
REVISÃO

Análise das diferenças entre corredores africanos e caucasianos de meio-fundo e fundo

Analysis of the differences between African and Caucasian middle- and long-distance runners

José Augusto Rodrigues dos Santos, D.Sc.*, Tânia Amorim, M.Sc.*

**Universidade do Porto, Faculdade de Desporto, Departamento de Atletismo, Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto (CIFID), Portugal*

Resumo

O êxito competitivo dos corredores de meio-fundo e fundo provenientes do Leste de África tem sido motivo de muita especulação. Várias razões têm sido aduzidas para justificar a excelência competitiva desses atletas, entre as quais se salientam um especial traço genético favorável ao rendimento desportivo nas corridas de duração e as condições ambientais específicas que potenciam esses atletas desde o seu nascimento. Seleção genética *versus* determinismo do envolvimento tem sido o tema recorrente para diversos estudos que procuram a razão fundamental para o êxito desportivo dos corredores africanos de elite. Este estudo pretendeu fazer uma revisão atualizada dos vários contributos que nos permitam fazer alguma luz sobre os fatores eventualmente discriminadores entre os corredores de meio-fundo e fundo africanos e caucasianos. Tentamos abordar o êxito desportivo dos corredores Leste Africanos através de dois tipos de enfoque: biológico (genético, antropométrico, fisiológico, morfológico) e sócio ambiental (características do envolvimento, perfil do treino e recuperação, nutrição, estilo de vida, perfil psicológico e emocional). Da análise dos vários estudos verificamos que

a genética não discrimina os corredores de meio-fundo e fundo africanos dos seus pares caucasianos. Também os indicadores fisiológicos apresentam reduzida capacidade discriminativa. Parece existirem traços antropométricos característicos dos corredores negros – menor perímetro e maior comprimento da perna – que podem corresponder a vantagens biomecânicas para a corrida, mas que não são suficientes, por si só, para justificar a excelência competitiva dos corredores africanos de elite. Das condicionantes ambientais e sociais, verifica-se que as características do envolvimento (altitude, temperatura), a alimentação e o estilo de vida não são a razão das diferenças verificadas no perfil competitivo dos corredores negros e brancos. Diferenças no perfil de treino e recuperação bem como as características psicológicas e emocionais dos corredores Africanos, parecem poder justificar o domínio dos corredores negros Africanos de meio-fundo e fundo nas principais competições desportivas internacionais.

Palavras-chave: corrida, genética, altitude, fisiologia, antropometria, rendimento.

Recebido em 7 de fevereiro de 2012; aceito em 10 de julho de 2012.

Endereço para correspondência: José Augusto Rodrigues dos Santos, Rua Dr. Plácido Costa, 91, Departamento de Atletismo 4200-450 Porto Portugal, E-mail: jaugusto@fade.up.pt

Abstract

The competitive success of the East African middle- and long-distance runners has been a source for much speculation. Several reasons have been put forward to justify the competitive excellence of these athletes, among which was emphasized a particular genetic trait favourable to the success in endurance running events and the specific environmental conditions that rises the physical potential of these athletes from the beginning of their lives. Genetic selection versus involvement determinism has been a recurring theme for several studies that seek the fundamental reason for the competitive success of elite African runners. This study intended to make an up-to-date review of the various contributions that allow us to make some light on the possibly discriminating factors between African and Caucasians middle- and long-distance runners. We try to approach the sportive success of East African endurance runners through 2 focuses: biological (genetics, anthropometrical, morphological, physiological) and socio-environmental (characteristics of involvement, training and recovery profile, nutrition and lifestyle, psychological and emotional profiles of the athletes). From the

several studies analysed we state that genetics does not discriminate African endurance runners from their Caucasian peers. The physiological indicators have also reduced discriminative capacity. It seems that some anthropometrical traits are characteristic of the black runners - lower leg perimeter and higher leg length - that can assure some biomechanical advantages for running; however, these anthropometrical characteristics are not, per se, sufficient to justify the competitive excellence showed by the elite African runners. Analysing the environmental and social constraints through the characteristics of involvement (altitude, temperature), food and lifestyle, it can be concluded that these factors cannot justify the differences verified in the competitive profile of black and white endurance runners. Differences in training profile and recovery as well as the psychological and emotional characteristics of the African runners, seem to justify the black African runners supremacy in the major middle- and long-distance international running events.

Key-words: running, genetics, altitude, physiology, anthropometry, performance.

Introdução

A performance competitiva no meio-fundo e fundo a nível internacional tem sido dominada pelos atletas de origem africana que arrecadam a maioria das medalhas nos principais eventos desportivos a nível mundial.

Na realidade, a análise dos resultados nos Campeonatos do Mundo e Jogos Olímpicos, nas últimas décadas, permite-nos verificar a supremacia dos atletas Africanos no meio-fundo e fundo, principalmente os provenientes do Leste Africano. Quenianos e etíopes apresentam uma supremacia notável em todas as distâncias que medeiam entre os 800 metros e a maratona, embora atletas provenientes de países vizinhos (e.g. Eritreia, Tanzânia, etc.) também atinjam resultados de bom nível.

Tomando como referência a evolução performativa dos corredores Quenianos nas várias provas de meio-fundo e fundo (800 m, 1.500 m, 5.000 m, 10.000 m e 3.000 m), entre os anos de 1964 e 1994, verificamos um crescendo seguro na afirmação competitiva deste país. Em 1964 tinham somente dois atletas no Top-20 mundial, que passaram para onze em 1974, 10 em 1984 e 33 em 1994 [1].

Embora, hoje em dia, a elite Queniana esteja bem acompanhada por outros países africanos, em especial a Etiópia, importa salientar que, até 1997, 75% dos êxitos dos corredores Quenianos tinham como berço a tribo Kalenjin que corresponde somente a 10% da população do Quênia, ou seja, cerca de 3 milhões de indivíduos. Os corredores dessa tribo, entre 1987 e 1997, ganharam 40% dos títulos nas principais provas internacionais [2]. A Tabela I dá-nos uma imagem clara da

excelência competitiva dos corredores de meio-fundo e fundo provenientes da tribo dos Kalenjin.

Tabela I - Países mais medalhados nas provas de 800 aos 10.000 m nos Jogos Olímpicos de 1964 a 1996, com exclusão dos JO de 1976 e 1980.

População	Medalhas Totais	Ouro
Kalenjin	26	8
USA	10	3
Grã-Bretanha	8	1
Quênia Não-Kalenjin	7	4
Marrocos	7	3
Alemanha (Leste e Oeste)	6	1

Adaptado de Manners [2].

Se às medalhas ganhas pelos atletas da tribo Kalenjin juntarmos as ganhas pelos outros atletas Quenianos, então a excelência desportiva do Quênia, nas corridas internacionais de meio-fundo e fundo, é ainda mais marcante.

Em virtude do *locus* específico de tantos êxitos desportivos, vários autores tentaram descortinar os fundamentos em que assentavam. Levantaram-se várias hipóteses para justificar a supremacia performativa dos corredores do Leste Africano, apontando-se os fatores genéticos, envolvimento geográfico, treino, estilo de vida e determinantes sociais.

Com este estudo de revisão pretendemos aprofundar a razão ou razões que eventualmente justifiquem as diferenças competitivas que hoje em dia diferenciam os atletas Africanos dos Caucasianos.

Condicionantes biológicas

Genéticas

Entre os fatores que vulgarmente se apontam para justificar a supremacia competitiva dos meio-fundistas e fundistas do Leste Africano, ganha especial realce o fator genético. Uma especial predisposição genética dos corredores africanos para a corrida de duração não é comprovada pela investigação científica, embora o reduzido número de estudos não permita posições conclusivas.

Os únicos estudos genéticos disponíveis comprovam a diversidade e variabilidade genética entre os vários campeões Africanos [3], o que deve levar a ter mais cuidado em estabelecer uma abusiva correlação entre um traço genético único e a excelência performativa no meio-fundo e fundo. O gene humano ACTN3 codifica a proteína α -actinina-3, um componente da maquinaria contráctil das fibras rápidas do musculoesquelético [4]. Em 1999, foi identificado um polimorfismo comum no gene ACTN3 (R577X) que resultava na ausência de α -actinina-3 em mais de 1 bilhão de pessoas em todo o mundo, malgrado esse gene ter sido bem conservado durante a evolução humana [5]. Estudos genéticos replicando em ratos a deficiência no gene ACTN3 permitiram verificar que as fibras de contração rápida ganhavam propriedades contrácteis e metabólicas idênticas às fibras de contração lenta [5]. Daí especulou-se sobre as eventuais vantagens competitivas em esforços de endurance dos sujeitos que apresentavam esse polimorfismo. Temos dúvidas acerca da linearidade dessa relação, pois Kohn *et al.* [6] verificaram uma superior percentagem de fibras Tipo IIa em corredores Africanos enquanto os corredores Caucasianos tinham maior percentagem de fibras Tipo I.

No entanto, Yang *et al.*, ao estudarem a frequência do polimorfismo R577X (alelo funcional R e alelo não-funcional X) do gene ACTN3 numa variedade de populações Africanas, tentando determinar a sua influência na excelência performativa dos corredores de meio-fundo e fundo do Leste Africano, verificaram que a deficiência da proteína α -actinina-3 não tinha grande influência na performance dos atletas Africanos. Não foram encontradas diferenças significativas na frequência do genótipo R577X entre os atletas e o grupo controlo.

