

CONSTRUÇÃO DE UM PERFIL DE ÍNDICES ESPECÍFICOS DE APTIDÃO FÍSICA PARA VELOCISTAS ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO NA CHINA

BUILDING A PROFILE OF SPECIFIC FITNESS INDICES FOR MALE TEENAGE CHINESE SPRINTERS

DESARROLLO DE UN PERFIL DE ÍNDICES DE APTITUD FÍSICA ESPECÍFICOS PARA VELOCISTAS ADOLESCENTES DEL SEXO MASCULINO EN CHINA

Wenjia Chen¹ 
(Profissional de Educação Física)
Biyu Zhang² 
(Profissional de Educação Física)
Tseching Liang² 
(Profissional de Educação Física)
Zehao Tong¹ 
(Profissional de Educação Física)

1. Escola de Educação Física em Mineração e Tecnologia, Xuzhou, China.

2. Universidade do Esporte de Pequim, Faculdade de Atletismo da China, Pequim, China.

Correspondência:

Tseching Liang
Beijing Sport University, Beijing,
100084, China.
liangzejing@gmail.com

RESUMO

Objetivos: Este estudo teve como objetivo construir um perfil de índices específicos de aptidão física para velocistas adolescentes do sexo masculino da Seleção Nacional da China, que proporcione uma base para avaliação da aptidão para corridas para treinamento de adolescentes. **Materiais e Métodos:** Foram recrutados 229 adolescentes do sexo masculino e velocistas de nível equivalente para participar deste teste de índices. Foram usados o teste t e o teste Kruskal-Wallis para a primeira seleção dos índices de aptidão física. Na segunda seleção foi aplicada a análise dos componentes principais para selecionar fatores comuns com maiores valores característicos. Os índices de aptidão física analisados foram estatura, comprimento das pernas, medida B (circunferência do tornozelo/comprimento do calcanhar x 100%) e medida A (circunferência da coxa/comprimento da perna x 100%), hemoglobina, tempo de sprint 60 metros, tempo de sprint de 100 metros, salto de contramovimento (CMJ), velocidade máxima de salto de contramovimento, tempo de voo do CMJ, força máxima do CMJ, força do CMJ. **Resultados:** Foram selecionados 13 índices para avaliar as aptidões específicas dos velocistas da amostra, divididos em 3 categorias principais e 9 subcategorias. O peso de cada índice de aptidão foi confirmado e usado para construir uma escala de avaliação de aptidão padrão. **Conclusões:** Os índices antropométricos indicam os limites inerentes aos atletas na estrutura do movimento do sprint. Os indicadores fisiológicos indicam o potencial do atleta de gastar energia e recuperá-la em curto período. Os índices motores indicam a capacidade máxima do atleta no sprint, o poder de reação dos membros inferiores, a força e a potência máxima. **Nível de evidência II, Estudos diagnósticos - Investigação de um exame para diagnóstico.**

Descritores: Adolescente; Aptidão física; Índices motores; Desempenho atlético.

ABSTRACT

Objectives: This study aimed to construct a profile of specific fitness indices for male teenage sprinters on the Chinese National Team to provide sprinting fitness assessments for teenage training. **Material and Methods:** 229 male teenage sprinters at the same level were recruited to participate in this test for the indices. The t- and Kruskal-Wallis tests were conducted for the first selection of fitness indices. In the second selection, principal components analysis was applied to select common factors with greater characteristic values. The fitness indices chosen were height, leg length, measurement B (ankle circumference/heel length x 100%) and measurement A (thigh circumference/leg length x 100%), hemoglobin, 60m sprint time, 100m sprint time, countermovement jump (CMJ), maximum countermovement jump velocity, CMJ flight time, CMJ maximum force, and CMJ force. **Results:** Thirteen indices were chosen for the specific fitness of male teenage Chinese male sprinters with 3 general categories and 9 subcategories. The weight of each fitness index was confirmed and used to construct a standard fitness assessment scale. **Conclusion:** Anthropometric indices indicate the athlete's innate limits in the structure of the sprinting motion. Physiological indices indicate the athlete's potential to expend energy and recover in a short time. Motor indices indicate the athlete's maximum sprinting ability, lower limb reaction strength, power, and maximum strength. **Level of evidence II, Diagnostic studies - Investigation of a diagnostic test.**

Keywords: Adolescent; Physical fitness; Motor indices; Athletic performance.

