

Associação de aptidão física, competência motora fundamental e mobilidade articular entre crianças em idade escolar na cidade de Moodbidri, sul da Índia

Association between physical fitness, fundamental motor competency, and joint mobility among school-going children in Moodbidri town, South India

Kshama Shetty¹ 
Hariharasudhan Ravichandran² 
Soumya Ranjan Sahoo³ 

Noble Vavachan⁴ 
Swapnika Sanjay Satam⁵ 
Balamurugan Janakiraman⁶ 

¹Contato para correspondência. Meenakshi Academy of Higher Education and Research (Chennai). Tamil Nadu, Índia. poonjakshama@gmail.com

^{2,3,5}Alva's College of Physiotherapy and Research Centre (Moodbidri). Karnataka, Índia.

⁴JSS College of Physiotherapy (Mysore). Karnataka, Índia.

⁶SRM Institute of Science and Technology (Chennai). Tamil Nadu, Índia.

RESUMO | CONTEXTO: Em crianças com desenvolvimento típico, a aptidão física e as habilidades motoras fundamentais estão intimamente relacionadas e se desenvolvem em conjunto. Resta saber se a intensidade dessa relação difere em crianças com hiper-mobilidade articular generalizada. **OBJETIVO:** Comparar as associações entre os componentes da aptidão física e a competência em habilidades motoras fundamentais em crianças com e sem hiper-mobilidade articular generalizada. **MÉTODOS:** Este estudo transversal incluiu 313 crianças em idade escolar, recrutadas em oito grupos de escolas do projeto Moodbidri, no sul da Índia. A aprovação ética foi obtida e o consentimento informado foi garantido pelas autoridades escolares e pelos pais. A aptidão física e as habilidades motoras fundamentais foram avaliadas em dois dias consecutivos. As medidas de aptidão física incluíram velocidade, resistência, flexibilidade, equilíbrio, força muscular, potência e coordenação. As habilidades motoras fundamentais foram avaliadas utilizando as subescalas de locomoção e controle de objetos do Teste de Desenvolvimento Motor Global-2 (TGMD-2). **RESULTADOS:** Crianças com e sem hiper-mobilidade articular generalizada apresentaram idades e características antropométricas comparáveis. Diferenças significativas foram observadas entre os grupos em diversos componentes da aptidão física e na proficiência em habilidades motoras fundamentais ($p < 0,05$). As análises de correlação de Spearman demonstraram associações significativas entre medidas selecionadas de aptidão física e habilidades motoras fundamentais em ambos os grupos, com a transformação r-para-z de Fisher indicando diferenças na força dessas associações entre crianças hiper-móveis e não hiper-móveis. **CONCLUSÃO:** A força das associações entre os componentes da aptidão física e a proficiência em habilidades motoras fundamentais difere entre crianças com hiper-mobilidade articular generalizada e aquelas com mobilidade articular normal, destacando o estado da mobilidade articular como uma consideração importante na interpretação das relações entre aptidão física e habilidades motoras em crianças em idade escolar.

PALAVRAS-CHAVE: Habilidades Motoras. Aptidão Física. Síndrome da Hiper-mobilidade Articular. Crianças.

ABSTRACT | BACKGROUND: In typically developing children, physical fitness and fundamental motor skills are closely related and develop in tandem. Whether the strength of this relationship differs in children with generalized joint hypermobility remains unclear. **OBJECTIVE:** To compare the associations between physical fitness components and fundamental motor skill competency in children with and without generalized joint hypermobility. **METHODS:** This cross-sectional study included 313 school-going children recruited from eight school clusters in Moodbidri, South India. Ethical approval was obtained, and informed consent was secured from school authorities and parents. Physical fitness and fundamental motor skills were assessed over two consecutive days. Physical fitness measures included speed, endurance, flexibility, balance, muscular strength, power and coordination. Fundamental motor skills were evaluated using the locomotor and object control subscales of the Test of Gross Motor Development-2 (TGMD-2). **RESULTS:** Children with and without generalized joint hypermobility were comparable in age and anthropometric characteristics. Significant differences were observed between groups in several physical fitness components and fundamental motor skill proficiency ($p < 0.05$). Spearman correlation analyses demonstrated significant associations between selected physical fitness measures and fundamental motor skills in both groups, with Fisher's r-to-z transformation indicating differences in the strength of these associations between hypermobile and non-hypermobile children. **CONCLUSION:** The strength of associations between physical fitness components and fundamental motor skill proficiency differs between children with generalized joint hypermobility and those with normal joint mobility, highlighting joint mobility status as an important consideration when interpreting fitness-motor skill relationships in school-aged children.

KEYWORDS: Motor Skills. Physical Fitness. Joint Hypermobility Syndrome. Children.

1. Introdução

As habilidades motoras fundamentais, incluindo as habilidades de locomoção e controle de objetos, são os alicerces para movimentos mais complexos e especializados usados em brincadeiras, atividades físicas e esportes¹. Movimentos fundamentais como correr, pular, arremessar e pegar contribuem para o desenvolvimento físico das crianças e para a futura participação em atividades físicas². O desenvolvimento de habilidades motoras fundamentais durante a infância é crucial para o desenvolvimento da competência motora e para a promoção da participação em atividades físicas e da saúde em geral³. Igualmente importante é a aptidão física; além de ser um indicador de saúde, seus componentes, como força muscular, resistência, flexibilidade e capacidade cardiorrespiratória, são essenciais para a execução proficiente de habilidades motoras⁴. Gao et al.⁵ relataram que crianças com níveis mais altos de aptidão física tendem a ter um melhor desempenho em tarefas de habilidades motoras, sugerindo uma forte interdependência entre esses dois construtos.

O conceito de alfabetização física oferece uma estrutura mais ampla para compreender como a aptidão física e as habilidades motoras fundamentais se desenvolvem e interagem durante a infância. A alfabetização física engloba competência física, motivação, confiança, conhecimento e compreensão que permitem aos indivíduos se engajarem em atividades físicas ao longo da vida. As habilidades motoras fundamentais representam um componente central da competência física dentro da alfabetização física, formando a base para a participação das crianças em brincadeiras, esportes e atividades físicas. Quando as habilidades motoras fundamentais e a aptidão física se desenvolvem harmoniosamente, elas sustentam o engajamento contínuo no movimento e contribuem para uma trajetória de desenvolvimento positiva em direção à atividade física ao longo da vida. Por outro lado, comprometimentos na competência física, como aqueles decorrentes de alterações na mobilidade articular, podem prejudicar o desenvolvimento da alfabetização física, limitando a eficiência do movimento, a confiança e o engajamento na atividade física.