Também Lucia *et al.* [8], ao compararem o polimorfismo genético de corredores de elite da Eritreia (7 atletas) e Espanha (9 atletas), verificaram amplas similitudes: dois sujeitos de cada grupo não apresentavam polimorfismo R577X; 3 de cada grupo apresentavam deficiência parcial em α -actinina-3, enquanto 2 Eritreus e 4 Espanhóis apresentavam completa deficiência em α -actinina-3. Embora, no estudo de Lucia *et al.* [8] a percentagem dos atletas da Eritreia (28,6%) com manifestação de polimorfismo R577X seja significativamente menor que a dos Espanhóis (44,4%), será abusivo tirar ilações diretas entre uma especial capacidade para a corrida de endurance e o perfil genético já que o número amostral é muito reduzido.

Reforçando estes dados, Scott *et al.* [9] verificaram que os atletas Etíopes de elite não se distinguiam da restante população em relação às características mitocondriais. Estes autores sugerem que a excelência desportiva dos corredores Etíopes estará, talvez, mais relacionada com polimorfismos do genoma nuclear que nos polimorfismos do ADN mitocondrial. Esta hipótese não é corroborada por outros estudos. Na procura de um traço genético indutor de vantagens performativas no meio-fundo e fundo, Moran *et al.* [10] estudaram o cromossoma Y que é um cromossoma que embora pobre em genes poderá ter alguma influência na performance física no sexo masculino; levantaram a hipótese que o sucesso dos corredores de endurance Etíopes se podia relacionar com os haplogrupos do cromossoma Y que, segundo o seu estudo, estão distribuídos de forma diferente do resto da população. No entanto, reconhecem que os corredores etíopes não podem ser considerado um grupo distinto em relação aos haplogrupos que possuem, reconhecendo a necessidade estudos com outras populações.

A dificuldade de encontrar na genética a razão do êxito dos corredores de meio-fundo e fundo africanos leva-nos a procurar outros fatores que justifiquem a sua superioridade competitiva.

Antropométricas

As dimensões corporais podem condicionar a performance no meio-fundo e fundo, já que estão implicadas na economia de corrida, um dos fatores relacionados com a performance na corrida de duração [11]. Qualquer aumento de peso supérfluo onera energeticamente a corrida, reduzindo a performance para uma dada distância. O aumento de peso afeta mais os indicadores fisiológicos submáximos que os máximos. Ao nível do VO_2 max não se verificam diferenças significativas entre a situação de peso excessivo e peso normal [12]. É lógico que a consideração de peso excessivo se refere a valores ligeiramente superiores aos valores de normalidade ponderal já que em atletas de elite são normais pequenas variações de massa corporal após os períodos de descanso entre épocas competitivas. Num estudo de Goran *et al.* [13], comparando crianças obesas com crianças normoponderais, verificou-se que as primeiras, devido ao peso acrescido que têm de transportar apresentavam valores superiores de VO_2 max ($1,56 \pm 0,40$ L.min⁻¹) em relação às segundas ($1,24 \pm 0,27$ L.min⁻¹), mas quando se relativizavam os dados ao peso corporal, as crianças normoponderais apresentavam valores superiores de VO_2 max ($44,2 \pm 3,2$ contra $32,0 \pm 4,1$ ml.kg⁻¹.min⁻¹). Reforçando o estudo de Cureton *et al.* [12], quando se relativizavam os consumos de oxigénio à massa magra, as diferenças deixavam de ser significativas entre o grupo obeso e normoponderal, $59,2 \pm 4,9$ e $57,9 \pm 5,8$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, respetivamente. Quer isto significar que o excesso de peso corporal condiciona menos o consumo máximo absoluto de oxigénio e mais o relativo. Embora esta asserção seja verdadeira para

sujeitos sedentários já não o será tanto para sujeitos treinados, principalmente em corrida, em que 2 ou 3 kg a mais em relação ao peso de competição alteram todos os parâmetros cinemáticos e dinâmicos do movimento.

Noakes [14] verificou que o *ratio* altura/peso dos Africanos era superior. Enquanto, um corredor Europeu de 10.000 m com uma altura de 182 cm pesa 72 kg, um Africano, com a mesma altura pesará por volta dos 64 kg. Pensamos que a relação do peso com a altura é um fator muito importante na corrida de duração.

A Tabela II permite-nos ter uma panorâmica sobre o perfil biométrico de corredores de meio-fundo e fundo, comparando Africanos com Caucasianos.

A partir da Tabela II, podemos inferir que, de uma maneira geral, os corredores africanos são mais leves e mais baixos que os seus pares Caucasianos. Esta asserção é válida para a não-elite [6] e para a elite estudada por Marino *et al.* [15], embora o não seja para a elite estudada por Lucia *et al.* [8].

Num estudo epidemiológico de Larsen *et al.* [16] ficou comprovado que as populações Quenianas, quando comparadas com as Caucasianas, apresentam menor massa corporal e membros inferiores mais longos, sejam as que vivem nas cidades sejam as que vivem nas aldeias. As condições antropométricas de base dos Africanos estudados, definem condições biomecânicas diferenciadas que podem contribuir positivamente para a performance motora no meio-fundo e fundo. Importa referir que enquanto no estudo de Marino *et al.* [15] os corredores de elite Quenianos se diferenciam claramente dos seus pares Alemães, em relação ao peso e altura, o estudo

de Lucia *et al.* [8], comparando os corredores de elite da Eritreia com os seus pares Espanhóis, não verificou diferenças com significado estatístico em relação a estes dois indicadores.

Portanto, podemos constatar que a altura e peso, por si só, não são indicadores suficientemente robustos para distinguir a elite da não elite, e os corredores africanos dos caucasianos, embora a tendência seja para os Africanos serem mais baixos e mais leves.

Em relação à percentagem de massa gorda e Índice de Massa Corporal (IMC) a Tabela III compulsa vários estudos.

No estudo de Weston *et al.* [17], embora os corredores africanos sejam mais leves e mais baixos que os seus pares Caucasianos, apresentam um IMC idêntico (Tabela III). A similitude do IMC deve ser desvalorizada já que ser mais leve, independentemente da altura, é um fator muito importante na corrida de duração, porque as forças de reação ao solo são mais reduzidas nos corredores mais leves. Este fator pode ser um requisito importante para manter a resiliência a treinos intensos e prolongados que é uma das características dos fundistas de elite. Segundo Coetzer *et al.* [18], os corredores africanos de elite treinam mais quilómetros a intensidades elevadas que os seus concorrentes caucasianos. A menor massa corporal que os caracteriza pode estar diretamente correlacionada com uma menor incidência de traumas e lesões musculoesqueléticas [19] que lhes permite a manutenção, época após época, desse tipo de treino em qualidade.

Na análise dos vários estudos que comparam corredores de meio-fundo e fundo africanos e caucasianos, devemos atentar no nível competitivo das amostras. Assim, o IMC parece

Tabela II - Valores médios (\pm DP) de peso e altura de corredores africanos e caucasianos.

Estudo	Peso (kg)		Altura (cm)	
	Caucasianos	Africanos	Caucasianos	Africanos
Weston et al. [17]	69,1 \pm 5,7 **	59,4 \pm 6,0	181 \pm 9 **	172 \pm 5
Weston et al. [23]	64,9 \pm 3,0	61,4 \pm 7,0	178,3 \pm 5,3 **	172,4 \pm 5,3
Kohn et al. [6]	67,8 \pm 6,6 *	59,6 \pm 7,4	182 \pm 8 *	172 \pm 6
Harley et al. [21]	70 \pm 6 *	60 \pm 6	180 \pm 7 *	167 \pm 4
Marino et al. [15]	76,6 \pm 9,3 *	59,3 \pm 4,4	183,4 \pm 6,5 *	167,4 \pm 4,4
Lucia et al. [8]	60,5 \pm 7,8	57,2 \pm 3,3	172 \pm 6	174 \pm 8
Prommer et al. [20]	66,5 \pm 6,3	57,2 \pm 7,0		

* $p < 0,01$ ** $p < 0,05$

Tabela III - Valores médios (\pm DP) da percentagem de gordura e IMC de corredores africanos e caucasianos.

Estudo	Massa Gorda (%)		IMC (kg/m ²)	
	Caucasianos	Africanos	Caucasianos	Africanos
Weston et al. [17]	12,4 \pm 2,8	11,6 \pm 2,7		
Weston et al. [23]	12,1 \pm 3,3	12,1 \pm 3,7		
Bosch et al. [34]	11,1 \pm 1,4	11,8 \pm 1,4		
Kohn et al. [6]			20,5 \pm 1,1	20,1 \pm 1,5
Harley et al. [21]	12,8 \pm 4,6	11,2 \pm 1,8	21,6 \pm 1,5	21,4 \pm 1,6
Marino et al. [15]	5,3 \pm 0,3	5,1 \pm 0,2		
Lucia et al. [8]			20,5 \pm 1,7 *	18,9 \pm 1,5
Prommer et al. [20]			20,4 \pm 0,9 *	18,5 \pm 0,9

* $p < 0,05$

ser um fator suficientemente diferenciador, entre corredores africanos e caucasianos, ao nível da elite [8,20], mas já não ao nível da não-elite [6,21].