RESUMEN

Objetivos: Este estudio tuvo por finalidad el desarrollo de un perfil de índices de aptitud física específico para velocistas masculinos adolescentes de la Selección Nacional de China, que proporcione una base para la evaluación de la aptitud física en velocidad durante el entrenamiento de adolescentes. **Materiales y Métodos:** En esta prueba de índices participaron 229 velocistas adolescentes masculinos de nivel equivalente. En la primera selección de índices de aptitud se utilizó la Prueba T y la Prueba Kruskal-Wallis. En la segunda selección se aplicó el análisis de componentes principales para identificar factores comunes con mayores valores característicos. Los índices de aptitud física analizados fueron: altura, longitud de las piernas, medida B (circunferencia del tobillo / longitud del talón x 100%),



y medida A (circunferencia del muslo / longitud de la pierna x 100%) x 100%, hemoglobina, tiempo de sprint de 60 m, tiempo de sprint de 100 m, salto de contramovimiento (CMJ), velocidad máxima del salto de contramovimiento, tiempo de vuelo del CMJ, fuerza máxima del CMJ, fuerza del CMJ. Resultados: Se seleccionaron 13 índices para evaluar la aptitud física específica de los velocistas del estudio, divididos en 3 categorías principales y 9 subcategorías. Se confirmó la ponderación de cada índice de aptitud física y se utilizó para crear una escala estándar de evaluación de la aptitud. Conclusión: Los índices antropométricos reflejan los límites innatos de los atletas en la estructura del movimiento del sprint. Los índices fisiológicos indican el potencial del atleta para gastar energía y recuperarla en un corto período. Los índices motores indican la capacidad máxima del atleta en el sprint, la potencia de reacción de las extremidades inferiores, la fuerza y la potencia máxima. **Nivel de evidencia II, Estudios diagnósticos - Investigación de un examen para diagnóstico.**

Descriptor: Adolescente; Aptitud física; Índice de movimiento; Rendimiento atlético.

DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202228042021_0166

Artigo recebido em 08/05/2021 aprovado em 24/08/2021

INTRODUÇÃO

O desempenho no *sprint* depende do nível abrangente de aptidão dos atletas.¹⁻² Apesar de os índices de aptidão física específicos de *sprint* para avaliação de treinamento serem cientificamente sólidos até certo ponto, a pesquisa sobre a aptidão em *sprint* baseou-se principalmente em atletas de elite ou universitários.³⁻⁴ Além disso, esses estudos concentraram-se basicamente em fatores únicos, como capacidade psicológica,⁵ estrutura de velocidade,⁶ força de extensão e flexão do joelho,⁷ passada e frequência.⁸ Poucas pesquisas sobre aptidão física específica foram focadas em velocistas adolescentes. Estabelecer índices específicos de aptidão dos velocistas para avaliação de treinamento é vital para melhorar o desempenho dessa população. Este estudo teve como objetivo determinar importantes índices de aptidão específica para velocistas adolescentes chineses do sexo masculino, por meio de testes de grandes amostras, visando fornecer usos práticos para a ciência do esporte, identificação de talentos em velocistas e treinamento de *sprint* na adolescência.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participantes

Um total de 229 velocistas adolescentes do sexo masculino da base de treinamento da Seleção Nacional da China foi recrutado para o estudo. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos e o termo de consentimento livre e esclarecido foi aplicado. Os participantes foram divididos em dois grupos: o grupo elite foi formado por velocistas adolescentes de elite (n = 57) e o grupo controle foi formado por estudantes de educação física (n = 172). O tempo de desempenho médio do *sprint* de 100 metros do Grupo elite foi inferior a 11,74 segundos, enquanto o desempenho do grupo de controle foi entre 11,75 e 12,64 segundos. As informações dos participantes são fornecidas na Tabela 1. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da University of Mining and Technology da China.

Medição

Para garantir a integridade dos parâmetros de aptidão do teste, foram estudadas as referências relacionadas com aptidão física e foram usadas nos parâmetros pertinentes. Foram realizadas entrevistas com especialistas profissionais de equipes nacionais de atletismo, bases de treinamento de elite para adolescentes e escolas com equipes de atletismo. Os questionários

Tabela 1. Informações dos participantes.

Parâmetros	Elite (n=57)	Controle (n=172)	t	P
Estatura (cm)	176,38±5,87	174,37±7,19	0,079	0,054
Peso (kg)	65,19±5,9	58,29±8,81	4,660	0,000
100 m (s)	11,43±0,21	12,43±0,66	-9,509	0,000