Embora os benefícios do desenvolvimento de habilidades motoras fundamentais e da aptidão física sejam bem estabelecidos, comparativamente menos atenção tem sido dada aos fatores biomecânicos que possibilitam movimentos eficientes. A mobilidade articular ideal é necessária para movimentos eficientes⁶. Em crianças com mobilidade articular normal, pesquisas demonstram consistentemente uma associação positiva entre a proficiência em habilidades motoras fundamentais e vários componentes da aptidão física⁷. Anteriormente, supunha-se que a hipomobibilidade articular fosse um importante fator de risco para lesões musculoesqueléticas. No entanto, estudos mais recentes^{8,9} relataram resultados contraditórios, indicando que a hipomobibilidade não necessariamente aumenta o risco de lesões, enquanto a hipermobibilidade pode estar associada a um risco maior.

A hipermobibilidade articular generalizada (HAG) ocorre em 10 a 20% das crianças¹⁰. Embora muitas vezes assintomática, também pode estar associada ao desconforto musculoesquelético e ao atraso no desenvolvimento motor¹¹.

A literatura apresenta evidências inconclusivas^{12,13} sobre a relação entre a hipermobilidade articular e o desempenho físico. Black et al.¹² relatam que crianças hipermóveis demonstram redução da força e resistência muscular, o que pode estar associado a um desempenho ruim em tarefas físicas. Outros estudos^{13,14} propuseram que o aumento da frouxidão articular pode contribuir para uma "insuficiência mecânica", tornando a atividade física mais exigente e fatigante. Além disso, Koning et al.¹⁵ constataram que crianças com hipermobilidade articular frequentemente apresentam dificuldades para competir em brincadeiras físicas e atividades esportivas. Comprometimentos subclínicos de estabilidade articular, propriocepção e controle postural em crianças com hipermobilidade também podem estar relacionados a dificuldades no desenvolvimento de habilidades motoras fundamentais; no entanto, as evidências empíricas que sustentam essa relação ainda são limitadas.

Apesar dessa literatura, ainda não está claro se a força da relação entre aptidão física e habilidades motoras fundamentais difere entre crianças com e sem hipermobilidade articular generalizada. Compreender se a presença de hipermobilidade está associada a diferenças nessa relação é importante, visto que alterações na coordenação entre aptidão física e desenvolvimento de habilidades motoras podem comprometer a alfabetização física e potencialmente reduzir a participação em atividades físicas ao longo da vida. Conforme a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), o funcionamento humano compreende domínios interativos que incluem Estruturas e Funções do Corpo, Atividades, Participação e fatores contextuais. Este estudo concentra-se nos componentes de Estruturas e Funções do Corpo, investigando a mobilidade articular, os atributos da aptidão física e a proficiência em habilidades motoras fundamentais. Embora as habilidades motoras fundamentais estejam relacionadas ao desempenho em atividades, as avaliações utilizadas neste estudo foram testes baseados em desempenho, e não medidas de participação ou atividade física habitual. Ao abordar essa lacuna, o presente estudo visa contribuir com informações relevantes sobre o desenvolvimento motor pediátrico, que podem auxiliar clínicos, educadores e terapeutas

na adaptação de intervenções precoces, programas de educação física e abordagens terapêuticas com base nas necessidades individuais. Portanto, este estudo transversal tem como objetivo comparar a relação entre aptidão física e habilidades motoras fundamentais, que representam funções corporais e desempenho em atividades, entre crianças com e sem hipermobilidade articular generalizada.

2. Método

2.1 Comitê de ética e diretrizes

A aprovação para este estudo transversal correlacional foi obtida do Comitê de Ética Institucional do Alva's College of Physiotherapy and Research Centre, Moodbidri, Dakshina Kannada, Karnataka. O protocolo deste estudo segue as diretrizes STROBE para estudos observacionais e está registrado no Registro de Ensaios Clínicos da Índia (CTRI/2024/07/070333).

2.2 Estimativa do tamanho da amostra

A estimativa do tamanho da amostra foi realizada com o software estatístico G*Power (versão 3.1.9.4). O tamanho da amostra do estudo foi calculado por meio de uma análise de poder¹⁶ que mostrou que um tamanho total de amostra de 88 por grupo era necessário para um tamanho de efeito médio ($d = 0,5$), com um poder de 95%, enquanto o alfa foi definido em 5% com uma razão de alocação de 1.

2.3 Fonte da amostra, ambiente do estudo e técnica de amostragem

Existem 8 agrupamentos escolares em Moodbidri, incluindo o agrupamento principal de Moodbidri, o agrupamento de Handelu, o agrupamento de Iruvailu, o agrupamento de Jyothi Nagar, o agrupamento de Kallamundkur, o agrupamento de Padukonaje, o agrupamento de Borugudde e o agrupamento de Beluvai. O protocolo do estudo foi explicado ao diretor e ao professor de Educação Física das escolas desses agrupamentos. Um folheto de recrutamento foi afixado nos murais das escolas, convidando os

pais de crianças de 7 a 11 anos a entrarem em contato com os pesquisadores caso tivessem interesse em que seus filhos participassem. Os testes de aptidão física e de competências motoras fundamentais foram realizados nas instalações esportivas ao ar livre da Academia Esportiva Alva, em Moodbidri, Karnataka. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi obtido dos pais ou responsáveis legais das crianças participantes da pesquisa. Por meio de métodos de amostragem não probabilística e por conveniência, as crianças foram incluídas no presente estudo.

2.4 Critérios de seleção

Meninos e meninas de 7 a 11 anos de idade foram incluídos neste estudo. O estado de mobilidade articular foi avaliado utilizando os critérios de pontuação de Beighton¹⁷, que avaliam a mobilidade da coluna vertebral e do dedo mínimo, cotovelo, joelho e polegar bilateralmente. As crianças foram classificadas como tendo mobilidade articular normal (pontuações de Beighton de 0 a 5) ou hipermobilidade articular (pontuações de Beighton de 6 a 9). Os critérios de exclusão incluíram dor musculoesquelética, deformidades, riscos cardiovasculares, patologias respiratórias, distúrbios neurocognitivos, outras doenças sistêmicas conhecidas, quaisquer deficiências motoras ou sensoriais e pais que não concordaram em fornecer o consentimento.

2.5 Coleta de dados

Testes de aptidão física e tarefas de habilidades motoras fundamentais (do TGMD-2) foram realizados em crianças que atendiam aos critérios de seleção. Quatro fisioterapeutas seniores com formação em Fisioterapia do Esporte e especializados na aplicação de testes de aptidão física e habilidades motoras fundamentais foram contratados para a coleta de dados. Os níveis habituais de atividade física não foram avaliados neste estudo.