Na análise da composição corporal, podemos verificar que não existem diferenças significativas entre africanos e caucasianos em relação à percentagem de massa gorda, embora Lucia *et al.* [8] tenham constatado que o somatório de 6 pregas de adiposidade subcutânea era significativamente ($p < 0,05$) maior nos corredores espanhóis que nos eritreus.

A partir da Tabela III, podemos claramente diferenciar a elite da não elite. Não se pode ser elite no meio-fundo e fundo internacional com percentagens de massa gorda superiores a 10%. A elite africana estudada por Billat *et al.* [22] apresenta percentagens de massa gorda, variando entre 6 e 7%, valores idênticos aos verificados na elite portuguesa de meio-fundo e fundo [11]. Estranhámos, no entanto, os valores apresentados por Marino *et al.* [15] que são, no nosso entender, exageradamente baixos.

Entre os parâmetros antropométricos mais marcantes a diferenciar africanos dos caucasianos salientam-se as dimensões da perna. Assim, foi verificado que os corredores Eritreus tinham pernas mais compridas ($44,1 \pm 3,0$ vs. $40,6 \pm 2,7$ cm; $p < 0,05$) e com menor circunferência máxima ($30,9 \pm 1,5$ vs. $33,9 \pm 2,0$; $p < 0,01$) que os corredores espanhóis [8]. Em relação ao volume da massa magra da coxa, encontraram-se valores médios de 2152 ± 770 e 2568 ± 295 cm³ para africanos e caucasianos, respetivamente, o que aponta para a tendência de formas corporais mais reduzidas nos corredores africanos, características essas que parecem estender-se a outras populações [23]. Tal foi comprovado num estudo comparativo entre crianças Tanzanianas e Norueguesas (9 – 10 anos de idade), em que se verificou que as primeiras são significativamente ($p < 0,001$) mais leves e mais baixas que as segundas, o que parece indicar um biótipo específico africano que pode ter implicações biomecânicas para a corrida de duração.

Parecem existir condições ecológicas e fenotípicas de base que determinam diferenças antropométricas entre africanos e caucasianos; se essas diferenças são determinantes para estabelecer diferentes níveis de prestação competitiva em provas de corrida de meio-fundo e fundo, é facto difícil de esclarecer.

Sem podermos ser conclusivos, tudo indica que valores mais baixos de massa gorda, aliados a algumas características antropométricas (maior comprimento e menor circunferência da perna), apresentam boa correlação com a performance na corrida de duração e podem discriminar positivamente a elite Africana de meio-fundo e fundo da elite Caucasiana.

As condicionantes ecológicas de desenvolvimento das populações podem determinar algumas das diferenças antropométricas verificadas entre africanos e caucasianos. Assim, o perfil de ingestão nutricional, aliado à taxa de atividade física usual, de alguns grupos étnicos africanos pode ser crucial no desenvolvimento da composição corporal. Por exemplo, a alimentação da tribo Kalenjin, da qual saíram alguns dos melhores meio-fundistas e fundistas da história desportiva recente, é

fundamentalmente vegetariana. Cerca de 90% dos alimentos têm origem vegetal com um aporte reduzido (15% do aporte calórico total) de gorduras [25]. Naturalmente, os regimes vegetarianos induzem uma menor acumulação de gordura corporal, no entanto, o esforço recorrente de muitos corredores de meio-fundo e fundo em manterem pesos corporais mais competitivos podem induzir práticas nutricionais deficitárias em energia com a consequente redução da massa gorda [26]. Uma coisa é certa, quando falamos de elite internacional do meio-fundo e fundo, não podemos encontrar percentagens de massa gorda elevadas, já que todo o peso supérfluo (e.g. reservas de massa gorda) onera energeticamente o esforço de corrida afetando diretamente a performance.

Dos vários estudos compulsados parece que somente o IMC diferencia antropometricamente a elite Africana da Caucasiana. Que essa diferenciação tenha força suficiente para justificar a excelência competitiva dos Africanos, é algo que nos suscita dúvidas.

Fisiológicas

Os fatores fisiológicos críticos para a performance na corrida de duração são o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}), a utilização fracional do VO_{2max} (a capacidade de sustentar no tempo uma elevada percentagem do consumo máximo de oxigénio) e a economia de corrida (entendida como a capacidade de correr de forma energeticamente eficiente).

As exigências fisiológicas das mais elevadas performances no meio-fundo e fundo são salientadas pelas intensidades médias para cada especialidade: a meia-maratona é corrida a 80% do VO_{2max} , os 10.000 m a 90%, os 5.000 m a 95% e os 3.000 m a 100%. Portanto, no meio-fundo e fundo a competição ao mais elevado nível assenta em elevadíssimas exigências aeróbicas; correr a 80% do VO_{2max} requer uma frequência cardíaca cerca de 88% da FC_{max} [27], situação que é mantida por mais de 2 horas em maratonistas de elite.

Somente, seres excepcionalmente dotados e com elevado nível de treino são capazes de desenvolver, de forma “natural”, as intensidades requeridas pelas performances acima descritas. Tentemos verificar se estas capacidades intrínsecas dos corredores de elevado nível conseguem diferenciar os caucasianos dos africanos.

Consumo máximo de oxigénio

De uma forma geral, os corredores de meio-fundo e fundo apresentam consumos máximos de oxigénio elevados; no entanto, este indicador fisiológico não parece ser suficientemente discriminador da qualidade competitiva dos sujeitos. Em relação a este indicador temos de considerar duas vertentes: a fisiológica e a ergonómica. Assim, não só devemos considerar o VO_{2max} (indicador fisiológico) como também a vVO_{2max} (indicador ergonómico) e que corresponde à velocidade de corrida a que é atingido o máximo consumo de oxigénio,

este sim um indicador verdadeiramente discriminador no meio-fundo e fundo [1].

A Tabela IV permite-nos verificar o $VO_2\text{max}$ e a potência máxima aeróbia (PMA) de várias amostras de corredores africanos e caucasianos.

Somente no estudo de Lucia *et al.* [8] se verificaram diferenças significativas ($p < 0,05$) ao nível do $VO_2\text{max}$, entre corredores africanos e caucasianos, evidenciando os corredores Espanhóis um $VO_2\text{max}$ médio mais elevado, embora expressem um menor nível competitivo que os atletas Eritreus. Estes dados reforçam as considerações atrás expressas e reduzem a utilidade do $VO_2\text{max}$ como fator discriminador entre corredores de nível idêntico. A $vVO_2\text{max}$ que diferencia o nível competitivo dos corredores de outros estudos [22,11] não diferenciou as elites Espanhola e Eritreia no estudo de Lucia *et al.* [8], embora o nível competitivo de ambos seja diferente.

Os dados recolhidos indicam que o $VO_2\text{max}$ não diferencia corredores africanos e caucasianos não-elite [17,6] e elite [28]. Um $VO_2\text{max}$ mais elevado não significa uma superior prestação competitiva [6]. Estes estudos são corroborados por Saltin *et al.* [29] que não verificaram, ao nível do $VO_2\text{max}$, diferenças significativas entre os melhores corredores escandinavos e quenianos, quer em altitude quer ao nível do mar. No entanto, alguns corredores quenianos atingiram consumos máximos de oxigénio da ordem dos $85 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, valor não conseguido por nenhum dos corredores escandinavos [9]. É lógico que os corredores escandinavos não se aproximam, competitivamente falando, dos corredores quenianos.

Importa salientar que os corredores de meio-fundo e fundo de elite apresentam usualmente valores médios de $VO_2\text{max}$ superiores a $70 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ [6,11,20,30]. Quer isto dizer que a elite do meio-fundo e fundo apresenta uma elevada capacidade de captação, transporte e utilização muscular de oxigénio, só que este indicador não diferencia, na elite, o nível competitivo dos corredores sejam africanos ou caucasianos. Para reforçar esta ideia, confirmou-se que a similitude fisiológica das amostras não tem correspondência com o valor performativo das mesmas que favorece claramente os quenianos que com valores médios aos 10.000 m de 28

min $29 \text{ s} \pm 27 \text{ s}$ se distinguem claramente dos alemães com 30 min $39 \text{ s} \pm 24 \text{ s}$ [20].

Alguns estudos demonstraram que o nível performativo das amostras selecionadas era baixo, com os atletas a conseguirem tempos médios aos 10.000 m acima dos 32 min [17,23,6]. Como factor de comparação apresentamos os recordes do mundo e olímpico dos 10.000 m femininos: $29'31''78$ (Wang Junxia, China) e $29'54''66$ (Tirunesh Dibaba, Etiópia). Pensamos que a análise das diferenças entre corredores africanos e caucasianos é ecologicamente mais válida quando estudamos as elites. Tendo em conta a variabilidade dos dados recolhidos, pensamos que não é ao nível dos indicadores máximos fisiológicos que radica a diferença entre a elite africana e caucasiana.

Cinética do lactato e limiar anaeróbio

A superior capacidade performativa dos corredores africanos quando comparados com corredores caucasianos tem sido associada às menores concentrações de lactato plasmático a intensidades de corrida submáximas [17] e máximas [21].