relativos aos parâmetros de teste foram então elaborados de acordo com os resultados das referências relacionadas à aptidão física e as entrevistas com especialistas. A seguir, 12 especialistas foram convidados a verificar a validade de conteúdo e a estrutura dos questionários. Um total de 92% especialistas confirmou a validade de conteúdo dos questionários com relação aos parâmetros de teste. Três rodadas de seleção foram realizadas para determinar os parâmetros de teste finais. A taxa de recuperação geral de 57 questionários foi de 92,98%. Na seleção final, foram selecionados 33 parâmetros de teste, os quais foram divididos em 3 categorias gerais e 10 subcategorias. Os 33 parâmetros de teste finais foram: estatura (H), comprimento da perna, medida A (LLA) (distância vertical da espinha ilíaca anterossuperior do até o solo), comprimento da perna, medida B (LLB) (distância vertical do trocanter maior até o solo), comprimento da perna, medida A (SLA), comprimento do tendão do calcâneo (ATL), largura do ílio (IW), largura do ombro (SW), circunferência da coxa (TC), circunferência do tornozelo (AC), peso, gordura corporal, frequência cardíaca em repouso, teste ergométrico, capacidade vital forçada, contagem de glóbulos vermelhos, hemoglobina (HGB), hormônio de crescimento humano (HGH), testosterona, salto em distância parado (SLJ), 30, 60 e 100 metros, salto triplo parado (STJ), arremesso de bola terapêutica de 2 kg para trás, tempo de voo em CMJ (CMJFT), força máxima em CMJ (CMJMS), altura em CMJ (CMJH), velocidade máxima em CMJ (CMJMVS), força em CMJ (CMJP), impulso em CMJ (CMJI), anteflexão corporal sentada (Tabela 2). Na rodada final de seleção, o coeficiente alfa de Cronbach foi superior a 0,70 (0,762), apresentando alta confiabilidade.

Procedimentos

Na prova de antropometria, foi usada balança de altura e peso, régua Martin e fita métrica para medir H, peso, LLA, LLB, ATL, IL, SL, TC e AC. No teste de função fisiológica, usou-se eletrospirômetro (FCS-10000, Yilian Latrival

Tabela 2. Parâmetros de teste final de aptidão em velocistas adolescentes do sexo masculino.

Gerais	Subcategorias	parameters
Antropometria	Estatura	Estatura, LLA, LLB, SHL, (LLA/H)×100(%), (LLB/H)×100(%), TL/SHLA×100(%), (AL/SHLA)×100(%)
	Largura	Largura do íleo/do ombro ×100(%)
	Circunferência corporal	(TC/LLA) ×100(%), (AC/ATL) ×100(%)
	Composição corporal	Peso, gordura corporal
Função fisiológica	Função cardíaca	Frequência cardíaca em repouso, índices de teste ergométrico, índices de capacidade vital forçada
	Metabolismo de energia	Contagem de glóbulos vermelhos, HGB
	Níveis hormonais	HGH, Testosterona
Capacidade motora	Velocidade	30m, 60m, 100m
	Força	SJ, STJ, MBBT 2kg, CMJFT, CMJPS, CMJFH, CMJMS, CMJP, CMJI
	Flexibilidade	Anteflexão corporal sentada

Instrument Equipment Co. Ltd., Xangai, China), metrômetro SPM400S-PM400WEP105 (SNSHure Polar H10, Bohaotong Science and Technology Co. Ltd., Pequim, China), cronômetro (PC2810, Timestar Electronic Co. Ltd., Shenzhen, China); para coleta de 5 ml de sangue, frequência cardíaca em repouso, teste ergométrico, capacidade vital forçada, contagem de glóbulos vermelhos, HGB, HGH e testosterona foram usados tubos EDTAK2, Chengwu Medical Equipment Co. Ltd., Shandong, China.

Nos testes de habilidade motora, foram usados cronômetro, bola terapêutica de 2 kg, fita métrica corporal, plataforma de força (9281EA, Kistler Inc., Suíça) para testar salto em distância 30 m, 60 m, 100 m, SJ, STJ, arremesso de bola terapêutica para trás de 2 kg, CMJFT, CMJMS, CMJFH, CMJMV, CMJP, CMJI e anteflexão de corpo sentado.

Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram feitas no SPSS (versão 22.0, SPSS Inc., EUA). As análises foram as seguintes: Parâmetros de aptidão para antropometria, função fisiológica e capacidade motora. O teste *t* de amostra independente ou o teste H de Kruskal-Wallis foram aplicados para comparar as diferenças entre dois grupos. A análise fatorial e os componentes principais foram usados, respectivamente, para a segunda rodada de determinação dos parâmetros e seleção do fator comum. O método do percentil relativo foi usado para fazer a escala de avaliação de aptidão específica final de velocistas adolescentes do sexo masculino.

RESULTADOS

Como mencionado, a aptidão específica de atletas adolescentes é um sistema complexo, que geralmente pode ser classificado como antropometria, função fisiológica e habilidades motoras. A aptidão física específica é uma combinação de habilidade inata e adquirida que faz a diferença no desempenho dos atletas.⁹ Assim, um teste de significância das diferenças foi realizado em 33 parâmetros de dois grupos de estudo a fim de eliminar os parâmetros com baixa discriminação e distinção. Porém, os parâmetros em potencial sugeridos pelos profissionais (estatura) foram deixados para a segunda seleção. Como resultado da primeira seleção, foram escolhidos 26 índices de aptidão física (Tabela 3).

