
Artigos Originais

Análise da função muscular da articulação do joelho entre as categorias de base de futebol e a posição no campo: um estudo comparativo

Analysis of the muscular function of the knee joint between the youth academies and the field position: a comparative study

Análisis de la función muscular de la articulación de la rodilla entre las categorías de base de fútbol y la posición en el campo: un estudio comparativo



<http://dx.doi.org/10.18316/sdh.v9i1.6637>

Laura Souto Melo¹, Vinícius de Oliveira Trindade¹, Simone Lara^{2*}, Lilian Pinto Teixeira³, Susane Graup⁴

RESUMO

Objetivo: Analisar a função muscular da articulação do joelho de atletas de futebol de campo das categorias Sub-13, Sub-15 e Sub-17, comparando essa variável entre as categorias e conforme o posicionamento tático. **Materiais e métodos:** Esse estudo transversal incluiu uma amostra por conveniência, formada por atletas de futebol de campo, integrantes de um clube amador, no interior do Rio Grande do Sul, Brasil. A avaliação da força muscular foi realizada através do dinamômetro isocinético (Biodex System Pro

4TM), nas velocidades 60°/s e 300°/s. **Resultados:** Foram encontradas diferenças em relação ao desempenho isocinético entre as categorias Sub-13 e Sub-15, sendo os valores superiores nesta última. Nas três categorias avaliadas, evidenciaram-se altos percentuais de assimetrias uni e bilaterais de flexores e extensores de joelho. Quanto ao posicionamento em campo, percebemos uma associação significativa entre a assimetria unilateral (relação I:Q) e a posição de ataque. **Conclusões:** Diante dos nossos resultados, apoia-se a avaliação do desempenho muscular em jovens jogadores de futebol, a fim de corrigir possíveis assimetrias, as quais representam um risco de desenvolvimento de lesão.

Palavras-chave: Lesões Esportivas; Força Muscular; Joelho; Atletas.

¹ Discente do curso de Fisioterapia, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Uruguaiana/RS.

² Docente do curso de Fisioterapia da UNIPAMPA, Campus Uruguaiana/RS.

³ Fisioterapeuta do curso de Fisioterapia, UNIPAMPA, Campus Uruguaiana/RS.

⁴ Docente do curso de Licenciatura em Educação Física, UNIPAMPA, Campus Uruguaiana/RS.

***AutorCorrespondente:** Simone Lara, UNIPAMPA, Campus Uruguaiana/RS, BR 472, KM 592, 97508-000, Brasil, CX Postal 118.

E-mail: slarafisio@yahoo.com.br

Submetido: 09/03/2020

Aceito: 22/06/2020

ABSTRACT

Objective: Analyze the muscular function of the knee joint of field soccer athletes of the under-13, under-15 and under-17 categories, and to compare this variable between the categories, as well as the tactical positioning. **Materials and Method:** This cross-sectional study included a convenience sample of field soccer athletes, youth soccer club, in the interior of Rio Grande do Sul, Brazil. The muscular strength evaluation was performed through the isokinetic dynamometer (Biodex System Pro 4TM) at speeds 60 ° / s and 300 ° / s. **Results:** Differences were observed in relation to the isokinetic performance between the under-13 and under-15 categories, being higher values in

the latter. In the three categories evaluated, high percentages of uni and bilateral asymmetries of knee extensors and flexors were evidenced. Regarding field positioning, we noticed a significant association between unilateral asymmetry (I: Q ratio) and the attack position. In light of our results. **Conclusions:** We support the idea of evaluating muscular performance in young soccer players in order to correct possible asymmetries, since they represent a risk of developing an injury.

Key-words: Sport Injuries; Muscle Strength; Knee; Athletes.

INTRODUÇÃO

O futebol é um esporte que merece ênfase pela sua popularidade e por ser o mais praticado mundialmente, crescendo ano após ano, fazendo com que milhares de jovens sonhem em se tornarem jogadores de futebol, sendo assim o esporte mais popular do mundo¹. Com mais de 270 milhões de jogadores, o futebol é uma prática esportiva de busca constante em termos de intensidade e seu desempenho é caracterizado por trabalhos de alta demanda com repetição de gestos específicos e técnicas, resultando em uma alta taxa de lesões². Apesar de ter em torno de 30 milhões de praticantes no Brasil, dados epidemiológicos sobre as lesões relacionadas ao futebol são escassos no país. Nesse sentido, Gaspar Jr et al.² incluíram em seu estudo 116 atletas profissionais, do sexo masculino, de equipes de um campeonato estadual brasileiro, quando identificaram que o número de lesões por indivíduo foi, aproximadamente, 1,0, e que lesões na unidade músculo-tendínea e lesões articulares em membros inferiores constituíram as ocorrências clínicas mais importantes. Corroborando, Rabello et al.³ descrevem que, no decorrer da prática esportiva, é corriqueira a ocorrência de lesões musculoesqueléticas, em especial em membros inferiores, e, com isso, podem acarretar limitações físicas significativas para o atleta.

Devido aos movimentos característicos dessa modalidade, como saltos, giros, trocas de direções, a força e a potência muscular são essenciais para o desempenho do futebol, sobretudo em alto nível^{4,5}. Desta forma, um treinamento muscular adequado está associado com um melhor rendimento e menor risco de lesão, especialmente considerando que o sistema músculo esquelético é o mais abundante do

corpo, representando 40–45% da massa corporal e é capaz de se ajustar aos diferentes estímulos decorrentes de um treinamento⁶.