Estudos prévios determinaram a relação entre a fadiga muscular e a performance e a acumulação de lactato. Atletas que apresentam uma menor concentração de lactato plasmático para uma dada intensidade submáxima de esforço parecem estar mais capacitados para resistir à fadiga por um período de tempo mais longo [31]. Tal facto foi verificado no presente estudo de revisão a partir dos dados de Weston *et al.* [17] que, num patamar de intensidade de corrida correspondente a 92% da $vVO_2\text{max}$, verificaram que os corredores africanos atingiam lactatemias mais baixas ($7,2 \pm 4,8$ versus $11,1 \pm 3,5 \text{ mmol/L}$; $p = 0,06$) e um superior tempo até à fadiga ($7'56'' \pm 3'45''$ versus $3'57'' \pm 2'05''$; $p < 0,01$). No entanto, a intensidades máximas os resultados são conflituais (Tabela V). Enquanto Saltin *et al.* [29] constaram que o pico de lactato era similar para corredores quenianos e escandinavos quer em altitude quer ao nível do mar, o que foi corroborado por Weston *et al.* [17], o estudo de Harley *et al.* [21] evidenciou um pico de lactato significativamente mais elevado nos caucasianos. As razões destas discrepâncias podem-se prender a condicionantes metodológicas.

Tabela IV - Valores médios ($\pm DP$) do $VO_2\text{max}$ e $vVO_2\text{max}$ em corredores de meio-fundo e fundo africanos e caucasianos.

Estudos	$VO_2\text{max}$ ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)		$vVO_2\text{max}$ (km.h^{-1})	
	Caucasianos	Africanos	Caucasianos	Africanos
Weston et al. [17]	$65,2 \pm 7,2$	$61,9 \pm 5,9$	$22,4 \pm 1,2$	$21,3 \pm 1,9$
Kohn et al. [6]	$68,2 \pm 4,5$	$68,8 \pm 5,9$	$22,0 \pm 0,9$	$21,6 \pm 1,1$
Harley et al. [21]	$68,9 \pm 4,3$	$66,7 \pm 5,4$	$21,5 \pm 1,4$	$21,4 \pm 1,2$
Marino et al. [15]	$64,3 \pm 3,0$	$62,6 \pm 3,5$	$20,8 \pm 1,2$	$21,2 \pm 0,8$
Prommer et al. [20]	$70,7 \pm 3,7$	$71,5 \pm 5,0$		
Lucia et al. [8]	$77,8 \pm 6,1$ *	$73,8 \pm 5,6$	$23,1 \pm 0,7$	$23,3 \pm 0,5$

* Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

Tabela V - Valores médios (\pm DP) de lactatemia em corredores africanos e caucasianos após prova máxima de esforço.

	Lactato plasmático após prova de esforço máxima (mmol.L ⁻¹)	
	Caucasianos	Africanos
Weston et al. [17]	11,6 \pm 2,9	10,5 \pm 2,5
Harley et al. [21]	12,3 \pm 2,7	8,8 \pm 2,0 *
Saltin et al. [29] #	10,0 \pm 0,8	8,0 \pm 0,7
Saltin et al. [29] ##	9,8 \pm 0,5	9,3 \pm 0,9

*Diferença significativa ($p < 0,05$); #Altitude de ~ 2.000 m; ## Nível do mar

Embora em teste máximo de corrida os resultados sejam conflitantes e não possam determinar um padrão que diferencie claramente corredores africanos e caucasianos, ao nível do exercício submáximo parece que os resultados são mais conclusivos. Coetzer *et al.* [18] associaram o domínio dos atletas negros nas provas longas de corrida às menores concentrações de lactato durante o exercício submáximo. Vários estudos comprovam que para uma mesma intensidade de corrida os atletas africanos evidenciam uma menor concentração de lactato plasmático. Weston *et al.* [17] verificaram, em corredores africanos e caucasianos, concentrações idênticas de lactato plasmático a intensidades de corrida de 72 e 80% da $v\text{VO}_2\text{max}$; no entanto, a intensidades superiores (88 e 92% da $v\text{VO}_2\text{max}$), os corredores africanos apresentavam uma lactatemia significativamente menor. Também Saltin *et al.* [29], observando várias amostras de corredores quenianos e escandinavos constataram uma menor ($p < 0,05$) concentração de lactato plasmático a intensidades submáximas de corrida nos corredores do Quênia. Também, Harley *et al.* [21] verificaram que corredores africanos comparados com os seus pares caucasianos tinham tendencialmente ($p = 0,07$) uma lactatemia mais baixa para uma velocidade de corrida de 16 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (2,4 \pm 0,7 *versus* 3,8 \pm 2,4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$).

Querirá isto significar que os corredores negros apresentam uma superior *clearance* ou uma menor produção de lactato durante o exercício? Os dados disponíveis não nos permitem esclarecer esta questão.

Ainda que uma menor concentração de lactato plasmático em intensidades submáximas de corrida parece discriminar positivamente os corredores africanos, outros indicadores conotados com a cinética do lactato parecem apontar para a similitude entre africanos e caucasianos. Assim, Harley *et al.* [21] não verificaram diferenças no conteúdo muscular de transportadores monocarboxilato (MCT) entre corredores negros e brancos. Os MCT facilitam o transporte de lactato através da membrana plasmática (influxo ou efluxo consoante o tipo de fibra) e parecem desempenhar um papel importante na homeostasia do lactato.

O limiar anaeróbio (Lan) é um indicador submáximo que expressa a capacidade aeróbia de um indivíduo. É um indicador que consegue discriminar com maior robustez o

nível competitivo de maratonistas [11]. O estudo de Lucia *et al.* [8] conflitua com outros estudos [32,11], ao verificar que os atletas com superior nível performativo apresentam um limiar anaeróbio ventilatório inferior. Corredores eritreus e espanhóis atingem o Lan ventilatório a 62,4 \pm 8,0 e 67,5 \pm 10,2% do VO_2max e a velocidades de 15,0 \pm 0,9 e 16,6 \pm 0,7 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, respectivamente. Em termos de velocidade as diferenças são significativas ($p < 0,01$). O Lan é uma variável com forte poder preditivo no meio-fundo e fundo [32,33], mas o estudo de Lucia *et al.* [8] inverte os dados de outras investigações, pois os corredores com melhor prestação competitiva são os que apresentam um Lan inferior. Neste caso os dados fisiológicos não têm correspondência com o nível de performance competitiva como se pode comprovar pelos resultados obtidos nos Campeonatos do Mundo de Corta-Mato (2004 e 2005), por alguns atletas que integraram o estudo supracitado [8]. Em 2004 os eritreus obtiveram as seguintes classificações: 6º, 9º, 22º, 29º e 74º e o único espanhol participante do estudo classificou-se em 33º. Em 2005, os eritreus conseguiram 2º, 15º, 17º e 20º enquanto os espanhóis se colocaram em 24º e 68º. Como podemos verificar as diferenças de nível competitivo são muito grandes entre os grupos. Quer isto dizer que superiores indicadores fisiológicos nem sempre correspondem a superior performance competitiva que está condicionada por outros fatores tais como os volitivos e motivacionais.

Numa linha de análise que reforça a não correspondência entre os vários indicadores e a performance na corrida, verificou-se que a 80% da $v\text{VO}_2\text{max}$, os corredores africanos apresentavam concentrações médias de lactato de 2,9 \pm 2,5 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, enquanto os corredores caucasianos 4,4 \pm 2,0 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ [17]. Os valores médios superiores de lactato plasmático a 80% da Potência Máxima Aeróbia ($v\text{VO}_2\text{max}$), embora sem significado estatístico, têm, no nosso entender claro significado fisiológico, pois nesta intensidade de esforço a amostra de corredores africanos não atinge o patamar das 4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de lactato, enquanto os corredores caucasianos, em média, o ultrapassa. Quanto mais elevada a intensidade de exercício para se atingir o patamar das 4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de lactato, maior é a capacidade aeróbia de um atleta. Quer isto significar que o limiar anaeróbio dos corredores africanos é atingido a um patamar superior de esforço. Isso se reflete no tempo até à fadiga a 92% da PMA que é significativamente ($p < 0,01$) superior nos corredores africanos. O que é de estranhar é que estes indicadores fisiológicos que claramente evidenciam uma superior capacidade aeróbia dos corredores africanos não se reflitam claramente na performance já que os tempos aos 10.000 m são similares. Mais uma vez aqui se verifica que o nível competitivo da amostra pode comprometer a robustez das conclusões.

Conflituando com Lucia *et al.* [8] e corroborando Weston *et al.* [17], Bosch *et al.* [34] verificaram que corredores negros apresentavam um limiar anaeróbio ventilatório superior ao de corredores brancos (82,7 \pm 7,7 vs. 75,6 \pm 6,2% VO_2max), embora não se verificassem diferenças significativas em relação

ao VO_2max . Estes dados têm, no entanto, de ser lidos com cuidado já que o nível performativo da amostra é muito baixo (maratonistas com tempos de prova superiores a 2h30).

A conflitualidade dos vários estudos aponta para a dificuldade de tentar discriminar corredores africanos e caucasianos a partir da análise de indicadores fisiológicos.

Economia de corrida e utilização fracional do VO_2max

A economia de corrida é expressa como o consumo submáximo de oxigénio estabilizado a uma dada velocidade de corrida submáxima. Costill *et al.* [35] afirmaram que o sucesso na corrida de maratona era determinado, em grande parte, pelo VO_2max , economia de corrida e capacidade de utilizar uma elevada fração do VO_2max durante a maratona. A economia de corrida é uma variável fortemente relacionada com a performance nas corridas de meio-fundo e fundo. Esta deve ser entendida como o custo energético obtido a velocidades de corrida submáximas e apresenta uma grande importância funcional, podendo ser um fator discriminativo entre elite e não elite [11].