Os valores de antropometria, função fisiológica e habilidades motoras no teste KMO foram 0,669, 0,607 e 0,782, respectivamente. Todos os valores médios foram maiores que 0,6 e relatados como significativamente diferentes ao usar o teste de Bartlett ($p < 0,001$) (Tabela 4). A seguir foi possível realizar a análise fatorial. De acordo com o padrão de que as raízes características devem ser maiores que 1,0 (Figura 1), a rotação dos fatores foi realizada. Em seguida, três parâmetros foram escolhidos para antropometria (proporção cumulativa: 74,66%). Dois parâmetros foram escolhidos para a função fisiológica (proporção cumulativa: 75,29%). Três parâmetros foram escolhidos para a capacidade motora (proporção cumulativa: 83,789%).

De acordo com o tamanho da característica de fator de esfericidade e as opiniões dos especialistas, os 13 parâmetros finais foram determinados e podem ser divididos em 3 categorias gerais e 9 subcategorias (Tabela 5).

DISCUSSÃO

Há anos, a identificação de talentos por meios científicos passou a ser o foco de treinadores, pesquisadores e especialistas. A antropometria é crítica na identificação de talentos e em atletas adolescentes. Um estudo anterior relatou que as características antropométricas dos velocistas de elite são: biotipo mesomorfo, gordura corporal baixa (5% a 10%), pernas longas, pequena proporção de comprimento de coxa e perna, glúteo forte, tendão do calcâneo longo, etc.¹⁰ Esse biotipo dá aos atletas melhor estrutura para a eficiência da contração muscular em condições de *sprint*, aumentando a velocidade ao longo do comprimento da passada. Conforme o *sprint* e sua técnica se desenvolveram, os velocistas de elite mundial foram ficando mais altos. Portanto, passadas mais

Tabela 3. Resultado da seleção dos primeiros parâmetros da aptidão física de velocistas adolescentes do sexo masculino (média ± desvio padrão).

No.	Parâmetros	Elite	Controle	t	P
1	Estatura (cm)	176,38±5,87	174,37±7,19	0,079	0,054
2	LLA (cm)	99,76±4,49	98,49±5,03	0,207	0,089
3	LLB(cm)	91,87±4,05	90,21±4,41	0,153	0,011
4	SLA(cm)	46,24±2,26	46,37±2,42	0,24	0,707
5	(LLA/H)×100(%)	56,55±1,16	56,49±1,77	0,135	0,816
6	(LLA/H) ×100(%)	52,08±1,23	51,76±1,52	0,448	0,149
7	[(LLB- SLA)/ SLA] ×100(%)	98,84±6,27	94,64±5,63	0,111	0,000
8	(ATL / SLA) ×100(%)	54,05±5	49,63±5,26	0,756	0,000
9	(IW/SW) ×100(%)	67,61±5,66	70,34±8,34	0,242	0,021
10	(TC / LL) ×100(%)	54,05±3,44	52,47±5,76	0,114	0,048
11	(AC /ATL) ×100(%)	87,51±11,01	95,43±11,81	0,334	0,000
12	Peso (kg)	65,23±5,58	59,98±8,38	0,009	0,000
13	Gordura corporal	11,76±2,9	13,5±3,29	0,367	0,000
14	Frequência cardíaca em repouso (bpm)	63,86±6,56	69,37±6,28	-5,734	0,000
15	Índices de teste ergométrico	5,29±2,43	7,95±2,3	-6,816	0,000
16	Índice de capacidade vital forçada (ml/kg)	61,64±17,66	60,22±12,28	0,678	0,498
17	Contagem de glóbulos vermelhos (x10.e6/ul)	5,28±0,53	5,03±0,51	3,099	0,002
18	HGB (g/l)	152,5±12,42	140,13±14,68	5,617	0,000
19	HGH (ug/L)	3,19±4,49	3,46±4,58	-0,379	0,705
20	Testosterona (mmol/l)	17,79±4,25	12,92±4,58	6,948	0,000
21	30m(s)	4,18±0,03	4,47±0,02	-7,159	0,000
22	60m(s)	7,22±0,03	7,93±0,04	-14,658	0,000
23	100(m)	11,49±0,03	12,79±0,06	-18,021	0,000
24	Salto em distância parado (m)	2,76±0,02	2,48±0,02	9,282	0,000
25	Salto triplo parado (m)	7,98±0,14	7,2±0,06	4,685	0,000
26	Arremesso de bola terapêutica de 2 kg para trás (m)	16,59±0,48	13,86±0,24	5,089	0,000
27	CMJFT (S)	0,59±0,01	0,55±0	5,184	0,000
28	CMJMS (N)	1672,59±46,26	1465,04±31,7	3,368	0,001
29	CMJH (m)	0,43±0,01	0,37±0,01	5,376	0,000
30	CMJMV (m/s)	2,89±0,04	2,68±0,02	5,224	0,000
31	CMJP (standardization)	74,9±2,16	65,89±1,14	3,831	0,000
32	CMJI	186,32±3,54	159,09±2,72	5,253	0,000
33	Anteflexão corporal sentada (cm)	15,65±4,67	13,87±5,98	1,728	0,086

Tabela 4. Valor do parâmetro do teste de Bartlett e KMO.