2.5.1 Testes de aptidão física

Dois fisioterapeutas seniores realizaram os seguintes testes de aptidão física nas crianças: corrida agilidade de 10 x 5 m, corrida de resistência de 600 m, teste de flexibilidade (sentar e alcançar), saltos consecutivos

com os dois pés, teste de equilíbrio em posição de flamingo, flexão abdominal, força de preensão manual, salto vertical e arremesso de bola de tênis. A maioria desses testes de aptidão física faz parte do teste de aptidão física Khelo India, da Autoridade Esportiva da Índia, para crianças em idade escolar. Essa é a justificativa para sua inclusão no estudo. As propriedades psicométricas desses testes foram estabelecidas na literatura para essa faixa etária¹⁸.

Velocidade e agilidade: uma corrida de vai e vem de 10 x 5m foi realizada para medir a velocidade e a agilidade. As crianças correram entre duas marcas colocadas a 5 metros de distância, completando dez segmentos para uma distância total de 50 metros. O tempo foi registrado usando fotocélulas¹⁹.

Resistência cardiovascular: uma corrida de resistência de 600 m foi usada para avaliar a aptidão cardiovascular. As crianças foram instruídas a completar a distância no menor tempo possível¹⁹.

Flexibilidade: um teste de flexibilidade em caixa padrão mediu a flexibilidade da região lombar e dos músculos isquiotibiais. A criança sentou-se com as pernas estendidas e os pés apoiados na caixa, estendeu o braço para a frente o máximo possível e manteve a posição por um ou dois segundos. A pontuação foi registrada em centímetros¹⁹.

Coordenação dos membros inferiores: o teste de salto consecutivo com os dois pés avaliou a coordenação dos membros inferiores. A criança saltou para a frente com os dois pés juntos a partir de uma posição em pé. A distância entre dois saltos foi medida em pés¹⁹.

Equilíbrio: o teste de equilíbrio do flamingo avaliou a capacidade de se equilibrar em uma perna por um minuto. O número de vezes que a criança perdeu o equilíbrio foi contabilizado¹⁹.

Força e resistência abdominal: o teste de flexão abdominal mediu a força e a resistência dos músculos abdominais. A criança realizou o máximo de flexões possível em um minuto, com os joelhos flexionados, os pés apoiados no chão e os braços cruzados sobre o peito¹⁹.

Força de preensão manual: um dinamômetro Jamar, usado de acordo com as diretrizes da Sociedade Americana de Terapeutas da Mão, mediu a força de preensão manual. A criança realizou três tentativas sentada, com o ombro aduzido e em rotação neutra, o cotovelo flexionado a 90°, o punho estendido de 0° a 30° e com desvio ulnar de 0° a 15°. A força máxima das três tentativas foi registrada¹⁹.

Potência explosiva: um teste de salto vertical usando um dispositivo Vertec estimou a potência explosiva. A altura de alcance em pé foi medida e, em seguida, a criança realizou três saltos verticais máximos, tentando atingir as bandeiras com as pontas dos dedos. A diferença entre a altura máxima do salto e a altura de alcance em pé foi registrada em cm¹⁹.

Força e potência dos membros superiores: arremessar uma bola de tênis a uma distância (medida em metros) estimou a força e a potência explosiva dos membros superiores¹⁹.

2.5.2 Habilidade motora fundamental

O Teste de Desenvolvimento Motor Grosso-2 (TGMD-2) foi utilizado para avaliar o desempenho da Habilidade Motora Fundamental (HMF) das crianças neste estudo²⁰. Como uma ferramenta padronizada e referenciada por normas, o TGMD-2 mede as habilidades motoras grossas por meio de seus subtestes de locomoção e controle de objetos. Sua validade e confiabilidade foram amplamente estabelecidas em populações pediátricas²¹.

2.6 Análise de dados

Os dados foram preparados para análise no SPSS (IBM, versão 27.0.1) por meio de edição (de campo e central), codificação, categorização, limpeza e tabulação. As características basais das crianças com mobilidade articular normal e hipermóveis foram comparadas utilizando testes t independentes. A normalidade dos dados foi avaliada pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Como os dados não apresentaram distribuição normal, o teste

U de Mann-Whitney foi utilizado para comparações entre os grupos, e a correlação de Spearman foi utilizada para avaliar a relação entre aptidão física e desempenho da habilidade motora fundamental. A transformação r-para-z de Fisher foi realizada para verificar se os coeficientes de correlação diferiam significativamente entre os grupos com mobilidade normal e hipermóvel. Devido ao delineamento observacional transversal, as análises se limitaram a comparações entre grupos, testes de associação e comparação da força das correlações, sem inferência de relações causais.

3. Resultados

3.1 Características demográficas

O estudo incluiu 209 crianças com mobilidade articular normal e 104 crianças com hipermobilidade articular generalizada. A idade média da coorte total foi de 8,12 anos, sem diferença significativa observada entre os grupos hipermóveis e não hipermóveis. As características antropométricas basais, incluindo altura, peso e índice de massa corporal (IMC), também foram semelhantes entre os grupos. Como o IMC não distingue entre massa muscular e massa gorda, estimativas de percentual de gordura corporal e relação cintura-quadril foram incluídas adicionalmente na comparação demográfica. Essas medidas também foram semelhantes em ambos os grupos (Tabela 1).

Dados de aptidão física e do TGMD-2, especificamente a pontuação de locomoção e controle de objetos, foram coletados para o estudo. Os testes de normalidade (testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk; $p < 0,001$) indicaram que os dados não apresentavam distribuição normal. Portanto, o teste U de Mann-Whitney foi utilizado para analisar as diferenças nas pontuações entre crianças com mobilidade articular normal e aquelas com hipermobilidade articular generalizada.

Tabela 1. Características demográficas e antropométricas basais de crianças com e sem hiper mobilidade articular generalizada

Variáveis independentes	Crianças com mobilidade articular normal	Crianças com hiper mobilidade articular generalizada	Significância
	Média (DP)	Média (DP)	
Idade	8,22 (1,9)	8,03 (1,7)	0,09
Altura	128,70 (11,5)	128,39 (10,99)	0,42
Peso	28,39 (8,6)	27,1 (8,1)	0,22
IMC	16,87 (3,4)	16,2 (3,1)	0,08
Percentual de gordura corporal	34,77 (5,7)	34,11 (5,7)	0,44
Relação cintura-quadril	0,93 (0,0)	0,92 (0,0)	0,12

* significativo se $p < 0,05$.