Parece existir uma tendência para os corredores de meio-fundo e fundo leste africanos serem mais económicos a correr; tal facto parece estar relacionado com características anatómicas e antropométricas específicas [36]. Esta asserção é contrariada pelo estudo de Weston *et al.* [17] em que se pode verificar que nas intensidades de corrida de 72, 80 e 88% da $v\text{VO}_2\text{max}$ não existem diferenças significativas em relação aos custos energéticos da corrida entre africanos e caucasianos, o que pode estar relacionado com o baixo nível performativo da amostra. Na elite, Lucia *et al.* [8] verificaram que a economia de corrida é o indicador que melhor diferencia positivamente os corredores eritreus dos espanhóis. Podemos verificar que para qualquer das velocidades estudadas (17, 19 e 21 km/h), os corredores eritreus consomem menos oxigénio quer em termos absolutos quer quando os valores são expressos em percentagem do VO_2max . Interessantemente, quando os valores são considerados como percentagem da $v\text{VO}_2\text{max}$, as diferenças deixam de ser significativas. Quer isto significar que embora a funcionalidade motora seja idêntica para cada um dos patamares de esforço, o stresse fisiológico induzido é significativamente menor nos corredores eritreus. Weston *et al.* [23], ao comparar corredores africanos e caucasianos com idêntico perfil competitivo, verificaram que os primeiros gastavam $47,3 \pm 3,2$ e os segundos $49,9 \pm 2,4$ $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, correndo à velocidade de 16 km.h^{-1} , avançando que os africanos eram significativamente ($p < 0,05$) mais económicos, o que justificava as diferenças ao nível da elite. Entendemos que esta especulação é abusiva já que o nível performativo da amostra selecionada por Weston *et al.* [23] é baixo e relativizando o consumo de oxigénio a 16 km.h^{-1} ao pico de VO_2 , que era significativamente maior ($p < 0,01$) nos corredores caucasianos, essas diferenças são esbatidas. Não podemos extrapolar para a elite, dados referentes à não-elite.

O estudo de Lucia *et al.* [8] permite-nos especular que a superior economia de corrida da elite africana é devida menos a fatores fisiológicos ou bioquímicos e mais a fatores antropométricos e biomecânicos. Estes autores verificaram que o hemograma (eritrócitos, hematócrito e hemoglobina) é idêntico para os corredores eritreus e espanhóis, o que evidencia uma capacidade de transporte de oxigénio idêntica. Também, Saltin *et al.* [29] verificaram que o custo energético da corrida era menor nos corredores quenianos quando comparados com escandinavos e que essa diferença se acentuava quando os valores de consumo eram relativizados ao peso corporal de forma diferente valorizando a massa magra ($\text{ml.kg}^{-0.75}.\text{min}^{-1}$). Como o consumo de oxigénio (VO_2) durante o exercício submáximo não aumenta, geralmente, de forma linear com a massa corporal, foi recomendado relacionar a economia de corrida a 0.75 da massa corporal [37]. Como a elite africana treina mais quilometragem a intensidades correspondentes ao VO_2max é de aceitar a tese de que estão mais desenvolvidos em relação à potência muscular e assim mais aptos a reduzir a quantidade de energia perdida pelas forças de travagem [37], o que se poderá refletir positivamente na economia de corrida.

Embora tudo aponte para que os corredores africanos sejam mais económicos que os seus pares caucasianos, torna-se difícil isolar um fator que por si só justifique a superior performance dos corredores africanos de meio-fundo e fundo. As diferenças serão multifatoriais entre as quais se salienta a capacidade de a elite africana em manter elevadas percentagens do VO_2max enquanto correm [34], o que não tem nada a ver com o genoma mas sim com a qualidade do treino.

Mecanismos de termoregulação

Os elevados desempenhos físicos característicos dos corredores de meio-fundo e fundo estão fortemente condicionados pela eficiência dos mecanismos de controlo da temperatura corporal. Mais de 2/3 da energia química armazenada nos músculos é transformada em calor irrecuperável que necessita ser eliminado já que o corpo humano tem uma reduzida capacidade de armazenamento de calor. Num estudo conduzido por Marino *et al.* [15], verificou-se que enquanto a taxa de sudação era idêntica entre caucasianos e africanos em temperaturas moderadas (15°C), era significativamente superior nos caucasianos ($p < 0,01$) quando a corrida era desenvolvida em ambiente quente (35°C). Podemos assim especular que o mecanismo de termoregulação é mais eficiente nos corredores africanos, pelo menos em ambientes quentes, o que pode parcialmente contribuir para a melhoria da performance no calor verificada no estudo de Marino *et al.* [15]. No entanto, não devemos valorizar estes dados em demasia já que Yousef *et al.* [38], estudando uma amostra alargada de brancos e negros não verificaram diferenças significativas entre raças, em relação à temperatura rectal, temperatura da pele, frequência cardíaca e taxa de sudação quando se exercitaram, no

deserto, a 40% da máxima potência aeróbia. Embora, alguns dados apontem para uma melhor adaptação ortostática ao exercício em situações agressivas de calor de sujeitos negróides que caucasóides [39], não podemos inferir que essa superior capacidade termorreguladora é razão suficiente para justificar as superiores performances dos corredores africanos.

Caracterização fibrilar e enzimática

Verificamos que ao nível fisiológico os fatores que diferenciam os corredores africanos dos seus pares caucasianos nem sempre são fáceis de encontrar e valorizar; vejamos o que se passa ao nível da composição muscular.

Em relação à distribuição fibrilar os resultados não são concordantes. Weston *et al.* [17] encontraram $49,0 \pm 17,3\%$ de fibras Tipo I nos corredores africanos e $67,1 \pm 17,5\%$ nos caucasianos, o que indicia uma tendência para os corredores caucasianos terem uma superior percentagem de fibras de contração lenta. Esta asserção é corroborada pelo estudo de Kohn *et al.* [6] que verificaram que atletas caucasianos, comparados com os seus pares de etnia Xhosa, têm uma percentagem significativamente superior ($p < 0,05$) de fibras Tipo I, enquanto os atletas Xhosa evidenciavam uma maior percentagem ($p < 0,05$) de fibras de Tipo IIa; em relação à percentagem de fibras Tipo IIx não havia diferenças significativas. Conflituando com estes dados, Harley *et al.* [21] verificaram percentagens inferiores de fibras Tipo I em corredores brancos ($49 \pm 16\%$) quando comparados com os seus pares negros ($56 \pm 17\%$). Os corredores brancos apresentavam também maior percentagem de fibras Tipo IIa ($49 \pm 18\%$ versus $39 \pm 15\%$). No entanto, os corredores negros tendiam a estar mais potenciados com fibras Tipo IIx ($5 \pm 12\%$ versus $1 \pm 2\%$). Para dificultar a questão, Saltin *et al.* [40] não verificaram diferenças significativas entre corredores quenianos e escandinavos em relação às percentagens dos vários tipos de fibras, enquanto Coetzer *et al.* [18] constaram que atletas negros sul-africanos apresentavam uma percentagem de fibras Tipo I, cerca de 50% superior aos atletas brancos do mesmo país. A diversidade fibrilar entre atletas brancos e negros não permite detetar um padrão específico de cada grupo étnico. O que a investigação permite verificar é que o treino é um forte detonador de adaptações que muitas vezes alteram a influência da matriz genética. Nesse sentido, Saltin *et al.* [40] verificaram que o treino de endurance aumentava em 10-20% o número de capilares do músculo gastrocnémios dos corredores o que permitia uma melhor eficiência metabólica muscular. O treino continuado aumenta o *ratio* fibra/capilar potenciando as adaptações periféricas relacionadas com o rendimento em esforços prolongados. Também a superior atividade enzimática oxidativa (Citrato Sintetase; $p = 0,02$ e 3-Hidroxiacil-CoA Desidrogenase; $p < 0,01$) verificada em corredores africanos [17] pode ser circunstancial e estar mais relacionada com o treino e menos com o genótipo. A partir deste estudo podemos constatar que o treino de endurance

potencia a atividade enzimática oxidativa (CS), e reduz ou mantém a atividade enzimática glicolítica (PFK). Os corredores africanos exibem um superior perfil enzimático oxidativo, o que não está relacionado com a percentagem de fibras Tipo I, que é tendencialmente superior na amostra caucasiana [17].