Nesse aspecto, fatores de risco associados ao desenvolvimento de lesões em esportes podem estar relacionados a parâmetros que analisam a função muscular, como a capacidade dos músculos em produzir torque, trabalho, potência e resistência⁷. Logo, a avaliação por meio da dinamometria isocinética pode ser utilizada para verificar assimetrias de força dos membros inferiores, demonstrando o déficit funcional e o risco de lesões⁸, bem como servir como base para estratégias de prevenção de lesões no esporte.

Dentre os esportes coletivos, o futebol possivelmente é o que antecipadamente inicia seu processo formativo de maneira sistemática e metódica. Contudo, é necessário um maior número de pesquisas científicas envolvendo a modalidade, especialmente voltadas às categorias de base, a fim de conhecer os efeitos em centenas de crianças das atividades realizadas nas escolas ou clubes⁹.

Com base nesses aspectos, o objetivo do estudo foi analisar a função muscular da articulação do joelho de atletas de futebol de campo das categorias sub-13, sub-15 e sub-17, comparando essa variável entre as categorias e conforme o posicionamento tático.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Esse estudo transversal descritivo incluiu uma amostra por conveniência, formada por atletas de futebol de campo, das categorias masculinas Sub-13, Sub-15 e Sub-17, integrantes de um clube amador, do interior do Rio Grande do Sul, Brasil. Os critérios de inclusão foram: jovens do sexo masculino, praticantes de futebol de campo por um período mínimo de 03 meses, pertencentes às categorias de base e em treinamento regular no time (frequência de pelo menos dois treinos semanais, nas últimas 12 semanas). Os critérios de exclusão foram: presença de lesões prévias nos membros inferiores nos últimos 12 meses, atestado por laudo médico ou autorrelato e histórico de cirurgia ortopédica nos membros inferiores. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de

Ética e Pesquisa institucional (número 2.351.616), sendo que os responsáveis legais assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e os atletas assinaram um termo de assentimento.

A avaliação dos sujeitos ocorreu no início da temporada. Por meio de um questionário, foram coletados dados como idade; posição tática no campo; dominância de membro inferior (por meio de autorrelato do atleta); e variáveis antropométricas (massa corporal e estatura), através da utilização de uma balança digital, devidamente calibrada e de um estadiômetro fixado na parede, com o sujeito em pé e usando roupas confortáveis. O cálculo para a definição do Índice de Massa Corporal – IMC foi massa corporal/estatura ao quadrado e para a classificação, foi utilizada a tabela do Projeto Esporte Brasil¹⁰.

Avaliação isocinética

A avaliação da força muscular foi realizada através do dinamômetro isocinético Biodex System Pro 4™ (Biodex Medical Systems, Inc., Nova York, EUA). Este instrumento possibilita que o membro seja pesado e analisado para a elaboração de dados mais seguros, compensando a ação da gravidade¹. É um equipamento confiável e adequado para avaliar o desempenho funcional de atletas, tendo como parâmetros mais empregados o pico de torque (PT), a potência (POT), o trabalho total (TT), o índice de fadiga (IF) e a relação agonista/antagonista (Relação I:Q), possibilitando comparações uni e bilaterais¹¹.

Inicialmente, os sujeitos realizaram um aquecimento, antecedente à avaliação, por cinco minutos, em uma bicicleta ergométrica sem carga. Após, os atletas foram posicionados no aparelho, devidamente sentados, fixados à cadeira por meio de dois cintos no tronco, um cinto na pelve e outro na coxa, impedindo demais movimentos compensatórios durante o exame. O dinamômetro foi adaptado até que a fossa poplíteia do joelho encontrasse firme a parte inferior do assento, assim como o suporte de rotação do aparelho foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur (eixo de rotação anatômico do joelho). O apoio da cadeira foi de 90 graus e o braço de alavanca, regulado e fixo 2cm acima dos maléolos do tornozelo. Todas as orientações ao longo do teste tiveram como base o trabalho de Ferreira¹².

Os atletas executaram cinco repetições máximas de flexão e extensão do joelho, na velocidade de 60°/s e 15 repetições em 300°/s, bilateralmente, havendo intervalo de 60 segundos entre as séries, no modo concêntrico. O primeiro membro a ser testado foi escolhido através de uma seleção aleatória, sendo executado um intervalo de 60 segundos entre o membro dominante (MD) e o não dominante (MND)⁷. O comando verbal durante o teste foi realizado pelo mesmo avaliador, previamente treinado¹.

A utilização de ferramentas que possibilitem avaliar o desequilíbrio muscular, com objetivo de prevenir lesões, torna-se fundamental no esporte e dentre elas, a avaliação isocinética é considerada padrão ouro na análise dos parâmetros neuromusculares¹³. Neste sentido, as comparações bilaterais e unilaterais são de extrema importância para a determinação dos riscos de lesão musculoesquelética.

Para valores ideais nas relações unilaterais, os isquiotibiais devem ter em torno de 60% da força do quadríceps (razão I:Q) na velocidade 60°/s, assim como 80% na velocidade 300°/s¹ e nas relações bilaterais, inferior a 10% em ambas velocidades¹¹. Recomenda-se que a variável IF se mantenha abaixo de 50%, tanto para flexores quanto para extensores do joelho¹⁴. Logo, em nosso estudo, os atletas que apresentaram razão I:Q inferior a 50% na velocidade 60°/s e inferior a 70% na velocidade 300°/s foram classificados como tendo assimetria unilateral, enquanto os sujeitos que apresentaram o PT superior a 10% entre membros, como assimetria bilateral.