3.2 Desempenho em aptidão física e mobilidade articular

Crianças com mobilidade articular normal apresentaram desempenho significativamente melhor ($p < 0,05$) do que crianças com hiper mobilidade articular generalizada no teste de corrida de vai e vem de 10 x 5 m, corrida de resistência de 600 m, teste de flexibilidade (sentado e com alcance), saltos consecutivos com os dois pés, teste de equilíbrio do flamingo, força de preensão manual, salto vertical e arremesso de bola de tênis à distância (Tabela 2). O desempenho no teste de abdominal não apresentou diferença significativa entre os grupos.

3.3 Desempenho em habilidades motoras fundamentais e mobilidade articular

Crianças com mobilidade articular normal demonstraram desempenho significativamente melhor ($p < 0,05$) em habilidades motoras fundamentais, conforme avaliado pelo TGMD-2. Isso incluiu pontuações mais altas na pontuação bruta de locomoção, na pontuação bruta de controle de objetos e na pontuação total de habilidades motoras fundamentais em comparação com crianças com hiper mobilidade articular generalizada. Especificamente, o desempenho em tarefas locomotoras (corrida, salto com um pé só, salto horizontal) e em tarefas de controle de objetos (rebater uma bola parada, drible parado, rolamento de bola) foi superior no grupo com mobilidade articular normal (Tabela 3).

Tabela 2. Teste U de Mann-Whitney para variáveis de aptidão física em crianças com e sem hiper mobilidade articular generalizada (continua)

Desempenho de aptidão física	Grupo	Média (DP)	Posto médio	Soma dos postos	U	Z	Significância
Corrida de vai e vem de 10 x 5 m (em segundos)	Normal	24,02 (1,7)	149,87	32323,00	9378,00	-1,97	0,048*
	HAG	24,32 (1,8)	171,33	17818,00			
Corrida de resistência de 600m (minutos)	Normal	9,12 (1,1)	149,60	31267,00	9322,00	-2,05	0,040*
	HAG	9,46(1,4)	171,87	17874,00			
Teste de sentar e alcançar	Normal	2,79 (0,7)	149,62	31271,00	9326,00	-2,04	0,041*
	HAG	2,98 (0,6)	171,83	17870,00			
Saltos consecutivos com os dois pés	Normal	3,93 (0,4)	146,80	30681,00	8736,00	-2,83	0,005*
	HAG	4,11 (0,47)	177,50	18460,00			
Teste de equilíbrio do flamingo	Normal	17,15 (2,3)	148,78	31095,00	9150,00	-2,30	0,021*
	HAG	17,82 (2,0)	173,52	18046,00			
Flexão abdominal	Normal	15,02 (3,5)	157,35	32885,50	10795,50	-0,97	0,923
	HAG	14,95 (2,0)	156,30	16255,50			

Tabela 2. Teste U de Mann-Whitney para variáveis de aptidão física em crianças com e sem hiper mobilidade articular generalizada (conclusão)

Desempenho de aptidão física	Grupo	Média (DP)	Posto médio	Soma dos postos	U	Z	Significância
Força de preensão manual	Normal	14,09 (4,6)	164,54	34389,00	9292,00	-2,10	0,036*
	HAG	12,78 (3,2)	141,85	16255,00			
Salto vertical	Normal	23,63 (1,6)	166,04	34703,00	8978,00	-2,50	0,012*
	HAG	23,05 (1,8)	138,83	14438,00			
Arremesso de bola de tênis	Normal	10,71 (0,7)	165,47	34582,50	9098,50	-2,35	0,019*
	HAG	10,49 (0,6)	139,99	14558,50			

* significativo se $p < 0,05$.

Tabela 3. Teste U de Mann-Whitney para variáveis de habilidades motoras fundamentais em crianças com e sem hiper mobilidade articular generalizada

Habilidade motora fundamental	Grupo	Posto médio	Soma dos postos	U	Z	Significância
Corrida	Normal	169,03	35326,50	8354,50	-5,52	0,000*
	HAG	132,83	13814,50			
Galope	Normal	161,39	33730,00	9951,00	-1,23	0,21
	HAG	148,18	15411,00			
Saltitar	Normal	174,18	36404,50	7276,50	-4,88	0,000*
	HAG	122,47	12736,50			
Salto em passada	Normal	160,85	33618,00	10063,00	-1,23	0,21
	HAG	149,26	15523,00			
Salto horizontal	Normal	166,59	34818,00	8863,00	-3,73	0,000*
	HAG	137,72	14323,00			
Deslocamento lateral	Normal	161,77	33809,00	9872,00	-1,50	0,134
	HAG	147,42	15332,00			
Pontuação bruta locomotora	Normal	168,31	35177,00	8504,00	-3,14	0,002*
	HAG	134,27	13964,00			
Rebater bola parada	Normal	177,63	37125,50	6555,50	-5,86	0,000*
	HAG	115,53	12015,50			
Drible parado	Normal	168,19	35152,00	8529,00	-3,29	0,000*
	HAG	134,51	13989,00			
Receber	Normal	161,98	33854,50	9826,50	-1,44	0,15
	HAG	146,99	15286,50			
Chutar	Normal	161,13	33677,00	10004,00	-1,17	0,24
	HAG	148,16	15464,00			
Arremesso por cima	Normal	163,39	34148,00	9533,00	-1,80	0,07
	HAG	144,16	14993,00			
Rolamento de bola	Normal	178,12	37227,00	6454,00	-7,05	0,000*
	HAG	114,56	11914,00			
Pontuação bruta de controle de objetos	Normal	170,62	35660,00	8021,00	-3,77	0,000*
	HAG	129,63	13481,00			
Pontuação total	Normal	170,81	35698,50	7982,50	-3,82	0,000*
	HAG	129,25	13442,50			

* significativo se $p < 0,05$.

3.4 Relação entre aptidão física e habilidades motoras fundamentais em crianças com e sem hipermobilidade articular generalizada

Em crianças com mobilidade articular normal, a análise de correlação de Spearman revelou associações significativas ($p < 0,05$) entre as medidas de aptidão física (corrida de vai e vem de 10 x 5 m, corrida de resistência de 600 m, flexão abdominal, força de preensão manual e salto vertical) e todas as pontuações do TGMD-2 (pontuação bruta de locomoção, pontuação bruta de controle de objetos e pontuação total de habilidades motoras fundamentais). Para crianças com hipermobilidade articular generalizada, foram observadas associações significativas entre a corrida de vai e vem de 10 x 5 m, a corrida de resistência de 600 m e o arremesso de bola de tênis à distância com a pontuação total de locomoção e controle de objetos do TGMD-2 (Tabela 4).

