveis anteriores, que serão apresentadas de modo diverso para “confirmar” a presença de efeitos genéticos no domínio dos indicadores da ApFS e ActF.

FIGURA 1 - Diagramas de dispersão em gémeos MZ e DZ para os diferentes indicadores de ApFS e ActF (os diagramas da esquerda correspondem sempre a pares de gémeos MZ e os da direita a gémeos DZ).





A tendência dos valores de cada par (i.e. pares de pontos) para se concentrarem ao longo da linha de identidade é manifestamente mais evidente nos gémeos MZ do que nos DZ. Os coeficientes de correlação salientam uma maior homogeneidade nos resultados dos pares MZ relativamente aos pares DZ (ver Tabela 7).

TABELA 7 - Valores de r para os diferentes indicadores de ApFS e ActF nos gémeos MZ e DZ

Variáveis	MZ	DZ
<i>Trunk lift</i>	0.73	0.57
<i>Push-up</i>	0.84	0.57
<i>Curl up</i>	0.55	0.35
Corrida	0.82	0.53
IMC	0.96	0.52
Godin (ActF)	0.99	0.87

Estes resultados serão utilizados para estimar, de acordo com as fórmulas apresentadas no item metodologia, os efeitos genéticos (h^2), do envolvimento comum (c^2) e do envolvimento único de cada membro do par (e^2).

Tal como referido anteriormente, em todas as variáveis os valores de $r_{MZ} > r_{DZ}$, o que sugere, claramente, não só a presença de efeitos genéticos (h^2), mas também do envolvimento comum (c^2) e único (e^2), conforme Tabela 8.

TABELA 8 - Estimativas (em termos percentuais) de variância genética (h^2), do envolvimento comum (c^2) e único (e^2) dos gémeos do grupo 1

Variáveis	h^2	c^2	e^2
<i>Trunk lift</i>	32.0%	40.7%	27.3%
<i>Push-up</i>	53.4%	30.6%	16.0%
<i>Curl up</i>	38.4%	16.2%	45.4%
Corrida	58.2%	24.0%	17.8%
IMC	88.0%	8.0%	4.0%
Godin (ActF)	23.8%	75.2%	1.0%

Estes resultados merecem, entre outros, os seguintes comentários:

- Ainda não se encontra disponível na literatura informação sobre os efeitos genéticos nas diferenças interindividuais nos níveis de ApFS e ActF neste intervalo etário, o que limita, de algum modo, possíveis comparações.
- Os valores de h^2 são baixos a moderados, entre 23.8% para a ActF e 58.2% para o teste da corrida/marcha da milha. Nas provas que exigem força em regime dinâmico, como o *Trunk lift*, *Push-up* e *Curl up*, os valores de h^2 situam-se entre os 32% e os 54.3%. Parecem-nos estimativas mais ou menos adequadas, quando se pensa que o efeito dos genes tende a evidenciar uma influência distinta ao longo da ontogénese motora. Neste intervalo de idade, o seu efeito, ainda que notório, não é decisivo. Na prova da corrida/marcha da milha, a estimativa de $h^2=58.2\%$. Provavelmente, a componente da aptidão física que

mais controvérsia tem suscitado em estudos gêmeares é precisamente a potência aeróbia (2, 3). As estimativas de correlação intraclasse apresentadas em (3) sugerem valores próximos dos obtidos na prova da milha que pretende marcar, indirectamente, a potência aeróbia em crianças. Na ActF, aproximadamente ¼ da variação (24%) entre sujeitos é devida a diferenças genéticas entre sujeitos.

- O valor relativo ao IMC, sobretudo no que se refere à estimativa de heritabilidade, e que é de 88%, está próximo dos resultados obtidos, por exemplo, por Bodurtha *et al.*¹ que referiram uma estimativa de 87% numa amostra de gêmeos de 11.30±0.30 anos de idade. Também Wang *et al.*²⁰ apresentaram uma estimativa de 78% num amostra de crianças de 7-12 anos de idade. Estes resultados traduzem o forte contributo genético no IMC, sobretudo nas suas componentes primárias, a altura e o peso.
- Há que considerar, desde já, a forte influência do envolvimento comumente partilhado no seio das famílias no que à ActF diz respeito. O valor de 75.2% reflecte a enorme importância da família, pelo menos em crianças deste intervalo de idade, na implementação de hábitos saudáveis de ActF. Esta sugestão parece ser corroborada pelas pesquisas de Freedson e Everson⁶ (1991) que estudaram crianças de 9 anos de idade, bem como pelo trabalho de Moore *et al.*¹⁴ acerca da importância do envolvimento conjunto da família na partilha de hábitos de actividade física. Um quadro semelhante, ainda que de magnitude menor, é de atribuir à componente do envolvimento único dos membros de cada par de gêmeos no que se refere à ActF, ou às componentes da ApFS, e que pode reflectir, entre outras facetas, a influência de amigos, aspectos diferenciados de natureza psicológica, diferenciação no acesso a instalações desportivas, etc.