Análise estatística

Para a análise dos dados, foi utilizada estatística descritiva com média, desvio padrão, frequências absolutas e relativas. A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk que identificou uma distribuição normal. A diferença entre os grupos foi testada pela Análise de Variância (ANOVA one-way) com o post-hoc de Tukey. Para analisar as associações entre as variáveis e as diferentes categorias do esporte foi utilizado o teste Qui-quadrado. Também foi aplicado o teste Qui-quadrado para analisar as associações entre as posições de jogos e as assimetrias musculares. Os cálculos foram realizados por meio do software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS

– versão 20.0) e um nível de significância de 5% foi utilizado em todos os procedimentos estatísticos realizados no estudo.

RESULTADOS

Foram avaliados 58 atletas distribuídos em três diferentes categorias de base, cujos dados de caracterização amostral estão apresentados na Tabela 1.

Na tabela 2, é possível evidenciar a função muscular dos extensores e flexores de joelho na velocidade de 60°/s, quando percebemos que, com exceção da variável de Pico de torque - PT dos flexores (de ambos os lados) e da relação agonista/antagonista I:Q (de ambos os lados), todas as demais variáveis apresentaram diferença entre as categorias. A maior parte destas diferenças puderam ser evidenciadas especialmente entre as categorias Sub-13 e Sub-15, sendo superiores às médias dos atletas mais velhos ($p < 0,05$).

Tabela 1. Caracterização da amostra

VARIÁVEL	GRUPO GERAL	SUB-13 n=10	SUB-15 n=24	SUB-17 n=24	F	p
	Média±DP	Média±DP	Média±DP	Média±DP		
Idade	14,8±1,53	12,4±0,966 ^a	14,4±0,504 ^b	16,3±0,46 ^c	163,9	<0,001*
Massa corporal	62,3±12,24	49,8±14,27 ^a	64,0±11,38 ^b	65,9±8,74 ^b	8,10	0,001*
Estatura	1,66±0,08	1,54±0,072 ^a	1,68±0,071 ^b	1,69±0,051 ^b	22,17	<0,001*
IMC	22,3±3,32	20,6±4,12 ^a	22,5±3,29 ^a	22,8±2,82 ^a	1,76	0,182

Tabela 2. Análise comparativa do desempenho isocinético dos músculos flexores e extensores de joelho na velocidade de 60°/s nas categorias de base de futebol

VARIÁVEL	GRUPO GERAL n=58	SUB-13 n=10	SUB-15 n=24	SUB-17 n=24	F	p
	Média±DP	Média±DP	Média±DP	Média±DP		
PT- extensão D	277,1±45,72	233,8±36,54 ^a	277,9±37,93 ^b	294,3±45,76 ^b	7,61	0,001*
TT - extensão D	713,1±241,07	444,9±247,1 ^a	744,6±229,0 ^b	793,4±169,2 ^b	10,23	<0,001*
POT - extensão D	111,7±33,51	78,9±34,89 ^a	112,1±30,93 ^b	124,9±26,48 ^b	8,36	0,001*
PT- extensão ND	273,8±48,38	238,8±40,26 ^a	270,1±51,65 ^{a,b}	292,0±39,9 ^b	5,01	0,010*
TT - extensão ND	731,9±232,7	486,4±224,1 ^a	714,4±212,7 ^b	851,8±166,6 ^c	12,32	<0,001*
POT - extensão ND	113,7±35,21	87,0±37,84 ^a	112,2±32,75 ^{a,b}	126,4±30,97 ^b	5,14	0,009*
PT - flexão D	155,2±42,51	140,3±42,60 ^a	149,1±26,34 ^a	167,4±52,74 ^a	1,91	0,158
TT - flexão D	424,4±155,7	261,5±137,8 ^a	430,4±138,7 ^b	486,2±133,5 ^b	9,62	<0,001*
POT - flexão D	65,2±21,30	45,2±19,82 ^a	64,6±19,43 ^b	74,0±18,26 ^b	8,18	0,001*
PT- flexão ND	145,7±26,32	130,2±23,01 ^a	145,5±26,35 ^a	152,2±25,78 ^a	2,64	0,081
TT - flexão ND	424,3±149,7	270,4±112,5 ^a	422,9±146,44 ^b	490,0±119,4 ^b	10,0	<0,001*
POT - flexão ND	64,3±20,11	49,2±20,98 ^a	64,4±20,10 ^{a,b}	70,4±16,84 ^b	4,44	0,016*
Relação I: Q D	56,2±12,36	60,5±16,34 ^a	54,1±9,38 ^a	56,7±13,19 ^a	0,97	0,386
Relação I:Q ND	53,6±6,14	54,8±4,32 ^a	54,4±6,96 ^a	52,2±5,82 ^a	1,00	0,374

PT= pico de torque normalizado pela massa corporal (Nm), TT=trabalho total (J), POT=potência (watts), RAA= relação agonista/antagonista (%) entre flexores e extensores, D: lado dominante, ND: lado não dominante.

O desempenho funcional dos músculos extensores e flexores de joelho na velocidade de 300°/s é visualizado na tabela 3, na qual percebemos que as diferenças entre as categorias seguiram o padrão dos valores isocinéticos na velocidade de 60°/s, ou seja, houve diferenças

significativas entre as categorias Sub-13 e Sub-15, nas variáveis de Trabalho total -TT e Potência – POT em todas as condições, com os valores médios maiores para os atletas Sub-15. Cabe destacar que não houve diferença entre as categorias na relação I:Q e no índice de fadiga.