3.5 Correlação entre aptidão física e habilidades motoras fundamentais em crianças com e sem hipermobilidade articular generalizada

Uma transformação z de Fisher foi usada para comparar os coeficientes de correlação entre os dois grupos. A análise revelou que a associação entre as variáveis de aptidão física (corrida de vai e vem de 10 x 5 m e corrida de resistência de 600 m) e a pontuação do TGMD-2 diferiu significativamente entre crianças com mobilidade normal e hipermobilidade articular generalizada (Tabela 5).

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Spearman (r) para habilidades motoras fundamentais e variáveis de aptidão física em crianças com mobilidade articular normal e crianças com hipermobilidade articular generalizada

		Corrida de vai e vem de 10 x 5 m	Corrida de resistência	Teste de sentar e alcançar	Saltos consecutivos com os dois pés	Teste de equilíbrio do flamingo	Flexão abdominal	Força de preensão manual	Salto vertical	Arremesso de bola de tênis
Crianças com mobilidade articular normal n = 209	Subescala locomotora	-0,695 (0,005*)	-0,684 (0,000*)	0,044 (0,530)	-0,174 (0,012*)	0,124 (0,075)	0,252 (0,000*)	0,343 (0,000*)	0,194 (0,005*)	0,162 (0,019*)
	Subescala de controle de objetos	-0,150 (0,031*)	-0,511 (0,000*)	0,030 (0,669)	-0,042 (0,546)	0,141 (0,042*)	0,177 (0,010*)	0,419 (0,000*)	0,312 (0,000*)	0,109 (0,117)
	Pontuação total no TGMD-2	-0,510 (0,002*)	-0,642 (0,000*)	0,054 (0,440)	-0,114 (0,100)	0,142 (0,040*)	0,238 (0,000*)	0,440 (0,000*)	0,253 (0,000*)	0,150 (0,031*)
Crianças com hipermobilidade articular generalizada n = 104	Subescala locomotora	-0,307 (0,002*)	-0,474 (0,000*)	0,078 (0,432)	-0,061 (0,540)	-0,013 (0,892)	0,009 (0,931)	0,113 (0,253)	-0,173 (0,079)	0,306 (0,002*)
	Subescala de controle de objetos	-0,286 (0,003*)	-0,467 (0,000*)	-0,038 (0,698)	-0,123 (0,215)	-0,031 (0,754)	0,046 (0,645)	0,228 (0,020*)	-0,083 (0,401)	0,227 (0,020*)
	Pontuação total no TGMD-2	-0,321 (0,000*)	-0,401 (0,000*)	0,018 (0,858)	-0,115 (0,244)	-0,002 (0,981)	0,027 (0,787)	0,210 (0,033*)	-0,141 (0,153)	0,301 (0,002*)

Tabela 5. Comparação dos coeficientes de correlação entre crianças com mobilidade normal e hipermóvel utilizando o teste z de Fisher

Variável de aptidão física	Variável do TGMD-2	Z de Fisher		Valor Z	Significância
		Crianças com mobilidade articular normal	Crianças com hipermobilidade articular generalizada		
Corrida de vai e vem 10 × 5 m	Locomotor	-0,19753	-0,31723	2,424205	0,0115
	Controle de objetos	-0,15114	-0,2942	2,280301	0,0113
	Total	-0,21317	-0,33276	2,536924	0,0114
Corrida de resistência	Locomotor	-0,52819	-0,51522	3,729796	0,0002
	Controle de objetos	-0,56408	-0,50623	3,619609	0,0006
	Total	-0,60698	-0,55064	3,943764	0,000
Teste de sentar e alcançar	Locomotor	0,044028	0,078159	-0,60191	0,548
	Controle de objetos	0,030009	-0,03802	0,34421	0,730
	Total	0,054053	0,018002	0,840139	0,401
Salto consecutivos com os dois pés	Locomotor	-0,17579	-0,06108	0,32897	0,743
	Controle de objetos	-0,04202	-0,12363	0,979678	0,163
	Total	-0,1145	-0,11551	0,840139	0,401
Teste de equilíbrio do flamingo	Locomotor	0,124641	-0,013	0,232086	0,816
	Controle de objetos	0,141946	-0,03101	0,398226	0,690
	Total	0,142966	-0,002	0,159495	0,318
Flexão abdominal	Locomotor	0,257547	0,009	0,183165	0,854
	Controle de objetos	0,178884	0,046032	-0,20155	0,840
	Total	0,242653	0,027007	0,019458	0,038
Força de preensão manual	Locomotor	0,357489	0,113485	-0,5804	0,2810
	Controle de objetos	0,446478	0,232079	-1,47153	0,1416
	Total	0,472231	0,213171	-1,28952	0,2006
Salto vertical	Locomotor	0,19649	-0,17476	1,640768	0,101
	Controle de objetos	0,32276	-0,08319	1,010292	0,312
	Total	0,258615	-0,14195	1,43172	0,152
Arremesso de bola de tênis	Locomotor	0,16344	0,316126	-2,44917	0,0146
	Controle de objetos	0,109435	0,231024	-1,79986	0,072
	Total	0,15114	0,310619	-2,41596	0,015

4. Discussão

O objetivo principal deste estudo foi examinar a correlação entre os componentes da aptidão física e a proficiência em habilidades motoras fundamentais, comparando crianças com mobilidade articular normal e aquelas com hipermobilidade articular generalizada. Os resultados confirmam duas descobertas importantes. Primeiro, existe uma associação significativa entre o teste de corrida de vai e vem de 10 x 5 m e a corrida de resistência de 600 m, componentes da aptidão física, e o domínio das habilidades motoras fundamentais em ambos os grupos, corroborando a noção de que a aptidão física facilita o desenvolvimento da competência motora em crianças com desenvolvimento típico. Segundo, e mais importante, a força dessa associação diferiu significativamente entre crianças com mobilidade articular normal e aquelas com hipermobilidade articular generalizada.

Interpretando esses achados dentro da estrutura da CIF, os resultados aqui apresentados refletem principalmente interações no nível das Funções e Estruturas do Corpo, com desfechos mensurados por meio de indicadores de desempenho da capacidade de atividade. As diferenças observadas entre crianças com mobilidade articular normal e aquelas com hipermobilidade articular generalizada destacam como comprometimentos nos níveis estrutural e funcional, como frouxidão articular e déficits no controle neuromuscular, podem influenciar o desempenho do movimento. Contudo, esses achados não necessariamente capturam restrições no nível de participação ou o engajamento em atividades físicas no mundo real.

