

# EXERCÍCIOS PLIOMÉTRICOS RESISTIDOS AUMENTAM A FORÇA MUSCULAR EM JOVENS JOGADORES DE BASQUETEBOL

RESISTED PLYOMETRIC EXERCISES INCREASE MUSCLE STRENGTH IN YOUNG BASKETBALL PLAYERS

LOS EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS RESISTIDOS AUMENTAN LA FUERZA MUSCULAR EN JÓVENES JUGADORES DE BALONCESTO

Omer Pamuk<sup>1</sup>   
(Profissional de Educação Física)  
Erdal Hanci<sup>2</sup>   
(Médico do Esporte)  
Nehir Ucar<sup>3</sup>   
(Fisioterapeuta)  
Nurlan Hasanli<sup>4</sup>   
(Profissional de Educação Física)  
Aliye Gundogdu<sup>4</sup>   
(Profissional de Educação Física)  
Y. Gul Ozkaya<sup>5</sup>   
(Fisiologista)

1. Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculdade de Educação Física e Esportes, Karaman, Turquia.
2. Hospital de Treinamento e Pesquisa Sevket Yilmaz, Departamento de Medicina Esportiva, Bursa, Turquia.
3. Mehmet Akif Ersoy University, Faculdade Vocacional de Serviços de Saúde, Burdur, Turquia.
4. Akdeniz University, Faculdade de Ciências do Esporte, Departamento de Ciências do Movimento e do Treinamento, Antalya, Turquia.
5. Akdeniz University, Faculdade de Ciências do Esporte, Departamento de Ciências da Saúde do Esporte, Antalya, Turquia.

## Correspondência:

Omer Pamuk  
School of Physical Education and Sports, Karamanoğlu Mehmetbey University, Yunus Emre Campus, 70200, Karaman, Turkey.  
omrpk03@gmail.com

## RESUMO

**Introdução:** Os métodos de treinamento que aumentam a força muscular têm importante efeito no basquete. **Objetivos:** Este estudo foi planejado para investigar o efeito de um programa de treinamento pliométrico resistido de 12 semanas sobre a força muscular isocinética em jovens jogadores de basquete. **Métodos:** Trinta e cinco atletas do sexo masculino que faziam treinamento regular de basquete foram designados randomicamente a um de três grupos: grupo controle (C), grupo exercícios pliométricos (P) e grupo exercícios pliométricos resistidos (PR). Todos os jogadores participavam do programa de treinamento de basquete padrão 5 dias por semana durante 12 semanas. Enquanto o grupo controle realizou apenas o treinamento de basquete padrão, o grupo P teve pliometria e o grupo PR teve um programa de exercícios pliométricos resistidos 3 dias por semana. A altura do salto vertical e a força muscular isocinética a 60°/s, 180°/s e 300°/s foram medidas no início e no final do estudo. **Resultados:** Os programas de treinamento pliométrico e pliométrico resistido não alteraram o desempenho do salto vertical. No entanto, a força muscular isocinética aumentou em todos os ângulos nos grupos P e PR. **Conclusão:** Os programas de treinamento pliométrico e pliométrico resistido aplicado por 12 semanas têm efeito positivo sobre a força muscular de jovens jogadores de basquete. **Nível de evidência II; Estudos terapêuticos - Investigação de resultados de tratamento.**

**Descritores:** Basquete; Dinamômetro de força muscular; Treinamento; Performance atlética; Adolescente.

## ABSTRACT

**Introduction:** Training methods that increase muscle strength have an important effect on basketball. **Objectives:** This study was planned to investigate the effect of a 12-week resisted plyometric training program for isokinetic muscle strength in young basketball players. **Methods:** Thirty-five male athletes who participate in regular basketball training were randomly assigned to one of three groups: the control group (C), the plyometric exercise group (P), and the resisted plyometric exercise group (RP). All the players participated in the standard basketball training program 5 days a week for 12 weeks. While the control group performed only standard basketball training, the P group and the RP group participated in plyometric and resisted plyometric exercise programs, respectively, 3 days a week. Vertical jump height and isokinetic muscle strength at 60, 180 and 300°s<sup>-1</sup> were measured at the beginning and end of the study. **Results:** The plyometric and resisted plyometric training programs did not alter vertical jump performance. However, isokinetic muscle strength increased at all angles in the P and RP groups. **Conclusion:** Plyometric and resisted plyometric training programs applied for 12 weeks have a positive effect on muscle strength in young basketball players. **Level of evidence II; Therapeutic studies - investigation of treatment results.**