Tabela 3. Análise comparativa do desempenho isocinético dos músculos flexores e extensores de joelho na velocidade de 300°/s nas categorias de base de futebol

VARIÁVEL	GRUPO GERAL	SUB-13 n=10	SUB-15 n=24	SUB-17 n=24	F	p
	Média±DP	Média±DP	Média±DP	Média±DP		
PT – extensão D	156,2±21,61	144,4±28,56 ^a	155,3±21,26 ^a	162,1±16,90 ^a	2,54	0,088
TT – extensão D	1259,9±360,9	877,2±291,9 ^a	1236,0±338,3 ^b	1443,4±275,0 ^b	12,2	<0,001*
POT – extensão D	204,7±61,41	142,1±48,86 ^a	200,6±58,92 ^b	234,9±47,45 ^b	11,1	<0,001*
PT – extensão ND	151,0±21,22	140,6±23,90 ^a	149,0±25,12 ^a	157,2±12,96 ^a	2,48	0,093
TT – extensão ND	1247,8±369,9	889,0±350,2 ^a	1198,4±371,5 ^b	1446,6±230,8 ^c	11,5	<0,001*
POT – extensão ND	195,3±60,55	143,0±63,44 ^a	184,7±61,77 ^a	227,8±35,77 ^b	9,95	<0,001*
PT – flexão D	102,7±20,90	95,2±20,57 ^a	101,1±21,27 ^a	107,6±20,31 ^a	1,35	0,267
TT – flexão D	792,9±265,3	548,1±255,8 ^a	791,8±245,6 ^b	896,1±226,6 ^b	7,45	0,001*
POT – flexão D	122,2±44,50	82,4±41,35 ^a	122,4±41,57 ^b	138,9±39,09 ^b	6,85	0,002*
PT – flexão ND	98,6±17,69	91,5±17,42 ^a	97,8±19,05 ^a	102,3±16,08 ^a	1,34	0,270
TT – flexão ND	766,6±269,0	520,3±214,1 ^a	762,5±279,3 ^b	873,4±212,4 ^b	7,46	0,001*
POT – flexão ND	113,7±42,65	76,4±33,23 ^a	114,3±46,07 ^b	128,5±33,56 ^b	6,24	0,004*
Relação I:Q D	65,9±11,10	66,8±12,54 ^a	65,0±11,50 ^a	66,4±10,62 ^a	0,12	0,889
Relação I:Q ND	65,6±10,10	66,1±13,22 ^a	66,0±10,11 ^a	64,9±9,03 ^a	0,08	0,927
IF – extensão D	31,4±9,93	26,6±10,51 ^a	32,3±10,19 ^a	32,4±9,30 ^a	1,42	0,250
IF – extensão ND	32,2±11,22	27,0±14,40 ^a	32,4±11,56 ^a	34,0±9,11 ^a	1,36	0,266
IF – flexão D	36,3±22,80	30,4±11,41 ^a	32,0±10,60 ^a	43,0±32,29 ^a	1,87	0,166
IF – flexão ND	38,8±34,99	42,3±43,21 ^a	31,9±26,96 ^a	44,2±38,57 ^a	0,79	0,459

PT= pico de torque normalizado pela massa corporal (Nm), TT=trabalho total (J), POT=potência (watts), RAA= relação agonista/antagonista (%) entre flexores e extensores IF: índice de fadiga, D: lado dominante, ND: lado não dominante.

Características gerais como a frequência dos atletas por categoria, dominância, classificação quanto à massa corporal, posicionamento tático e o percentual de simetrias uni e bilaterais são visualizados na tabela 4. Encontramos baixos percentuais de simetrias musculares (uni e bilaterais) nos atletas, independente da categoria. Entretanto, a simetria unilateral não dominante (vel 300°/s) foi a única que apresentou associação significativa ($p=0,047$) com as categorias, sendo que na categoria mais velha (Sub-17) houve maior frequência de assimetrias (87,5%).

A tabela 5 apresenta as assimetrias musculares unilaterais e bilaterais conforme o posicionamento tático em campo. Percebemos que a posição de ataque apresentou associação significativa ($p<0,05$) com a frequência de assimetrias unilateral dominante (vel 300°/s) tanto no grupo geral, como nas categorias Sub-13 e Sub-15.

Tabela 4. Características gerais da amostra e percentuais de simetria muscular entre as categorias