Conclusões

Os efeitos genéticos são baixos no fenótipo ActF, cerca de ¼ da variação total. A quantidade de variância mais elevada na explicação desta variação está adstrita ao envolvimento comumente partilhado no seio da família, e de tudo o que é comum aos gêmeos de cada par. Este resultado realça, de modo inequívoco, o papel eminentemente pedagógico e salutar que a família pode e deve exercer nos níveis de actividade física destas crianças. A influência genética nas diferenças entre sujeitos nas componentes da ApFS é baixa a moderada. Tal circunstância abre excelentes perspectivas para a influência das aulas de Educação Física. Contudo, é de esperar que a resposta às aulas, em termos de desempenho motor, seja fortemente diversificado.

Referências Bibliográficas

1. Bodurtha JN, *et al.* Genetic analysis of anthropometric measures in 11-year-old twins. The medical college of Virginia twin Study. **Pediatric Research**. 1990; 28:1-4.

2. Bouchard C, *et al.* Aerobic performance in brothers, dizygotic and monozygotic twins. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 1986; 18:639-642.
3. Bouchard C, Malina RM, Pérusse L. **Genetics of Fitness and Physical Performance**. Champaign. Human Kinetics, 1997.
4. Cooper Institute for Aerobic Research. **The Prudential Fitnessgram Test Administration Manual**. Dallas: Author, 1992.
5. Falconer DS. **Introduction to Quantitative Genetics**. Essex: Longman. 1990.
6. Freedson P, Evenson S. Familial aggregation in physical activity. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. 1991; 62:384-389.
7. Godin S, Shephard R. A simple method to assess exercise behavior in the community. **Canadian Journal of Applied Sport Sciences**. 1985;10:141-146.
8. Khoury JM, Beaty TH, Cohen BM. **Fundamentals of Genetic Epidemiology**. New York: Oxford University Press, 1993.
9. Kriska AM, Casperson C. A collection of physical activity questionnaires for health-related research. **Medicine and Science in Sport and Exercise**. Suppl 29 (6), 1997.
10. Lopes VP, Miguel A, Barbosa T. **Padrão de actividade física habitual em pré-adolescentes de ambos os sexos**. Documento não-publicado. Bragança: Escola Superior de Educação de Bragança. 2000.
11. Lynch M, Walsh B. **Genetics and Analysis of Quantitative Traits**. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 1998.
12. Maia JAR. Avaliação da aptidão física. Uma abordagem metodológica. **Horizonte**; XIII (73), Dossier, 1996.
13. Montoye HJ, Kemper HC, Saris WH, Washburn RA. **Measuring physical activity and energy expenditure**. Champaign: Human Kinetics, 1996.
14. Moore LL, *et al.* Influence of parents' physical activity levels on activity levels of young children. **Journal of Pediatrics**. 1991; 118:215-219.
15. Neale M, Cardon L. **Methodology for genetic studies of twins and families**. Dordrecht: Kluwer Press, 1992.
16. Oliveira MMC, Maia JAR. **Avaliação multimodal da actividade física. Um estudo exploratório em gêmeos monozigóticos e dizigóticos**. Porto: FCDEF-UP, 2002.
17. Paffenbarger R, Lee IM. Physical activity and fitness for health and longevity. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. 1996; 67:11-28.
18. Peeters H, *et al.* Validation of a telephone zygosity questionnaire in twins of known zygosity. **Behavioral Genetics**. 1998; 28:159-163.
19. Plomin R, DeFries JC, McClean GE, Rutter, M. **Behavioral Genetics**, 3rd edition. New York: H. Freeman & Company, 2000.
20. Wang Z, *et al.* Heritability of blood pressure in 7- to 12 year-old chinese twins, with special reference to body size effects. **Genetic Epidemiology**. 1990; 7:447-452.