	Antropometria	Função fisiológica	Capacidade motora
Adequação de KMO	0,669	0,607	0,78
Fator de esfericidade de Bartlett	Qui-quadrado	1337,94	367,87
	df	36	10
	P	0,000	0,000

KMO: Kaiser-Meyer-Olkin.

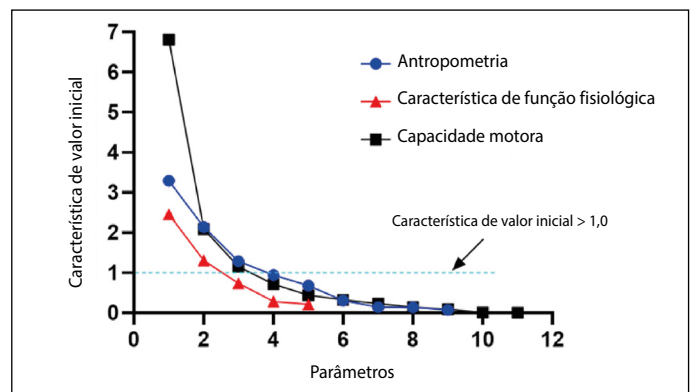


Figura 1. Raízes características de 3 categorias gerais de índices de aptidão física.

Tabela 5. Resultado da seleção dos parâmetros finais da aptidão física dos velocistas adolescentes do sexo masculino.

Gerais	Subcategorias	Parâmetros finais
Antropometria	Estatura	Estatura, LLB
	Membro inferior	(AC / ACL) × 100(%)
	Circunferências	
	Proporção do membro inferior	(TC / LLA) × 100(%)
Função fisiológica	Capacidade aeróbica	HGB
	Capacidade de recuperação	Frequência cardíaca em repouso, índices de trabalho cardíaco
Capacidade motora	Velocidade	60m, 100m
	Membro inferior	CMJMV, CMJFT
	Potência	
	Membro inferior	CMJPS, CMJP
	Força máxima	

longas e frequências mais lentas foram desenvolvidas para a tendência de altura, diminuindo o trabalho muscular e aumentando a eficiência no *sprint*.¹¹ Os estudos também indicam que o comprimento do tendão do calcâneo está correlacionado com a força dos membros inferiores. TC/LLA × 100% indica a força do quadríceps e o crescimento de LL. No ciclo do *sprint*, a força do quadríceps e dos isquiotibiais é fundamental para a técnica de balanço e impulso.¹² As pesquisas sugerem que a coxa curta e a perna longa diminuem o raio de balanço e diminuem o momento de resistência, aumentando a eficiência do *sprint*, porque cria mais distância horizontal e menos deslocamento vertical.¹³⁻¹⁵

A função fisiológica de um atleta é influenciada por vários fatores e fatores genéticos desde tenra idade. Assim, é importante encontrar os índices fisiológicos correlacionados com o desempenho do estado fisiológico específico dos velocistas adolescentes de elite. No *sprint*, o sistema respiratório e o circulatório funcionam de modo a criar um ambiente interno ideal no corpo, por meio de amortecimento catabólico, resistência e adaptação. Isso aumenta a capacidade musculoesquelética no *sprint* anaeróbico, retardando a ocorrência de fadiga e mantendo o equilíbrio do corpo. Como resultado, o uso de oxigênio dos músculos e a capacidade de recuperação ajudam a promover os efeitos do treinamento.¹⁶⁻¹⁷ Szygula³ verificou que o VO₂máx é altamente correlacionado com a HGB. No esporte, o incremento da HGB resulta em melhor VO₂máx e capacidade de resistir à fadiga. A hipóxia do sistema nervoso central pode ser prejudicial para a capacidade de *sprint* repetido. Uma maior capacidade anaeróbica poderia reduzir a fadiga neuromuscular. A capacidade dos músculos de usarem oxigênio pode ser benéfica nos *sprints* repetidos por muito tempo. A frequência cardíaca de repouso, uma forma simples e de fácil controle para avaliar e comparar, é amplamente usada na avaliação de saúde e fisiológica, no monitoramento de treinamento e na identificação de talentos no esporte. Estudos mostram que a diminuição da frequência cardíaca em repouso mostra menos consumo de oxigênio do miocárdio e melhora a irrigação sanguínea do miocárdio. O índice do teste ergométrico é um importante fator para os índices fisiológicos, porque revela a capacidade de recuperação do miocárdio, ou seja, o potencial individual e sistema cardiovascular dos atletas se recuperam em pouco tempo.