VARIÁVEL	GRUPO GERAL	SUB-13	SUB-15	SUB-17	p
	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	
Categoria					
Sub-13	10 (17,2)	-	-	-	
Sub-15	24 (41,4)	-	-	-	
Sub-17	24 (41,4)	-	-	-	
Dominância Lateral					0,317
Direita	45 (77,6)	7 (70,0)	17 (70,8)	21 (87,5)	
Esquerda	13 (22,4)	3 (30,0)	4 (29,2)	3 (12,5)	
IMC					0,632
Normal	46 (79,3)	9 (90,0)	19 (79,1)	18 (75,0)	
Excesso de peso	12 (20,7)	1 (10,0)	5 (20,9)	6 (25,0)	
Posicionamento tático					0,807
Goleiros	8 (13,8)	1 (10,0)	1 (8,3)	5 (20,8)	
Defesa	19 (32,8)	2 (20,0)	9 (37,5)	8 (33,3)	
Meio	19 (32,8)	4 (40,0)	8 (33,3)	7 (29,2)	
Ataque	12 (20,7)	3 (30,0)	5 (20,8)	4 (16,7)	
Simetria unilateral D 60°/s					0,492
Sim	24 (41,4)	3 (30,0)	9 (37,5)	12 (50,0)	
Não	34 (58,6)	7 (70,0)	15 (62,5)	12 (50,0)	
Simetria unilateral ND 60°/s					0,183
Sim	33 (56,9)	8 (80,0)	14 (58,3)	11 (45,8)	
Não	25 (43,1)	2 (20,0)	10 (41,7)	13 (54,2)	
Simetria bilateral extensão 60°/s					0,571
Sim	22 (37,9)	3 (30,0)	8 (33,3)	11 (45,8)	
Não	36 (62,1)	7 (70,0)	16 (66,7)	13 (54,2)	
Simetria bilateral flexão 60°/s					0,273
Sim	18 (31,0)	1 (10,0)	8 (33,3)	9 (37,5)	
Não	40 (69,0)	9 (90,0)	16 (66,7)	15 (62,5)	
Simetria unilateral D 300°/s					0,295
Sim	21 (36,2)	5 (50,0)	6 (25,0)	10 (41,7)	
Não	37 (63,8)	5 (50,0)	18 (75,0)	14 (58,3)	
Simetria unilateral ND 300°/s					0,047*
Sim	15 (25,9)	5 (50,0)	7 (29,2)	3 (12,5)	
Não	43 (74,1)	5 (50,0)	17 (70,8)	21 (87,5)	
Simetria bilateral extensão 300°/s					0,116
Sim	27 (46,6)	4(40,0)	8 (33,3)	15 (62,5)	
Não	31 (53,4)	6 (60,0)	16 (66,7)	9 (37,5)	
Simetria bilateral flexão 300°/s					0,460
Sim	19 (32,8)	3 (30,0)	6 (25,0)	10 (41,7)	
Não	39 (67,2)	7 (70,0)	18 (75,0)	14 (58,3)	

*valor significativo, D= lado dominante, ND= lado não-dominante

Tabela 5. Assimetrias musculares unilaterais e bilaterais conforme o posicionamento tático em campo

VARIÁVEL	GOLEIRO	DEFESA	MEIO	ATAQUE	P
	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	
Assimetria unilateral D 60°/s					
Geral	4 (50,0)	11 (57,9)	12 (63,2)	7 (58,3)	0,938
Sub-13	1 (100,0)	1 (50,0)	3 (75,0)	2 (66,7)	0,832
Sub-15	1 (50,0)	5 (56,6)	5 (62,5)	4 (80,0)	0,808
Sub-17	2 (40,0)	5 (62,5)	4 (57,1)	1 (25,0)	0,606
Assimetria unilateral ND 60°/s					
Geral	3 (37,5)	10 (52,6)	7 (36,8)	5 (41,7)	0,772
Sub-13	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (25,0)	1 (33,3)	0,776
Sub-15	1 (50,0)	3 (33,3)	3 (37,5)	3 (60,0)	0,786
Sub-17	2 (40,0)	7 (87,5)	3 (42,9)	1 (25,0)	0,126
Assimetria bilateral extensão 60°/s					
Geral	5 (62,5)	13 (68,4)	10 (52,6)	8 (66,7)	0,764
Sub-13	1 (100,0)	2 (100,0)	3 (75,0)	1 (33,3)	0,354
Sub-15	1 (50,0)	7 (77,8)	4 (50,0)	4 (80,0)	0,542
Sub-17	3 (60,0)	4 (50,0)	3 (42,9)	3 (75,0)	0,757
Assimetria bilateral flexão 60°/s					
Geral	6 (75,0)	15 (78,9)	9 (47,4)	10 (83,3)	0,097
Sub-13	1 (100,0)	2 (100,0)	3 (75,0)	3 (100,0)	0,644
Sub-15	1 (50,0)	7 (77,8)	3 (37,5)	5 (100,0)	0,097
Sub-17	4 (80,0)	6 (75,0)	3 (42,9)	2 (50,0)	0,456
Assimetria unilateral D 300°/s					
Geral	5 (62,5)	14 (73,7)	7 (36,8)	11 (91,7)	0,013*
Sub-13	0 (0,0)	2 (100,0)	0 (0,0)	3 (100,0)	0,019*
Sub-15	1 (50,0)	8 (83,9)	4 (50,0)	5 (100,0)	0,015*
Sub-17	4 (80,0)	4 (50,0)	3 (42,9)	3 (75,0)	0,505
Assimetria unilateral ND 300°/s					
Geral	7 (87,5)	13 (68,4)	15 (78,9)	8 (66,7)	0,649
Sub-13	1 (100,0)	1 (50,0)	2 (50,0)	1 (33,3)	0,721
Sub-15	2 (100,0)	5 (55,6)	6 (75,0)	4 (80,0)	0,550
Sub-17	4 (80,0)	7 (87,5)	7 (100,0)	3 (75,0)	0,609
Assimetria bilateral extensão 300°/s					
Geral	4 (50,0)	12 (63,2)	9 (47,4)	6 (50,0)	0,778
Sub-13	0 (0,0)	1 (50,0)	3 (75,0)	2 (66,7)	0,570
Sub-15	2 (100,0)	6 (66,7)	5 (62,5)	3 (60,0)	0,762
Sub-17	2 (40,0)	5 (62,5)	1 (14,3)	1 (25,0)	0,259
Assimetria bilateral flexão 300°/s					
Geral	5 (62,5)	14 (73,7)	11 (57,9)	9 (75,0)	0,670
Sub-13	0 (0,0)	2 (100,0)	2 (50,0)	3 (100,0)	0,155
Sub-15	2 (100,0)	7 (77,8)	6 (75,0)	3 (60,0)	0,728
Sub-17	3 (60,0)	5 (62,5)	3 (42,9)	3 (75,0)	0,751