Quando interpretados sob a perspectiva da alfabetização física, os resultados sugerem que crianças com hipermobilidade articular generalizada podem apresentar dificuldades no desenvolvimento da competência física, um domínio central da alfabetização física. Embora a aptidão física e as habilidades motoras fundamentais estivessem associadas em ambos os grupos, as relações mais fracas observadas em crianças hipermóveis indicam que limitações estruturais e neuromusculares podem restringir a aquisição eficiente de habilidades. Ao longo do tempo, isso pode influenciar a motivação, a confiança e o engajamento contínuo em atividades físicas, componentes essenciais para o desenvolvimento da alfabetização física.

4.1 Associação entre aptidão física e proficiência em habilidades motoras fundamentais

Crianças, independentemente de seu status de mobilidade articular, que demonstraram melhor desempenho na corrida de vai e vem de 10 x 5 m e na corrida de resistência de 600 m obtiveram pontuações mais altas na subescala locomotora e na pontuação total do Teste de Proficiência em Habilidades Motoras Fundamentais. Isso indica uma associação estatística significativa entre aptidão física e proficiência em habilidades motoras fundamentais. Essa relação foi observada tanto em crianças com mobilidade articular normal quanto naquelas com hipermobilidade articular generalizada, alinhando-se ao “modelo de barreira à proficiência motora”²², que postula que a aptidão física adequada, particularmente a função neuromuscular e a capacidade aeróbica, é um pré-requisito para o desenvolvimento de habilidades motoras fundamentais.

O teste de corrida de vai e vem de 10 x 5 m avalia velocidade, agilidade e mudanças rápidas de direção, refletindo diretamente o domínio do equilíbrio dinâmico e do controle locomotor. Da mesma forma, a corrida de 600 m, que avalia a resistência cardiorrespiratória, pode contribuir para o domínio de habilidades motoras fundamentais, fornecendo a energia sustentada necessária para a prática repetida, promovendo assim maior exposição à atividade física e consolidação de habilidades. Esses achados são consistentes com o modelo de desenvolvimento proposto por Bardid et al.²³, que enfatiza uma relação dinâmica e recíproca entre competência motora e aptidão física durante a infância. De acordo com esse modelo, crianças com maior competência motora são mais propensas a se engajar em atividades físicas, o que aprimora ainda mais a aptidão física, criando um ciclo de feedback positivo.

A ausência de correlações significativas entre os testes de aptidão física (teste de sentar e alcançar, saltos consecutivos com os dois pés, teste de equilíbrio do flamingo, teste de salto vertical, flexão abdominal, teste de força de preensão manual e arremesso de bola de tênis) e as subpontuações de habilidades motoras fundamentais para locomoção e controle de objetos pode ser atribuída a características específicas da população. Em crianças hipermóveis, as capacidades fisiológicas avaliadas por esses testes de aptidão física isolados podem não se traduzir diretamente em competência em padrões de movimento fundamentais. Essa descoberta contrasta com a literatura existente em crianças com desenvolvimento típico, onde a força muscular é frequentemente associada à competência motora^{24,25}.

As habilidades de locomoção e controle de objetos avaliadas em testes de proficiência em habilidades motoras fundamentais envolvem padrões de movimento complexos, multiarticulares e altamente coordenados. Essas habilidades exigem a integração de múltiplos componentes físicos e neurocognitivos, incluindo tempo, consciência espacial, ritmo e coordenação intersegmentar, que não são adequadamente capturados por medidas isoladas de aptidão física. Essa interpretação está alinhada com as descobertas de Fu et al.²⁶, que demonstraram que o treinamento funcional, em vez de exercícios isolados baseados em capacidade, é mais eficaz para melhorar o desempenho motor em crianças em idade escolar. A alta pontuação na força de preensão manual reflete principalmente

a produção de força isométrica dos músculos do antebraço e da mão e não corresponde à ativação muscular dinâmica, multiarticular e sequencial necessária para as habilidades de controle de objetos. Da mesma forma, o teste de aptidão física de arremesso de bola de tênis concentra-se em resultados quantitativos, como velocidade ou distância, carecendo dos critérios qualitativos de movimento avaliados no TGMD-2. O teste de equilíbrio do flamingo mede o equilíbrio estático e não reflete as demandas de equilíbrio dinâmico necessárias para habilidades locomotoras como saltar ou galopar, que formam a base para habilidades motoras mais complexas.

Com base nesses achados, parece que a coordenação entre múltiplas articulações é fundamental para o desenvolvimento de habilidades motoras básicas. As associações mais fracas observadas em crianças com hiper mobilidade articular generalizada podem estar relacionadas a déficits na coordenação multiarticular e no controle sensorio-motor. Em crianças com hiper mobilidade articular generalizada, a coordenação bem-sucedida de múltiplas articulações, por meio da integração sensorio-motora, é crucial para o desenvolvimento de habilidades motoras básicas. Consequentemente, intervenções direcionadas a comprometimentos comumente associados à hiper mobilidade, como estabilidade articular, propriocepção e controle neuromuscular, podem melhorar tanto os resultados de aptidão física quanto o desenvolvimento de habilidades motoras.

4.2 Diferenças na força da associação entre aptidão física e habilidades motoras fundamentais de acordo com o estado de mobilidade articular

Uma das principais contribuições deste estudo é a observação de que os coeficientes de correlação entre os dois testes de aptidão física (corrida de vai e vem de 10 x 5 m e corrida de resistência de 600 m) e a proficiência em habilidades motoras fundamentais diferiram significativamente entre crianças com e sem hiper mobilidade articular generalizada. Embora ambos os grupos tenham demonstrado associações diretas, a força dessas relações foi consideravelmente menor em crianças com hiper mobilidade articular.

Essa disparidade pode ser atribuída a desafios biomecânicos²⁷ e neuromusculares²⁸, comumente associados à hiper mobilidade articular. Crianças com hiper mobilidade articular generalizada são mais propensas

à instabilidade articular, déficits proprioceptivos, fraqueza muscular e padrões de movimento alterados²⁹. Apesar do aumento da flexibilidade, a agilidade de crianças com hiper mobilidade frequentemente ocorre à custa da integridade articular, exigindo maior esforço muscular e maior dependência do feedback visual para controlar o movimento. Como resultado, mesmo quando os níveis de aptidão física são adequados, o desempenho motor pode permanecer comprometido. Esses achados ressaltam que as características específicas de cada articulação representam uma variável crítica que influencia a relação entre aptidão física e coordenação motora. Além disso, fatores não mensurados, como exposição à atividade física, maturação biológica e participação em esportes, podem ter contribuído para as diferenças observadas nos resultados de aptidão física e habilidades motoras, independentemente do status de mobilidade articular.