Hristo¹⁸ sugeriu que a distância de treinamento de velocidade máxima deve ser baseada no sistema de energia ATP-PC (6 a 8 seg.). O *sprint* de 60 metros é a maneira ideal de desenvolver a velocidade dos velocistas e pode ser um indicador para a identificação de talentos nos 100 metros. Mačkala *et al.*¹⁹ afirmou que a capacidade de acelerar e manter a velocidade máxima é crucial no desempenho de 100 metros. A porcentagem decrescente de velocidade de Tyson Gay e Derrick Atkins na final dos 100 m no Campeonato Mundial de Atletismo de 2007 foi de 1,69% e 1,53%. O velocista chinês diminuiu sua velocidade em 7,54% nos últimos 20 metros do *sprint* de 100 m.²⁰ Isso indica que a velocidade máxima é altamente relacionada ao desempenho de 100 m. Os parâmetros CMJ incluindo CMJMV,

CMJMS, CMJP indicam a força explosiva do membro inferior para saltar da direção vertical para baixo. Eles mostram a capacidade de um atleta usar os membros inferiores para passar do estado estático para o dinâmico. O ciclo de alongamento-encurtamento é a forma como os músculos expressam força no *sprint*, que é uma boa maneira de avaliar a força dos membros inferiores dos velocistas adolescentes.²¹⁻²³ Kukolj²⁴ relatou que a altura do CMJ e a velocidade máxima estão correlacionados positivamente com o pico de potência dos membros inferiores. Concluímos que a força muscular e sua velocidade de contração resultam da diferença individual de força reacional, o que torna a força de reação um fator influente para diferentes níveis de velocistas adolescentes. Questionários que usam a escala Likert foram realizados para determinar o peso dos índices. Os especialistas foram solicitados a avaliar cada parâmetro. A normalização e o método analítico de componentes principais foram usados para determinar o peso dos índices e as 3 categorias gerais (Tabela 6), onde W_i é o peso do fator i em aptidão física. P_{ij} é a classificação de especialistas e treinadores para o fator i.

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^{11} P_{ij}}{\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^{11} P_{ij}} \quad (i=1,2,3)$$

De acordo com a distribuição normal, o desvio e o método do percentil relativo foram aplicados para transformar os valores dos parâmetros em escores. Os parâmetros escolhidos foram calculados em pontos de escore. A equação usada para o escore foi:

$$\text{Escore dos índices} = \frac{WGC \times WCP \times RL}{5} \times 100\%$$

WGC é o peso das 3 categorias gerais. WCP é o peso do parâmetro escolhido. RL é o nível relativo.

Os dados de teste dos participantes foram transformados em pontos totais com base em pontos relativos. De acordo com P90, P70, P30, P10, foi feita a escala final de classificação dos índices de aptidão física dos velocistas adolescentes chineses (Tabela 7). O método de percentil relativo foi aplicado para classificar os participantes no grupo de elite (< P90, n = 18), grupo bom (P70-P90-Δ, n = 32) e grupo normal (P30-P70-Δ, n = 57). Em última análise, foi estabelecida a escala padrão de avaliação dos índices de aptidão física específicos do velocista masculino chinês adolescente (Tabela 8). Posteriormente, um teste retrospectivo foi realizado para 107 indivíduos. Os resultados do teste indicam que os participantes que alcançaram o nível 5 no grupo de elite foram significativamente melhores do que o grupo bom e normal. A identificação de talentos para os grupos bons e normais foi

Tabela 6. Pesos da preparação final dos velocistas chineses adolescentes e 3 categorias gerais.

Três categorias gerais	Peso	Parâmetros	Peso
Antropometria	0,3	Estatura	0,26
		LLB	0,22
		(AC / ATL) × 100(%)	0,33
		(TC / LLA) × 100(%)	0,19
Função fisiológica	0,25	HGB	0,54
		Frequência cardíaca em repouso	0,20
		Índices de trabalho cardíaco	0,26
Capacidade motora	0,45	60m	0,21
		100m	0,25
		CMJMV	0,18
		CMJFT	0,16
		CMJPS	0,12
		CMJP	0,08

Tabela 7. Escala de classificação dos índices de aptidão física dos velocistas do sexo masculino adolescentes chineses.