*valor significativo, D= lado dominante, ND= lado não-dominante

DISCUSSÃO

O presente estudo analisou a função dos músculos extensores e flexores do joelho entre atletas das categorias de base de futebol de campo Sub-13, Sub-15 e Sub-17, encontrando diferenças importantes entre os grupos. A avaliação da força muscular de membros inferiores nesses atletas é extremamente relevante, tanto pelas exigências de suas funções motoras, quanto pelos aspectos de crescimento e maturação musculoesquelético, pois com base nesses dados, é possível criar estratégias de prevenção de lesão e melhorar o desempenho do atleta em campo.

Entretanto, há poucos trabalhos reportando a análise de força muscular em atletas brasileiros de categorias de base, uma vez que estudos nessa linha incluem, em geral, sujeitos adultos¹⁵. Além disso, a avaliação isocinética geralmente é uma ferramenta utilizada para avaliação com atletas de alto rendimento a nível profissional, e não amador, como avaliado no presente estudo, o que o torna relevante.

Nesse sentido, evidenciamos no presente estudo que as maiores diferenças em relação às variáveis de desempenho isocinético ocorreram entre as categorias Sub-13 e Sub-15, sendo superior na última, e depois dessa faixa etária, parece haver uma estabilização das variáveis até a categoria Sub-17. Esses achados podem ser explicados pelo fato de que durante a puberdade, a qual inicia por volta de 12 anos de idade nos meninos, há um aumento na produção hormonal de testosterona, afetando diretamente a produção de fibras musculares e a síntese proteica, induzindo ao aumento da massa muscular o qual, por sua vez, contribui para os ganhos na produção de energia e o aumento de forças de reação para salto e corrida^{16,17}. Ademais, Tønnessen et al.¹⁸ descrevem que, em meninos, o pico de performance para atividades de corrida é atingido nas idades de 12 e 13 anos, enquanto para as atividades de salto, o pico ocorre em torno de 13 e 14 anos. Com base nessas considerações, acredita-se que as maiores diferenças de força muscular encontradas em nosso estudo entre as duas categorias de atletas estejam atreladas às questões da puberdade e sua relação com o desenvolvimento de performance, que conforme foi citado, ocorre justamente nessas faixas etárias.

Além dessas questões, os picos de ganho de força e potência em meninos estão relacionados com os ganhos de massa corporal e massa muscular, assim como o ganho de velocidade está, possivelmente, relacionado com o crescimento dos membros inferiores^{18,19,20}. Diante disso, em nosso estudo percebemos que as diferenças encontradas em relação à força muscular entre as categorias Sub-13 e Sub-15 também foram evidenciadas no perfil antropométrico, ou seja, o aumento de força muscular na equipe Sub-15 em relação à Sub-13 ocorreu concomitantemente com o aumento nas variáveis de estatura e massa corporal. Assim, acreditamos haver uma relação importante entre o aumento de força muscular, o crescimento e o ganho de peso percebida em nosso estudo, de forma mais expressiva entre os atletas Sub-13 e Sub-15.

Sugerimos também que as possíveis diferenças encontradas, em relação ao desempenho funcional dos atletas, podem estar atreladas às questões do próprio treinamento dos sujeitos, como por exemplo, o tipo, a rotina e o objetivo de treinamento em cada categoria.

No presente estudo, evidenciamos altos percentuais de assimetrias tanto uni quanto bilaterais nas três categorias de atletas avaliados. Corroborando, Spagnuolo et al.²¹ também encontraram expressivas assimetrias de força entre membros inferiores de atletas de futebol das categorias de base. Segundo Fousekis et al.²², algumas das mais importantes habilidades exigidas no futebol como chutar, passar e driblar são evidentemente unilaterais, exigindo padrões motores assimétricos e levando ao desenvolvimento de um padrão de força diferente entre os membros. Tal teoria está de acordo com os resultados de trabalhos anteriores^{23,24} que mostraram significativas diferenças na força muscular entre a perna dominante e a perna não dominante desses atletas.

Além da influência do gesto motor sobre o padrão de força em jogadores de futebol, cabe destacar que os sujeitos avaliados em nosso estudo são das categorias de base, sendo que os fatores maturacionais também interferem nos desequilíbrios musculares, conforme apontam Atkins et al.²⁵. Estes autores descrevem que os desequilíbrios musculares bilaterais tornam-se relevantes no início da adolescência e que, ao final desta, as diferenças reduzem. Os autores

afirmam haver um “gatilho” durante o início da adolescência, quando os desequilíbrios bilaterais se tornam marcantes, contudo ainda são incertas as razões pelas quais tais assimetrias desenvolvem-se nessa fase.