4.3 Implicações clínicas

A hiper mobilidade articular generalizada pode influenciar negativamente tanto os resultados da aptidão física quanto o desenvolvimento das habilidades motoras fundamentais. Embora a proficiência em habilidades motoras fundamentais possa incentivar a participação em atividades físicas, isso não se traduz necessariamente em melhor aptidão física, e o inverso também é verdadeiro. Portanto, programas de intervenção direcionados, conduzidos por profissionais de fisioterapia, são essenciais para crianças com hiper mobilidade. Tais programas devem enfatizar a estabilização articular, o treinamento proprioceptivo e estratégias corretivas de baixo impacto para melhorar os resultados da aptidão física.

Intervenções focadas em movimentos multiarticulares por meio do treinamento de estímulos sensoriais podem contribuir ainda mais para a melhoria da proficiência em habilidades motoras fundamentais. Além disso, programas de intervenção mediados pelos pais são importantes para reforçar a orientação profissional, promover um ambiente familiar acolhedor e incentivar a adesão a programas de exercícios domiciliares³⁰. Do ponto de vista da alfabetização física, as intervenções para crianças com hiper mobilidade articular generalizada devem abordar não apenas a aptidão física e o treinamento de habilidades motoras, mas também o desenvolvimento da autoconfiança, o prazer e a variabilidade dos movimentos, visando a um engajamento sustentado e de longo prazo em atividades físicas.

4.4 Limitações e direções futuras

Os resultados deste estudo devem ser interpretados considerando algumas limitações. O delineamento transversal impede inferências causais. Estudos longitudinais são necessários para examinar como a relação entre aptidão física e habilidades motoras evolui ao longo do tempo e se intervenções direcionadas podem modificar os resultados em populações hipermóveis. A maturação biológica representa um potencial fator de confusão, uma vez que influencia diferencialmente o crescimento, a composição corporal e o desenvolvimento neuromuscular em crianças hipermóveis e não hipermóveis. O estudo também avaliou uma gama limitada de componentes da aptidão física. Pesquisas futuras devem incluir medidas adicionais, como força muscular, coordenação e equilíbrio dinâmico, que podem desempenhar papéis significativos no desenvolvimento motor. Fatores psicológicos e comportamentais, incluindo motivação e níveis habituais de atividade física, não foram avaliados e podem explicar ainda mais a variabilidade nos resultados de aptidão física e habilidades motoras. Da perspectiva da CIF, este estudo focou nas Funções do Corpo, Estruturas do Corpo e capacidade de atividade baseada no desempenho. Resultados relacionados ao nível de participação e fatores contextuais, como oportunidades ambientais, influências psicossociais e atividade física habitual, não foram avaliados. A ausência de mensuração da atividade física limita a interpretação sobre se as diferenças observadas refletem comprometimentos funcionais intrínsecos ou diferenças no engajamento em atividades. Como a aptidão física pode ser influenciada pela participação em esportes estruturados, oportunidades de brincadeiras, educação física escolar e apoio familiar, esses fatores contextuais devem ser incluídos em estudos futuros. Outra limitação é o grande número de análises de correlação realizadas, o que aumenta o risco de erro tipo I. Nenhum ajuste formal para comparações múltiplas foi aplicado, visto que as análises foram exploratórias. Portanto, os resultados devem ser interpretados com cautela, enfatizando a consistência e a magnitude das associações em vez da significância dos valores de p. Estudos futuros devem pré-definir os desfechos primários e aplicar procedimentos de correção apropriados.

4.5 Pontos fortes do presente estudo

Este estudo demonstra vários pontos fortes, incluindo seu objetivo claro, delineamento robusto e rigor metodológico. Ao comparar os correlatos da aptidão física e das habilidades motoras fundamentais em crianças com articulações normais e hipermóveis, o estudo aborda uma importante lacuna na literatura. A inclusão de uma amostra maior do que a estimada aumenta o poder estatístico. Os dados foram coletados por avaliadores treinados, utilizando instrumentos de avaliação padronizados e validados, o que reforça a confiabilidade dos resultados. Consequentemente, os resultados são generalizáveis para crianças com hipermobilidade articular generalizada e fornecem orientações clinicamente relevantes para a melhoria da aptidão física e do desenvolvimento das habilidades motoras fundamentais.

5. Conclusão

Os resultados deste estudo indicam que o estado de mobilidade articular influencia a força da associação entre aptidão física e habilidades motoras fundamentais. Em crianças com hipermobilidade articular generalizada, fatores mediadores como a coordenação multiarticular prejudicada e o controle sensorio-motor deficiente parecem enfraquecer essa relação. Estudos futuros com delineamentos longitudinais e abordagens baseadas em intervenção são necessários para examinar esses mediadores e confirmar os presentes achados.

Agradecimentos

Os autores expressam sua sincera gratidão ao Shri Vivek Alva, administrador fiduciário da Fundação Educacional Alva, Moodbidri, Karnataka, por seu inestimável apoio ao longo deste trabalho.

Contribuições dos autores

Os autores declararam ter contribuído substancialmente para o trabalho em termos de concepção ou planejamento da pesquisa; aquisição, análise ou interpretação dos dados; e redação ou revisão crítica do conteúdo intelectual relevante. Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada e concordaram em assumir a responsabilidade pública por todos os aspectos do estudo.

Conflitos de interesses

Não foram declarados conflitos de interesse financeiros, legais ou políticos envolvendo terceiros (governo, empresas privadas, fundações etc.) em relação a qualquer aspecto do trabalho submetido (incluindo, entre outros, bolsas e financiamento, participação em conselho consultivo, planejamento do estudo, preparação do manuscrito, análise estatística, etc.).

Indexadores

A *Revista Pesquisa em Fisioterapia* é indexada no [DOAJ](#), [EBSCO](#), [LILACS](#) e [Scopus](#).