Classificação	Índices	Nível 5	Nível 4	Nível 3	Nível 2	Nível 1
Antropometria	Estatura (cm)	>180	179 ~ 174,8	174,7 ~ 170,8	170,7 ~ 166,3	<166,2
	Escore	7,8	6,24	4,68	3,12	1,56
	Comprimento da perna med. B (cm)	>94	93 ~ 90,51	90,5 ~ 87,5	87,4 ~ 85	<84,9
	Escore	6,6	5,28	3,96	2,64	1,32
	Circunferência do tornozelo/ Comprimento do tendão do calcâneo x100 (%)	<87,58	87,57 ~ 93,86	93,85 ~ 103,03	103,02 ~ 111,57	>111,58
	Escore	9,9	7,92	5,94	3,96	1,98
	Circunferência do tornozelo/ comprimento da perna, med. A x100 (%)	>55,51	55,5 ~ 52,77	52,76 ~ 49,9	49,89 ~ 47,6	<47,59
	Escore	4,5	3,6	2,7	1,8	0,9
Função fisiológica	HGB (g/l)	>150	141 ~ 149	127 ~ 140	107 ~ 139	<106
	Escore	13,5	10,8	8,1	5,4	2,7
	Frequência cardíaca em repouso (bpm)	<59	60 ~ 63	64 ~ 71	72 ~ 76	>77
	Escore	5	4	3	2	1
	Índices de trabalho cardíaco	<4,8	4,9 ~ 7,1	7,2 ~ 9,9	10 ~ 11,4	>11,5
	Escore	6,5	5,2	3,9	2,6	1,3
Capacidade motora	60m (s)	<7,15	7,16 ~ 7,37	7,38 ~ 7,69	7,7 ~ 8,09	>8,1
	Escore	9,45	7,56	5,67	3,78	1,89
	100m (s)	<11,49	11,5 ~ 11,84	11,85 ~ 12,31	12,32 ~ 13,01	>13,02
	Escore	11,25	9	6,75	4,5	2,25
	CMJ(m/s)	>2,9	2,89 ~ 2,73	2,72 ~ 2,56	2,55 ~ 2,38	<2,37
	Score	8,1	6,48	4,86	3,24	1,62
	CMJ (s)	>0,59	0,58 ~ 0,56	0,55 ~ 0,52	0,51 ~ 0,48	<0,47
	Escore	7	5,76	4,32	2,88	1,44
	CMJ MS (N)	>1761	1760 ~ 1508	1507 ~ 1285	1284 ~ 1032	<1031
	Escore	5,4	4,32	3,24	2,16	1,08
	CMJ P	>75,45	75,44 ~ 67,25	67,24 ~ 59,95	59,94 ~ 51,67	<51,66
	Escore	3,6	2,88	2,16	1,44	0,72

Tabela 8. Escala padrão de avaliação de índices de aptidão física específicos de velocistas adolescentes do sexo masculino.

Níveis	Porcentagem relativa	Escore
Nível 5 (excelente)	>P90	>81,6
Nível 4 (bom)	P70-P90- Δ	68,54 ~ 81,5
Nível 3 (médio)	P30-P70- Δ	55,46 ~ 68,53
Nível 2 (normal)	P10-P30- Δ	47,55 ~ 55,45
Nível 1 (insuficiente)	<P10- Δ	<47,54

Δ representa a menor unidade.

baseada principalmente nos níveis 4 e 5. Isso sugere que a escala de aptidão feita no estudo é adequada para identificar diferentes níveis de atletas em faixa etária semelhante. Os resultados do teste retrospectivo demonstram as diferenças de níveis de aptidão distintos de cada grupo (Figura 2).

CONCLUSÕES

Treze parâmetros foram escolhidos como índices de aptidão específicos de velocistas adolescentes chineses, que podem ser categorizados em 3 categorias gerais e 9 subcategorias. A escala final para aptidão física específica dos adolescentes velocistas chineses do sexo masculino estabeleceu as relações e influências entre os parâmetros. Os índices relativos à aptidão física específica desses atletas podem ser classificados no geral como função antropométrica, fisiológica e capacidade motora. Os índices antropométricos indicam limites inatos na estrutura do movimento de *sprint* de alta velocidade; índices fisiológicos indicam o potencial dos atletas de expressar energia e se recuperar em um curto espaço de tempo; as habilidades motoras indicam a capacidade de *sprint* máximo, força de reação dos membros inferiores, potência e força máxima. Os treinadores e profissionais da área devem enfatizar a habilidade de aceleração, velocidade máxima, resistência à velocidade e força

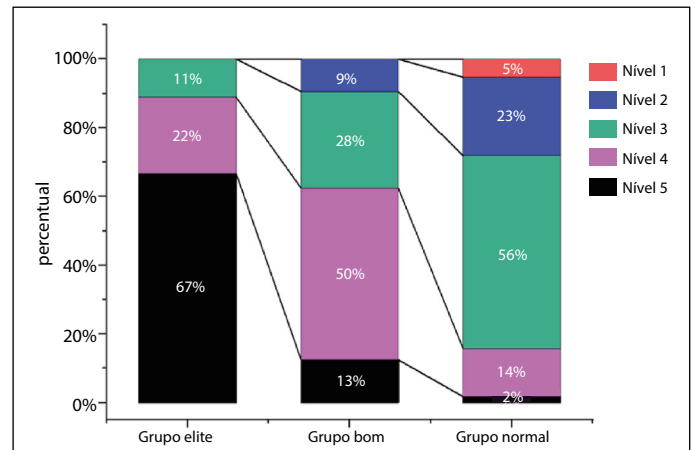


Figura 2. Resultados de testes retrospectivos para diferentes níveis de aptidão física de cada grupo.

dos membros inferiores dos velocistas adolescentes. Além disso, ao desenvolver força muscular para habilidades específicas de *sprint* em adolescentes, é preciso focar a habilidade motora.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao laboratório da Beijing Sport University pela ajuda com a coleta de dados experimentais e pelo apoio financeiro dos Fundos de Pesquisa Fundamental para as Universidades Centrais. Este trabalho foi financiado por Fundamental Research Funds for the Central Universities (Subsídio número: 2017SYS001).