Buscando identificar possíveis associações entre as assimetrias musculares e o posicionamento tático dos atletas, percebemos que houve uma associação entre a assimetria unilateral (relação I:Q) e a posição de ataque. Este resultado é relevante, conforme sugerem Śliwowski et al.²⁶, uma vez que os estudos geralmente comparam o perfil isocinético conforme o posicionamento dos atletas em campo e não levam em consideração os desequilíbrios musculares entre as posições.

Assim, para explicar os nossos achados, Bogdanis e Kalapotharakos²⁷ encontraram que os atletas de futebol com assimetrias unilaterais (baixos valores da relação I:Q) foram os que apresentaram o músculo quadríceps mais forte, havendo uma significativa associação entre essas variáveis, enquanto que os atletas com valores mais baixos de força de quadríceps apresentaram a relação I:Q mais próxima dos valores recomendados. Esses desequilíbrios unilaterais, associados ao aumento da força de quadríceps em relação ao antagonista, podem estar atrelados aos aspectos de treinamento, especialmente dos atacantes. Conforme Carvalho e Cabri²⁸, tal treinamento é realizado principalmente com movimentos técnicos de sprints curtos, saltos e chutes, demandando grande trabalho do quadríceps femoral. Desta forma, sugerimos que os atacantes apresentaram associação com a assimetria unilateral em nosso estudo, devido às próprias características do treinamento realizado, inerentes a esse posicionamento.

Frente aos nossos resultados, referentes a altos percentuais de assimetrias musculares, é importante que programas voltados à prevenção de lesões em jovens atletas de futebol sejam inseridos em sua rotina, como é o caso do estudo de Zarei et al.²⁹. Estes autores encontraram contribuições importantes de um programa de prevenção de lesão em jogadores jovens de futebol (idade 11,5 ± 0,8 anos), sobre variáveis de força isocinéticas. Os autores acreditam que o ganho de força obtido possa melhorar o desempenho dos jogadores e contribuir para uma redução no risco de lesões a longo prazo. Corroborando, para atletas jovens há evidências de que programas de força e

condicionamento projetados adequadamente tenham o potencial de estimular o desenvolvimento motor / esportivo e ajudar a prevenir lesões agudas por uso excessivo^{30,31}.

Como limitações do estudo, destaca-se a não avaliação maturacional dos atletas, a falta de um cálculo amostral (para permitir resultados mais conclusivos) e o baixo número de atletas avaliados na categoria Sub-13.

CONCLUSÃO

Ao analisar os resultados deste estudo, foram encontradas diferenças de força muscular entre as categorias Sub-13 e Sub-15, bem como no perfil antropométrico. Nas três categorias, evidenciaram-se altos percentuais de assimetrias uni e bilaterais de flexores e extensores de joelho. Ao avaliar o desempenho muscular nas diferentes posições, houve associação entre assimetria unilateral (I:Q) e a posição de ataque.

Diante dos nossos resultados, apoia-se a ideia de avaliar cada vez mais o desempenho muscular em jovens jogadores de futebol, a fim de corrigir assimetrias. É importante levar em consideração os fatores relacionados à maturação muscular nas diversas categorias. Por esses motivos, a associação de um treinamento respeitando cada categoria aliado a programas rotineiros de prevenção de lesões auxiliam os atletas a melhorar o equilíbrio muscular e a prevenir lesões que os afastem do futebol.

REFERÊNCIAS

1. Zabka FF, Valente HG, Pacheco AM. Avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores de joelho em jogadores de futebol profissional. *Rev Bras Med Esporte*. 2011;17(3):189-192. Doi: 10.1590/S1517-86922011000300008.
2. Gaspar-Junior JJ, Onaka GM, Barbosa FSS, Martiez PF, Oliveira-Junior SA. Epidemiological profile of soccer-related injuries in a state Brazilia championship: An observational study of 2014–15 season. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2018;10(2):374-379. Doi: 10.1016/j.jcot.2018.05.006.
3. Rabello LM, Guerino CS, Oliveira MR, Fregueto JH, Camargo MZ, Lopes LD, Shigaki L, Gobbi C, Gil AW, Kamuza C, Silva Jr. RA. Relação entre