Ainda que o treino consiga induzir adaptações estruturais e funcionais importantes, as condições de base são determinantes para a consecução de elevadas performances. Assim, Ama *et al.* [41] verificaram que sujeitos caucasianos sedentários, quando comparados com os seus pares africanos, apresentavam uma percentagem superior de fibras Tipo I (8%; $p < 0,01$) e uma percentagem mais baixa de fibras Tipo IIa (6,7%; $p < 0,05$). Podemos especular que uma amostra de corredores emergente duma população geneticamente potenciada em fibras Tipo IIa estará mais capacitada a tornar-se elite no meio fundo e fundo internacional já que acreditamos que o *pool* de fibras Tipo IIa está diretamente relacionado com o rendimento nos esforços de meio-fundo e fundo [42]. Embora o nível competitivo dos grupos não fosse muito diferente, estudo [6] verificou que os corredores do grupo étnico Xhosa apresentavam, quando comparados com os seus pares caucasianos, valores significativamente superiores ($p < 0,05$) na percentagem de fibras Tipo IIa que tinha correspondência com as isoformas de cadeia pesada de miosina no mesmo tipo de fibras. Em relação ao perfil enzimático, e conflituando com o estudo de Weston *et al.* [17], Kohn *et al.* [6] verificaram valores médios semelhantes em relação às enzimas CS e 3-HAD para ambos os grupos (Caucasianos e Xhosa), mas com diferenças significativas em relação à enzima LDH ($p < 0,01$) e diferença tendencial ($p = 0,07$) para a enzima PFK. Alguns dados apontam para uma superior atividade do metabolismo glicolítico nos corredores africanos, mas a extrema variabilidade inter-individual não nos permite definir um padrão fenotípico claro de atletas africanos e caucasianos. Amostras diferentes dão resultados diferentes. Também é importante a escala de análise. Por exemplo, verifica-se que, em termos absolutos, os atletas Xhosa apresentam uma superior atividade da LDH, mas a análise das isoformas desta enzima permitem-nos determinar o perfil mais oxidativo ou mais glicolítico das amostras [6]. Os atletas Xhosa têm maior percentagem de fibras Tipo IIa, normalmente caracterizadas por superior atividade das enzimas LDH e PFK que as fibras Tipo I [43]. Analisando as isoformas da LDH, verificou-se que os atletas Xhosa apresentavam valores significativamente superiores de LDH₄₋₅ e inferiores de LDH₁₋₂ [6]. As isoformas LDH₄₋₅, também denominadas musculares, parece que favorecem a conversão de piruvato em lactato, enquanto as LDH₁₋₂, denominadas cardíacas, promovem a reacção inversa [44]. A superior atividade das frações 4-5 da LDH nos corredores Xhosa pode prender-se com a superior intensidade de treino que determina adaptações fenotípicas específicas. No entanto, os dados de Kohn *et al.* [6] são contrariados pelos de Saltin *et al.* [29] que verificaram em atletas quenianos valores mais elevados das isoenzimas 1-2 da LDH quando comparados com

atletas escandinavos. Os mesmos autores verificaram que o treino em altitude promovia a conversão da LDH₄₋₅ em LDH₁₋₂. Embora a conflitualidade entre os estudos compulsados se possa dever às diferenças do nível performativo das amostras selecionadas, julgamos que também a caracterização fibrilar e enzimática não pode estabelecer um padrão diferenciador entre corredores africanos e caucasianos.

Condicionantes ambientais

O determinismo do envolvimento tenta justificar a performance desportiva em função das condições ecológicas vividas por um dado grupo humano. Em relação à performance física não aceitamos a relação absoluta de causa-efeito entre o meio onde se nasceu e viveu e o êxito desportivo já que muitos atletas de elite migram cedo dos seus países de origem para outros onde vão afirmar o seu potencial desportivo.

No caso dos corredores do Leste Africano, acreditou-se que o facto de nascerem e viverem em altitude lhes determinava condições favoráveis únicas para o rendimento físico aeróbio. Se a altitude fosse o único fator determinante na performance aeróbia, outros países com populações a viverem em altitude deveriam criar campeões no meio-fundo e fundo com a proficiência demonstrada pelos países do Leste Africano. O simples facto de viver em altitude pode induzir adaptações crónicas mais potenciadoras do metabolismo glicolítico que do oxidativo. Rosser & Hochachka [45], verificaram que sujeitos peruanos que viviam nos Andes a 3.300 m de altitude apresentavam a mesma área de secção transversa dos vários tipos de fibras, idênticos aos de indivíduos a viverem a 700 m de altitude. Somente a atividade enzimática nas fibras Tipo I diferenciava significativamente ($p < 0,0001$) os grupos; os sujeitos que viviam em alta altitude tinham uma menor (-19%) atividade da enzima aeróbia malato-desidrogenase e maior (+28,1%) da lactato-desidrogenase [45]. Parece que a hipoxia crónica induzida pela vivência em altitude muito elevada reduz a funcionalidade mitocondrial potenciando a glicolítica mesmo em fibras de características fundamentalmente aeróbias. O determinismo biológico da altitude é anulado pela verificação científica. Também as condições específicas de desenvolvimento humano podem determinar características adaptativas diversas. Assim, comprovou-se que sujeitos peruanos vivendo em altitude apresentavam dificuldades nas respostas cerebrovasculares à hipoxia e hipocapnia enquanto a circulação cerebral de sujeitos etíopes, vivendo em altitudes idênticas, não era sensível à hipoxia, o que evidenciava uma superior adaptação dos habitantes etíopes à altitude [46].

Prommer *et al.* [20] verificaram que corredores quenianos de elite que viviam em altitude (2.090 m) possuíam uma massa total de hemoglobina similar à de corredores alemães, massa que se reduzia quando vinham viver para o nível do mar. Estes dados são reforçados pelo estudo de Beall *et al.* [47] que verificaram que nativos etíopes vivendo a 3.530 metros de altitude apresentavam uma concentração média de

hemoglobina de 15,9 e 15,0 g/dl, para homens e mulheres, respetivamente, e com uma saturação média de hemoglobina de 95,3%; estes dados permitem concluir que, apesar da dramática descida da pressão parcial de oxigénio do ar inspirado pelos nativos etíopes vivendo em altitude, estes apresentavam concentrações de hemoglobina e saturações de oxigénio similares às populações vivendo ao nível do mar.

Mesmo que existam adaptações corporais específicas a uma dada geografia, elas são sensíveis às alterações do envolvimento denotando uma certa plasticidade que reajusta o organismo às condições específicas de cada local.

Reforçando o estudo de Rosser & Hochachka [45], Saltin *et al.* [40] verificaram que sujeitos a viver e treinar em altitude (2000 m) apresentavam o mesmo perfil de distribuição fibrilar que sujeitos a viver e treinar ao nível do mar: fibras Tipo I 60-70%, Tipo IIa 30-40% e Tipo IIb < 6%. Em termos enzimáticos, parece que a adaptação ao treino em altitude provoca um aumento das isoformas 1-2 da enzima lactato desidrogenase em detrimento das isoformas 3-4, potenciando assim a conversão de lactato em piruvato e consequentemente a funcionalidade aeróbia [40]. Quer isto dizer que as diferenças que caracterizam os corredores africanos que vivem em altitude são esbatidas quando os corredores caucasianos vão viver para a altitude.

Verificou-se, em estudos com crianças quenianas, que aquelas que tinham de percorrer longas distâncias para a escola apresentavam um VO_{2max} 30% superior ao daquelas que viviam perto [29]. Portanto, os esforços recorrentes de corrida dessas crianças eram a razão da sua potenciação aeróbia. O treino é um aspeto essencial no desenvolvimento de potencialidades intrínsecas a cada sujeito, já que Bale & Sang [1] comprovaram que 14 dos 20 corredores quenianos de elite que entrevistaram nunca correram para a escola, só que treinaram com qualidade quando chegaram ao atletismo. Esse é mais um estereótipo conceptual que a experiência não comprova, já que o treino “natural” dessas crianças pode ser perfeitamente substituído pelo treino “orientado” a que têm acesso nos clubes escolares ou federados. Importa também reter que hoje em dia a maioria dos corredores de elite africanos raramente vive nos seus países de origem e são deslocados, desde muito cedo, e num processo de nomadização seletiva, para os locais que permitam um melhor desenvolvimento das suas capacidades atléticas, fundamentalmente através da melhoria das condições sociais.

Mesmo que o treino em altitude que caracteriza alguns dos meio-fundistas e fundistas africanos possa ter efeitos positivos ao nível da eritrogenese, esta razão não parece ser determinante para fazer a discriminação entre a elite africana e caucasiana. Importa salientar que corredores quenianos, em altitude (2000 m), atingem um VO_{2max} de $68 \pm 1,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, enquanto ao nível do mar conseguem $79,9 \pm 1,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ [29], facto que evidencia a adaptação às condições específicas do novo envolvimento. De igual forma, corredores africanos e caucasianos, quando ascendem do nível do mar para a

altitude experimentam uma redução inicial de suprimento de oxigênio, induzindo uma situação temporária de hipoxia tecidual que afeta quer a treinabilidade quer a performance em esforços de endurance [48].

A diáspora que caracteriza os “trabalhadores da corrida” do leste africano faz-lhes perder algumas condições de base e ganhar outras adaptadas aos seus novos envolvimento, pelo que a tese do determinismo “envolvimental” não tem robustez suficiente para justificar a excelência competitiva desses corredores.

Muitas das diferenças verificadas entre corredores africanos e caucasianos são circunstanciais. De uma forma geral, quando são feitas correções em relação à mais reduzida massa corporal, a capacidade de correr a um superior nível de esforço, não pode ser justificada por diferenças verificadas ao nível do VO_2 max, ventilação máxima, economia de corrida e limiar anaeróbio [18,8].