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Morin JB, Bourdin M, Edouard P, Peyrot N, Samozino P, Lacour JR. Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(11):3921-30.
2. Rumpf MC, Lockie RG, Cronin JB, Jalilvand F. Effect of different sprint training methods on sprint performance over various distances: a brief review. *J Strength Cond Res*. 2016;30(6):1767-85.
3. Szygula Z. Sports anaemia, regulation of erythropoietin biosynthesis during physical effort and EPO doping. *Brit J Sport Med*. 2010;44:i17.
4. Aerenhouts D, Delecluse C, Hagman F, Taeymans J, Debaere S, Gheluwe BV, et al. Comparison of anthropometric characteristics and sprint start performance between elite adolescent and adult sprint athletes. *Eur J Sport Sci*. 2012;12(1):9-15.
5. De Villarreal E S, Requena B, Cronin J B. The effects of plyometric training on sprint performance: A meta-analysis. *J Strength Cond Res*. 2012;26(2): 575-84.
6. Brechue W F. Structure-function Relationships that Determine Sprint Performance and Running Speed in Sport. *Int J Appl Sports Sci*. 2011;23(2).
7. Bret C, Rahmani A, Messonier L, Lacour J-R. Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. *J Sports Med Phys Fitness*. 2002;42(3):274-81.
8. Gómez JH, Marquina V, Gómez RW. On the performance of Usain Bolt in the 100 m sprint. *Eur J Phys*. 2013;34(5):1227.
9. Samozino P, Rabita G, Dorel S, Slawinski J, Peyrot N, Sàez-de-Villarreal E, et al. A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scand J Med Sci Sports*. 2016;26(6):648-58.
10. Haugen T, Buchheit M. Sprint running performance monitoring: methodological and practical considerations. *Sports Medicine*. 2016;46(5):641-56.
11. Roczniok R, Maszczyk A, Czuba M, Stanula A, Pietraszewski P, Gabrys T. The predictive value of on-ice special tests in relation to various indexes of aerobic and anaerobic capacity in ice hockey players. *Human Mov*. 2012;13(1):28-32.
12. Delecluse C, Roelants M, Diels R, Koninckx E, Verschueren S. Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes. *Int J Sports Med*. 2005;26(8):662-8.
13. Le TT, Bryant JA, Ting AE, Ho PY, Su B, Teo RCC, et al. Assessing exercise cardiac reserve using real-time cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2017;19(1):1-10.
14. Loturco I, Kopal R, Kitamura K, Fernandes V, Moura N, Siqueira F, et al. Predictive factors of elite sprint performance: influences of muscle mechanical properties and functional parameters. *J Strength Cond Res*. 2019;33(4):974-86.
15. Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. Kinetic determinants of reactive strength in highly trained sprint athletes. *J Strength Cond Res*. 2018;32(6):1562-70.
16. Billaut F, Smith K. Prolonged repeated-sprint ability is related to arterial O₂ desaturation in men. *Int J Sports Physiol Perform*. 2010;5(2):197-209.
17. Hubal MJ, Gordishdresman H, Thompson PD, Price TB, Hoffman EP, Angelopoulos TJ, et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(6):964-72.
18. Hristo Stoyanov. Competition model characteristics of elite male sprinters. *New Studies Athl*. 2014;29:57-8.
19. Maćkala K, Fostiak M, Kowalski K. Selected determinants of acceleration in the 100m sprint. *J Hum Kinet*. 2015;45:135-48.
20. Jiang Z-L, Li Q. Analysis in 100m Speed Characteristic in Modern Sprinters. *Journal of Shandong Sport University*. 2015;31(03):98-104.
21. Majumdar AS, Robergs RA. The science of speed: Determinants of performance in the 100 m sprint. *Int J Sports Sci Coach*. 2011;6(3):479-93.
22. Mero A, Komi PV, Gregor RJ. Biomechanics of sprint running. *Sports Med*. 1992;13(6):376-92.
23. Kale M, Asçi A, Bayrak C, Açıkada C. Relationships among jumping performances and sprint parameters during maximum speed phase in sprinters. *J Strength Cond Res*. 2009;23(8):2272-9.
24. R Kukulj M, Ropret R, Ugarkovic D, S Jaric. Anthropometric, strength, and power predictors of sprinting performance. *J Sport Med Phys Fitness*. 1999;39(2):120-2.