- testes funcionais e plataforma de força nas medidas de equilíbrio em atletas. *Rev Bras Med Esporte*. 2014;20(3):219-222. Doi: 10.1590/1517-86922014200301720.
4. Goulart LF, Dias RMT, Altimari LR. Força isocinética de jogadores de futebol categoria sub20: comparação entre diferentes posições de jogo. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 2007;9(2):165-169.
 5. Pinto M, Mascarello R, da Silva MA. Treinamento de força nas categorias de base do futebol: conhecimento e consequência. *Do corpo: Ciências e Artes*. 2017;7(1):98-116.
 6. Tricoli V. Papel das ações musculares excêntricas nos ganhos de força e de massa muscular. *Revista da Biologia*. 2018;11(1):38-42. Doi: 10.7594/revbio.11.01.06.
 7. Soares ATS, Teixeira LP, Lara S. Desempenho isocinético de atletas de futsal sub-13 após a prática do protocolo Fifa 11+. *Fisioter. Pesqui.* 2019;26(1):44-50. Doi: 10.1590/1809-2950/18000226012019
 8. Nunes RFH, Dellagrana RA, Nakamura FY, Buzachera CF, Almeida FAM, Flores LJJ, Guglielmo LGA, da Silva SG. Isokinetic assessment of muscular strength and balance in brazilian elite futsal players. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2018;3(1):94-103. Doi: 10.26603/ijsp20180094
 9. Cruz RM. A formação de atletas de futebol: um estudo na categoria sub-15 do Cruzeiro Esporte Clube, Belo Horizonte-MG. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*. 2012;4(13):189-194.
 10. Gaya A, Gaya AR. [homepage on the Internet]. Projeto Esporte Brasil PROESP-Br Manual de testes e avaliação - Versão 2016. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/proesp/arquivos/manual-proesp-br-2016.pdf>.
 11. Perrin, DH, Robertson RJ, Ray RL. Bilateral isokinetic peak torque, torque acceleration energy, power, and work relationships in athletes and non-athletes. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*. 1987;9(5):184-189.
 12. Ferreira AP, Gomes SA, Ferreira CES, Arruda MD, França NMD. Avaliação do desempenho isocinético da musculatura extensora e flexora do joelho de atletas de futsal em membro dominante e não dominante. *Rev Bras Ciênc Esporte*. 2010;32(1):229-43. Doi: 0.1590/S0101-32892010000400016.
 13. Terreri ASAP, Greve JMD, Amatuzzi MM. Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Rev Bras Med Esporte*. 2001;7(5):170-174. Doi: 10.1590/S1517-086922001000200004
 14. Wilk KE. Isokinetic testing: goals, standards and knee test interpretation. In: Biodex Medical Systems Inc. Biodex System 3. Advantage Software. Operations Manual. New York; 1991.p.5-10
 15. De Lira CAB, Mascarin NC, Vargas VZ, Vancini RL, Andrade MS. Isokinetic knee muscle strength profile in brazilian male soccer, futsal, and beach soccer players: a cross-sectional study. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. 2017;12(7):1103-1110. Doi: 10.16603/ijsp20171103.
 16. Goswami B, Roy AS, Dalui R, Bandyopadhyay A. Impact of pubertal growth on physical fitness. *American Journal of Sports Science and Medicine*. 2014;2(5):34-39. Doi: 10.12691/ajssm-2-5A-8.
 17. Siervogel RM, Demerath EW, Schubert C, Remsberg KE, Chumlea WC, Sun S, Czerwinski SA, Towne B. Puberty and body composition. *Horm Res*. 2003; 60(1):36-45. Doi: 10.1159/000071224.
 18. Tønnessen E, Svendsen IS, Olsen IC, Guttormsen A, Haugen T. Performance development in adolescent track and field athletes according to age, sex and sport discipline. *PLoS one*. 2015;10(6): p.e0129014. Doi: 10.1371/journal.pone.0129014.
 19. Malina RM. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2014;85(2):157-173. Doi: 10.1080/02701367.2014.897592.
 20. Armstrong N, Welsman Jr, Nevill AM, Kirby BJ. Modeling growth and maturation changes in peak oxygen uptake in 11-13 yr olds. *Journal of Applied Physiology*. 1999;87(6):2230-2236. Doi: 10.1152/jappl.1999.87.6.2230.
 21. Spagnuolo DL, Machado FA, Peccin MS. Avaliação da simetria e descarga de peso entre os membros inferiores de atletas de futebol da categoria de base. *Rev Bras Med Esporte*. 2013;19(6):442-447. Doi: 10.1590/S1517-86922013000600013.
 22. Fousekis K, Tsepis E, Vagenas G. Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *J Sports Sci Med*. 2010;9(3):364-373.

23. McLean B, Tumilty D. Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *Br J Sports Med.* 1993;27(4):260–262. Doi: 10.1136/bjism.27.4.260.
24. Mognoni P, Narici M, Sirtori M, Lorenzelli F. Isokinetic torques and maximal velocity in young soccer players. *J Sports Med Phys Fit.* 1994;34(4):357–361.]
25. Atkins SJ, Bentley I, Hurst HT, Sinclair JK, Hesketh C. The presence of bilateral imbalance of the lower limbs in elite youth soccer players of different ages. *J Strength Cond Res.* 2016;30(4):1007-1013. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3182987044.
26. Śliwowski R, Grygorowicz M, Hojszyk R, Jadczyk L. The isokinetic strength profile of elite soccer players according to playing position. *PLoS ONE.* 2017;12(7):e018217. Doi: 10.1371/journal.pone.0182177.
27. Bogdanis GC, Kalapotharakos VI. Knee Extension Strength and Hamstrings-to-Quadriceps Imbalances in Elite Soccer Players. *Int J Sports Med* 2016;37(2):119-124. Doi: 10.1055/s-0035-1559686.
28. Carvalho P, Cabri J. Avaliação isocinética da força dos músculos da coxa dos futebolistas. *Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto.* 2007;1(2):4-12.
29. Zarei M, Abbasi H, Daneshjoo A, Gheitasi M, Johari K, Faude O, Rommers N, Rössler R. The effect of the “11+ kids” on the isokinetic strength of young football players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019;(8):1-19. Doi: 10.1123/ijsp.2018-0827.
30. Faigenbaum AD, Lloyd RS, MacDonald J, Myer GD. Citius, Altius, Fortius: beneficial effects of resistance training for young athletes: Narrative review. *Br J Sports Med.* 2016;50(1):3-7. Doi: 10.1136/bjsports-2015-094621.
31. Lloyd RS, Radnor JM, De Ste Croix MB, Cronin JB, Oliver JL. Changes in sprint and jump performances after traditional, plyometric, and combined resistance training in male youth pre- and post-peak height velocity. *J. Strength Cond. Res.* 2016;30: 1239–1247. Doi: 10.1519/JSC.0000000000001216.