O superior rendimento competitivo dos corredores eritreus, que tem como base o menor stresse sistémico para uma dada carga de esforço submáxima (a nível máximo, em laboratório, as diferenças entre grupos esbate-se, beneficiando, inclusive, os espanhóis), pode ter algo a ver com o perfil de treino (carga + recuperação), que diferencia os grupos [8]. Na caracterização do treino dos corredores eritreus salienta-se o facto de realizarem menor volume de treino semanal, menos sessões de treino por semana e de dormirem mais horas que os seus pares espanhóis, o que permite uma melhor recuperação entre treinos de elevada intensidade que são em maior número nos corredores de elite. Na alta competição todos os pormenores contam mesmo aqueles que por vezes parecem menos importantes. O tempo de sono é de crucial importância para uma melhor adaptação às cargas. O treino não é só estímulo-carga; a recuperação é fundamental para a regeneração eficaz de todos os sistemas orgânicos, desregulados temporariamente pelas cargas intensas características dos atletas de elite. Treinar em intensidade é condição *sine qua non* para elevar o nível competitivo de um atleta, mas isso só se consegue se o organismo for capaz de recuperar convenientemente. Os corredores eritreus, tendencialmente, treinam menos, não fazem trabalho de força com pesos, que entendemos não se justificar em corredores de meio-fundo e fundo e que pode ser substituído por outro tipo de trabalho funcionalmente mais importante (e.g. correr na areia, rampas, etc.), e descansam mais. Como sabemos que normalmente treinam maior percentagem do tempo total de treino em intensidades muito elevadas que os corredores caucasianos, tudo aponta para uma eficaz conjugação de treino de maior intensidade e superior tempo de recuperação. Talvez aí residam algumas das razões que diferenciam os grupos estudados por Lucia *et al.* [8]. Os dados de Coetzer *et al.* [18] permitem verificar que apesar de os corredores africanos e caucasianos terem volumes de treino similares, diferenciavam-se pelo facto de os atletas africanos apresentarem uma maior percentagem de treino a intensidades superiores a 80% do VO_2 max (36±18% contra

14±7%). Estas considerações são reforçadas pelas verificações de Noakes [14] que verificou que as principais diferenças entre os corredores africanos e europeus radicavam no perfil do treino. Assim, enquanto os africanos dedicavam cerca de 1/3 do volume total de treino para trabalhar a intensidades variando entre 80 e 100% do VO_2 max, os europeus somente dedicavam cerca de 10%. Corroborando estes dados, Billat *et al.* [22] verificaram que em corredores quenianos de 10.000-m, aqueles que treinavam com intensidades de corrida superiores apresentavam um VO_2 max mais elevado e superior performance que os corredores que treinavam a intensidades de corrida mais baixas.

A análise da componente nutricional pode-nos trazer alguma luz discriminativa entre corredores africanos e caucasianos. Os corredores quenianos estudados por Fudge *et al.* [49] têm uma ingestão elevada de carboidratos (67,3 ± 7,8%), reduzida de gorduras (17,4 ± 3,9%) e equilibrada de proteínas (15,3 ± 4,0%) o que contrasta parcialmente com o perfil de ingestão nutricional da elite portuguesa de meio fundo e fundo: carboidratos (51,1 ± 16,2%), gorduras (30,8 ± 12,6%) e proteínas (17,6 ± 5,0%) [50]. Uma grande disponibilidade de carboidratos permitirá uma mais eficaz recuperação das reservas musculares e hepáticas de glicogénio que é o substrato energético por excelência para os corredores de elite de meio-fundo e fundo. No entanto, algumas particularidades devem-nos fazer refletir sobre o comportamento nutricional de alguns corredores. Fudge *et al.* [49] verificaram que, em períodos de treino intenso, alguns corredores Quenianos apresentavam um balanço energético negativo, i.e., ingeriam menos calorias de que as que gastavam. Ora tal prática pode conduzir à redução da massa corporal que combinado com a elevada ingestão de carboidratos pode ter efeitos positivos sobre o custo energético da corrida. No entanto, tal prática pode, no longo termo, produzir efeitos adversos na saúde e rendimento dos atletas. Tais práticas restritivas são comuns em meio-fundistas e fundistas [50] e devem merecer correção por parte dos responsáveis do processo de treino. Defendemos que a nutrição não faz um atleta de elite mas pode constituir-se como obstáculo a que um atleta de elite manifeste a sua excelência. Malgrado as diferenças verificadas, não podemos colocar no perfil de ingestão nutricional a razão do superior potencial performativo dos corredores africanos.

Em relação às adaptações induzidas pelo perfil de treino ou atividade nas fases de desenvolvimento auxológico que antecedem a competição, importa salientar que enquanto os jovens urbanos quenianos apresentam o mesmo VO_2 max relativo que os jovens dinamarqueses não treinados, os jovens da mesma idade do Quênia rural atingem um VO_2 max relativo, 30% superior que os seus pares urbanos ou dinamarqueses [29]. Estes autores concluem que um período de juventude fisicamente ativa, combinada mais tarde com um treino de elevada intensidade, conduz à superior capacidade aeróbia aliada a uma boa economia de corrida que fazem o sucesso dos corredores quenianos. Pensamos que estes fatores

não justificam, por si só, a superior valia competitiva dos corredores quenianos, no entanto, o declínio competitivo no meio-fundo e fundo nas sociedades ocidentais pode estar relacionado com a tendência para a hipocinésia e obesidade que caracteriza os seus adolescentes. O perfil de atividade dos jovens das zonas rurais do Quênia e Etiópia, que têm nos longos estímulos de marcha e corrida que fazem parte da sua vida diária, uma forma de treino natural, pode ser um fator básico para uma melhor aptidão aeróbia e uma melhor resiliência à fadiga. No entanto, estas características podem ser obtidas por meio de um processo de treino sistemático e bem orientado.

O êxito dos atletas negros em várias modalidades desportivas criou a percepção generalizada da sua superioridade atlética que é potenciada pelos meios de comunicação de massas [26]. Cria-se, assim, um ambiente psicológico e social favorável aos atletas africanos em detrimento dos atletas caucasianos. A ameaça dos estereótipos que afirmam a superioridade negra nas corridas de meio-fundo e fundo funciona como efeito bloqueador para os atletas brancos e age positivamente sobre os atletas negros [51]. As atitudes para com os estereótipos reinantes, assentes em aspetos cognitivos, afetivos e comportamentais, podem dar vantagens competitivas aos atletas africanos.

Correr rápido consegue-o as elites de todos os países; correr rápido quando importa e controlar bem o stresse competitivo é uma característica de alguns atletas africanos com especial relevo para os corredores provenientes da tribo Kalenjin [52]. Algumas características do processo de desenvolvimento ontológico da tribo Kalenjin podem, em parte, explicar o êxito dos seus corredores. Desde o berço que os jovens vivem debaixo de pressão de afirmação social que atinge provavelmente o zénite na circuncisão, momento chave na passagem à adultícia que pode levar ao banimento da tribo no caso de demonstração de medo e acentuada cedência à dor [2]. A superação desta prova iniciática promove uma resiliência emocional única que pode reverter positivamente para o controlo da ansiedade pré-competitiva.

Também o fator exemplo pode ser decisivo na criação de um ambiente de forte emulação e autossuperação. Segundo La Torre *et al.* [53], a oportunidade de os jovens talentos de treinarem com atletas experientes repletos de sucesso, pode ser um fator determinante para a diferença. No nosso entender, este processo de treino em grupo pode ter vantagens e desvantagens. Um processo precoce de treino de elevada intensidade pode bloquear o nível de progressão de atletas jovens. Contudo, tal processo pode funcionar como um meio de seleção natural permitindo a “sobrevivência” competitiva dos mais aptos geneticamente. Temos de assumir com clareza e coragem que a alta competição é assunto para muito poucos.

Um fator pode ser especialmente importante na competição de alto nível – a vontade de ganhar. Segundo o fisiologista Tim Noakes, todos os corredores de meio-fundo e fundo

de nível internacional apresentam, virtualmente, a mesma condição física, pelo que a luta pelas medalhas pode estar apoiada no empenhamento neurológico correspondente a uma superior vontade de ganhar [48]. No entanto, desde sempre o desporto foi um campo fértil para a criação de estereótipos que, quando não convenientemente resolvidos pelos treinadores se fixam como verdadeiras ameaças psicológicas inibindo os atletas de expressar a totalidade das suas competências atléticas [52]. Também Hamilton [54] postula que a vantagem dos atletas africanos, hoje em dia, radica mais em aspetos psicológicos que fisiológicos já que os atletas do Leste Africano desenvolveram uma aura de invencibilidade que os potencia mentalmente enquanto reduz a capacidade mental competitiva dos seus pares caucasianos.

Conclusão

A abordagem reducionista e segmentar em desporto é sempre um meio fértil de geração de mal-entendidos e juízos enviesados. A performance do meio-fundo e fundo não pode ser esclarecida através de um simples indicador. As abordagens, antropométrica, bioquímica e fisiológica da performance no meio-fundo e fundo não nos dão dados suficientemente robustos que nos permitam justificar as diferenças competitivas entre corredores de meio-fundo e fundo africanos e caucasianos. Se tivéssemos de seleccionar os fatores que mais podem contribuir para as diferenças performativas que separam os corredores africanos dos caucasianos, teríamos de eleger o perfil do treino e as expressões psicológicas e emocionais dos atletas.