Referências

1. Zhang L, Wang D, Wu X. Association between fundamental movement skills and accelerometer-measured physical activity in orphan children with severe intellectual disabilities. *BMC Pediatr*. 2024;24:841. <https://doi.org/10.1186/s12887-024-05333-6>
2. Bremer E, Cairney J. Fundamental movement skills and health-related outcomes: a narrative review of longitudinal and intervention studies targeting typically developing children. *Am J Lifestyle Med*. 2016;12(2):148–59. <https://doi.org/10.1177/1559827616640196>
3. Spring KE, Carroll AV, Wadsworth DD. The relationship in early childhood body composition and physical activity levels regarding fundamental motor skill development. *BMC Pediatr*. 2023;23:461. <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04298-2>
4. Farley JB, Stein J, Keogh JWL, Woods CT, Milne N. The relationship between physical fitness qualities and sport-specific technical skills in female team-based ball players: a systematic review. *Sports Med Open*. 2020;6:18. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00245-y>
5. Gao Z, Wen X, Fu Y, Lee JE, Zeng N. Motor skill competence matters in promoting physical activity and health. *Biomed Res Int*. 2021;2021:9786368. <https://doi.org/10.1155/2021/9786368>
6. Gasbarro L, Padua E, Tancredi V, Annino G, Montorsi M, Maugeri G, et al. Joint mobility protection during the developmental age among free climbing practitioners: a pilot study. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2020;5(1):14. <https://doi.org/10.3390/jfmk5010014>
7. Chen J, Song W, Zhao X, Lou H, Luo D. The relationship between fundamental motor skills and physical fitness in preschoolers: a short-term longitudinal study. *Front Psychol*. 2023;14:1270888. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1270888>
8. Trudelle-Jackson E, Leonard D, Morrow JR Jr. Musculoskeletal risk factors as predictors of injury in community-dwelling women. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(9):1752–7. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000295>
9. Sundemo D, Senorski EH, Karlsson L, Horvath A, Juul-Kristensen B, Karlsson J, et al. Generalised joint hypermobility increases ACL injury risk and is associated with inferior outcome after ACL reconstruction: a systematic review. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2019;5(1):e000620. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000620>
10. Sobhani-Eraghi A, Motalebi M, Sarreshtehdari S, Molazem-Sanandaji B, Hasanlu Z. Prevalence of joint hypermobility in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *J Res Med Sci*. 2020;25(1):104. https://doi.org/10.4103/jrms.JRMS_983_19
11. Jari M, Alesaeidi S. Association Between Generalized Joint Hypermobility and Anxiety Disorders in Children: A Case-Control Study. *Clin Med Insights Arthritis Musculoskeletal Disord*. 2025;18:11795441251365672. <https://doi.org/10.1177/11795441251365672>
12. Black WR, DiCesare CA, Wright LA, Thomas S, Pfeiffer M, Kitchen K, et al. The effects of joint hypermobility on pain and functional biomechanics in adolescents with juvenile fibromyalgia: secondary baseline analysis from a pilot randomized controlled trial. *BMC Pediatr*. 2023;23:557. <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04353-y>
13. Ituen OA, Akwaowo CD, Ferguson G, Duysens J, Smits-Engelsman B. Impact of generalized joint hypermobility on quality of life and physical activity in school-aged children: a longitudinal study. *BMC Musculoskeletal Disord*. 2025;26:4. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-08259-3>
14. Roberts DW. Treating mechanical joint dysfunction in children: a retrospective exploratory report of selected cases. *J Man Manip Ther*. 2024;32(3):325–34. <https://doi.org/10.1080/10669817.2022.2099182>
15. de Koning L, Warnink-Kavelaars J, van Rossum M, Limmen S, Van der Looven R, Muiño-Mosquera L, et al. Physical activity and physical fitness in children with heritable connective tissue disorders. *Front Pediatr*. 2023;11:1057070. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1057070>
16. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*. 2007;39(2):175–91. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>

17. Smits-Engelsman B, Klerks M, Kirby A. Beighton score: a valid measure for generalized hypermobility in children. *J Pediatr*. 2011;158(1):119–23.e1-4. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.07.021>
18. Masanovic B, Gardasevic J, Marques A, Peralta M, Demetriou Y, Sturm DJ, et al. Trends in physical fitness among school-aged children and adolescents: a systematic review. *Front Pediatr*. 2020;8:627529. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.627529>
19. Marques A, Henriques-Neto D, Peralta M, Martins J, Gomes F, Popovic S, et al. Field-based health-related physical fitness tests in children and adolescents: a systematic review. *Front Pediatr*. 2021;9:640028. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.640028>
20. Tun MT, Aye T, Htut TZC, Mar Tin W, Khin MT. Fundamental motor skill proficiency among 7- to 10-year-old children with Down syndrome. *J Phys Ther Sci*. 2023;35(1):1–6. <https://doi.org/10.1589/jpts.35.1>
21. Rey E, Carballo-Fazanes A, Varela-Casal C, Abelairas-Gómez C, ALFA-MOV Project collaborators. Reliability of the test of gross motor development: a systematic review. *PLoS One*. 2020;15(7):e0236070. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236070>
22. Kavanagh H, Issartel J, Meegan S, Manninen M. Exploring the motor skill proficiency barrier among children with intellectual disabilities: analysis at a behavioural component level. *PLoS One*. 2023;18(11):e0288413. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288413>
23. Bardid F, Utesch T, Stodden DF, Lenoir M. Developmental perspectives on motor competence and physical fitness in youth. *Scand J Med Sci Sports*. 2021;31(Suppl 1):5–7. <https://doi.org/10.1111/sms.13946>
24. Zhao M, Liu S, Han X, Li Z, Liu B, Chen J, et al. School-based comprehensive strength training interventions to improve muscular fitness and perceived physical competence in Chinese male adolescents. *Biomed Res Int*. 2022;2022:7464815. <https://doi.org/10.1155/2022/7464815>
25. Pitchford EA, Leung W, Webster EK. Associations of fundamental motor skill competence, isometric plank, and modified pull-ups in 5-year-old children: an observational analysis of 2012 NHANES NYFS. *PLoS One*. 2022;17(10):e0276842. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276842>
26. Fu T, Zhang D, Wang W, Geng H, Lv Y, Shen R, et al. Functional training focused on motor development enhances gross motor, physical fitness, and sensory integration in 5–6-year-old healthy Chinese children. *Front Pediatr*. 2022;10:936799. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.936799>
27. Alsiri N, Cramp M, Barnett S, Palmer S. The effects of joint hypermobility syndrome on the kinematics and kinetics of the vertical jump test. *J Electromyogr Kinesiol*. 2020;55:102483. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102483>
28. Tinkle BT. Symptomatic joint hypermobility. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2020;34(3):101508. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2020.101508>
29. Scheper MC, Nicholson LL, Adams RD, Tofts L, Pacey V. The natural history of children with joint hypermobility syndrome and Ehlers-Danlos hypermobility type: a longitudinal cohort study. *Rheumatology (Oxford)*. 2017;56(12):2073–83. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kex148>
30. Wesley A, Bray P, Munns CF, Pacey V. Impact of heritable disorders of connective tissue on daily life of children: parent perspectives. *J Paediatr Child Health*. 2021;57(5):626–30. <https://doi.org/10.1111/jpc.15284>