Referências

1. Bale J, Sang J. Kenyan running. Movement culture, geography and global change. 1st ed. London: Frank Cass and Co; 1996.
2. Manners J. Kenya's running tribe. *The Sports Historian* 1997;17(2):14-27.
3. Scott R, Wilson R, Goodwin W, Morgan C, Georgiades E, Wolde B *et al.* Mitochondrial DNA lineages of elite Ethiopian athletes. *Comp Biochem Physiol B Biochem Moll Biol* 2005;140:497-503.
4. Mills M, Yang N, Weinberger R, Vander-Woude D, Beggs A, Eastale S *et al.* Differential expression of the actin-binding proteins, alpha-actinin-2 and -3, in different species: implications for the evolution of functional redundancy. *Human Molecular Genetics* 2001;10(13):1335-46.
5. North K. Why is alpha-actinin-3 deficiency so common in the general population? The evolution of athletic performance. *Twin Res Hum Genet* 2008;11(4):384-94.
6. Kohn T, Essén-Gustavsson B, Myburgh K. Do skeletal muscle phenotypic characteristics of Xhosa and Caucasian endurance runners differ when matched for training and racing distances? *J Appl Physiol* 2007;103:932-40.
7. Yang N, Macarthur D, Wolde B, Onywere V, Boit M, Lau S *et al.* The ACTN3 R577X polymorphism in East and West African athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(11):1985-8.

8. Lucia A, Esteve-Lanao J, Oliván J, Gómez-Gallego F, San Juan A, Santiago C et al. Physiological characteristics of the best Eritrean runners-exceptional running economy. *Appl Physiol Nutr Metab* 2006;31:530-40.
9. Scott R, Pitsiladis Y. Genotypes and distance running. Clues from Africa. *Sports Med* 2007;37(4-6):424-7.
10. Moran C, Scott R, Adams S, Warrington S, Jobling M, Wilson R et al. Y chromosome haplogroups of elite Ethiopian endurance runners. *Hum Genetics* 2004;115:492-7.
11. Rodrigues dos Santos J. Estudo comparativo, fisiológico, antropométrico e motor entre meio-fundistas e fundistas portugueses de atletismo. *Revista Portuguesa de Medicina Desportiva* 2005;23:67-78.
12. Cureton K, Sparling P, Evans B, Johnson S, Kong U, Purvis J. Effect of experimental alterations in excess weight on aerobic capacity and distance running performance. *Med Sci Sports Exerc* 1978;10(3):194-9.
13. Goran M, Fields D, Hunter G, Herd S, Weinsier R. Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24(7):841-848.
14. Noakes T. *Lore of Running*. 4th ed. Human Kinetics; 2003.
15. Marino F, Lambert M, Noakes T. Superior performance of African runners in warm humid but not in cool environmental conditions. *J Appl Physiol* 2004;96:124-130.
16. Larsen H, Christensen D, Nolan T, Sondergaard H. Body dimensions, exercise capacity and physical activity level of adolescent Nandi boys in Western Kenya. *Ann Hum Biol* 2004;31(2):159-73.
17. Weston A, Karamizrak O, Smith A, Noakes T, Myburgh K. African runners exhibit greater fatigue resistance, lower lactate accumulation, and higher oxidative enzyme activity. *J Appl Physiol* 1999;86(3):915-23.
18. Coetzer P, Noakes T, Sanders B, Lambert M, Bosh N, Wiggins T, Dennis S. Superior fatigue resistance of elite black South African distance runners. *J Appl Physiol* 1993;75(4):1822-7.
19. Berg K. Endurance training and performance in runners: Research limitations and unanswered questions. *Sports Med* 2003;33(1):59-73.
20. Prommer N, Thoma S, Quecke L, Gutekunst t, Volzke C, Wachsmuth N, Niess A, Schmidt W. Total hemoglobin mass and blood volume of elite Kenyan runners. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(4):791-7.
21. Harley Y, Kohn T, Gibson A, Noakes T, Collins M. Skeletal muscle monocarboxylate transporter content is not different between black and white runners. *Eur J Appl Physiol* 2009;105:623-32.
22. Billat V, Lepretre P, Heugas A, Laurence M, Salim D, Koralsztein J. Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. *Med Sci Sports Exerc* 2004;35(2):297-304.
23. Weston A, Mbambo Z, Myburgh K. Running economy of African and Caucasian distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(6):1130-4.
24. Andstad A, Berntsen S, Hageberg R, Klasson-Heggebo L, Anderssen S. A comparison of estimated maximal oxygen uptake in 9 and 10 year old schoolchildren in Tanzania and Norway. *Br J Sports Med* 2006;40:287-92.
25. Christensen D, Van G, Hambraeus L. Food and macronutrient intake of male adolescent Kalenjin runners in Kenya. *Br J Nutr* 2002;88:711-7.
26. Rodrigues dos Santos J, Silva D, Colaço P. Avaliação da ingestão nutricional de um maratonista de elite do atletismo português. Um estudo de caso. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* 2010;9(3):184-92.
27. Horwill F. We will never equal the African endurance runner? *Athletics* 2008:13.
28. Larsen H. Kenyan dominance in distance running. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 2003;136:161-70.
29. Saltin B, Kim C, Terrados N, Bangsbo J, Bak T, Kim C, Avedenahg J, Rolf C. Aerobic exercise capacity at sea level and at altitude in Kenyan boys, junior and senior runners compared with Scandinavian runners. *Scand J Med Sci Sports* 1995b;5(4):209-21.
30. Billat V, Demarle A, Slawinski J, Paiva M, Koralsztein J. Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(12):2089-97.
31. Tesch O, Sjodin B, Thorstensson A, Karlsson J. Muscle fatigue and its relation to lactate accumulation and LDH activity in man. *Acta Physiol Scand* 1978;103(4):413-20.
32. Sjodin B, Svedenahg J. Applied physiology of marathon running. *Sports Med* 1985;2(2):83-99.
33. Kenney W, Hodgson J. Variables predictive of performance in elite middle-distance runners. *Br J Sports Med* 1985;4:207-9.
34. Bosh A, Goslin B, Noakes T, Dennis S. Physiological differences between black and white runners during a treadmill marathon. *Eur J Appl Physiol* 1990;61(1-2):68-72.
35. Costill D, Branam G, Eddy D, Sparks K. Determinants of marathon running success. *Int Z Angew Physiol* 1971;29:249-54.
36. Foster C, Lucia A. Running economy: The forgotten factor in elite performance. *Sports Med* 2007;37(4-5):316-9.
37. Saunders P, Pyne D, Telford R, Hawley J. Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Med* 2004;34(7):465-85.
38. Yousef M, Dill D, Vitez T, Hillyard S, Goldman A. Thermoregulatory responses to desert heat: age, race and sex. *J Gerontol* 1984;39(4):406-14.
39. Shvartz E, Wyndham C, Strydom N. Orthostatic responses in Caucasians and Bantu. *Aviat, Space Environ Med* 1975;46(11):1343-8.
40. Saltin B, Kim C, Terrados N, Larsen H, Svedenahg J, Rolf C. Morphology, enzyme activities and buffer capacity in leg muscle of Kenyan and Scandinavian runners. *Scand J Med Sci Sports* 1995a;5(4):222-30.
41. Ama P, Simoneau J, Boulay M, Serress O, Thériault G, Boucharad C. Skeletal muscle characteristics in sedentary Black and Caucasian males. *J Appl Physiol* 1986;61(5):1758-61.
42. Kohn T, Essén-Gustavsson B, Myburgh K. Specific muscle adaptations in Type II fibers after high-intensity interval training of well-trained runners. *Scand J Med Sci Sports* 2011;21(6):765-72.
43. Assén-Gustavsson B, Henriksson J. Enzyme levels in pools of microdissected human muscle fibres of identified type adaptive response to exercise. *Acta Physiolo Scand* 1984;120:505-15.
44. Dawson D, Goodfriend T, Kaplan N. Lactic dehydrogenases: functions of the two types. *Science* 1964;143:929-33.
45. Rosser BWC, Hochachka. Metabolic capacity of muscle fibers from high-altitude natives. *Eur J Appl Physiol* 1993;67:513-7.
46. Claydon V, Gulli G, Slessarev M, Appenzeller O, Zenebe G, Gebremadhin A, Hainsworth R. Cerebrovascular responses to

- hypoxia and hypocapnia in Ethiopian high altitude dwellers. *Stroke* 2008;39:336-42.
47. Beall C, Decker M, Brittenham G, Kushner I, Gebremedhin A, Strohl K. An Ethiopian pattern of human adaptation to high-altitude hypoxia. *Proc Natl Acad Sci* 2002;99(26):17215-8.
48. Bonetti D, Hopkins W. Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia. *Sports Med* 2009;39(2):107-27.
49. Fudge B, Westterterp K, Kiplamai F, Onywera V, Boit M, Kaiser B, Pitsiladis Y. Evidence of negative energy balance using doubly labelled water in elite Kenyan endurance runners prior to competition. *Br J Nutr* 2006;95:59-66.
50. Siqueira J, Rodrigues dos Santos J. Perfil nutricional de fundistas na semana que antecede a competição. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 2004;4(Supl 2):255.
51. Entine J. *Taboo: Why black athletes dominate sports and why we're afraid to talk about it?* New York: Public Affairs; 2000.
52. Baker J, Horton S. East African running dominance revisited: a role for stereotype threat? *Br J Sports Med* 2003;37:553-5.
53. La Torre A, Impellizzeri F, Dotti A, Arcelli E. Do Caucasian athletes need to resign themselves to African domination in middle and long distance running? *New Studies in Athletics* 2005;20(4):39-49.
54. Hamilton B. East African running dominance: what is behind it? *Br J Sports Med* 2000;34:391-4.