**Keywords:** Basketball; Muscle strength dynamometer; Training; Athletic performance; Adolescent.

## RESUMEN

**Introducción:** Los métodos de entrenamiento que aumentan la fuerza muscular tienen un efecto importante en el baloncesto. **Objetivos:** Este estudio se planificó para investigar el efecto de un programa de entrenamiento pliométrico resistido de 12 semanas sobre la fuerza muscular isocinética en jóvenes jugadores de baloncesto. **Métodos:** Treinta y cinco atletas masculinos que entrenaban baloncesto de forma regular fueron asignados aleatoriamente a uno de los tres grupos: grupo de control (C), grupo de ejercicio pliométrico (P) y grupo de ejercicio pliométrico resistido (PR). Todos los jugadores participaron en el programa estándar de entrenamiento de baloncesto 5 días a la semana durante 12 semanas. Mientras que el grupo de control solo realizaba el entrenamiento estándar de baloncesto, el grupo P la técnica de pliometría y el grupo PR un programa de ejercicios pliométricos resistidos 3 días a la semana. Se midieron la altura del salto vertical y la fuerza muscular isocinética a 60o/s, 180o/s y 300o/s al inicio y al final del estudio. **Resultados:** Los programas de entrenamiento pliométrico y pliométrico resistido no alteraron el rendimiento del salto vertical. Sin embargo, la fuerza muscular isocinética



umentó en todos los ángulos en los grupos P y PR conclusión: Los programas de entrenamiento pliométrico y pliométrico resistido aplicados durante 12 semanas tienen un efecto positivo en la fuerza muscular de jóvenes jugadores de baloncesto. **Nivel de evidencia II; Estudios terapéuticos: investigación de los resultados del tratamiento.**

**Descriptor:** Baloncesto; Dinamómetro de fuerza muscular; Entrenamiento; Rendimiento atlético; Adolescente.

DOI: [http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202228042020\\_0125](http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202228042020_0125)

Artigo recebido em 17/11/2020 aprovado em 04/10/2021

## INTRODUÇÃO

O basquete é um esporte coletivo de alta intensidade que requer agilidade, capacidade de pular, correr e mudar de direção, bem como habilidades técnicas e táticas.<sup>1-3</sup> Consequentemente, a capacidade de produzir força, potência e velocidade são desempenhos físicos importantes para jogadores desse esporte.<sup>4</sup> Devido a essas demandas, os mecanismos aeróbicos e anaeróbicos são altamente ativados para fornecer energia durante o basquete.<sup>4</sup>

Os níveis de força explosiva são essenciais para o desempenho no basquete, principalmente para aprimorar o salto vertical.<sup>4</sup> Dois métodos de treinamento, a saber, pliometria resistida e treinamento pliométrico, são, em geral, empregados para melhorar a força explosiva de jogadores de basquete.<sup>5,6</sup>

O treinamento pliométrico (TP) constitui uma parte natural dos movimentos no basquete, porque envolvem saltos verticais, saltos e pulos<sup>7</sup> e uma combinação de contrações excêntricas e concêntricas pelas quais os músculos são engajados.<sup>8</sup> Portanto, demonstrou-se que o TP melhora o desenvolvimento da força e potência muscular de modo uniforme.<sup>9</sup> Deste modo, é importante incluir atividades específicas de TP nos programas de treinamento para melhorar as habilidades atléticas essenciais.

O treinamento de resistência é implementado no TP pelos treinadores, pois pode melhorar a capacidade de salto dos atletas.<sup>10</sup> Há vários métodos de treinamento resistido que os treinadores usam em conjunto com exercícios pliométricos, como exercícios aquáticos,<sup>11</sup> treinamento com halteres<sup>12</sup> ou colete com pesos.<sup>13</sup> Alemdaroglu *et al.* investigaram os efeitos do treinamento pliométrico depois de séries de pares de resistência em alunos e constataram aumento do desempenho do salto vertical e da força muscular.<sup>14</sup> O efeito do treinamento pliométrico e pliométrico resistido sobre os parâmetros de desempenho físico resultará na otimização do desenvolvimento individual e das habilidades do atleta. Portanto, programas atléticos que incluem TP e TP resistido podem ser eficazes para desenvolver e manter os parâmetros físicos do atleta ao longo de uma temporada.

Na literatura, relativamente poucos estudos investigaram os efeitos do TP resistido usando um dispositivo fabricado para essa finalidade, como o Vertimax, sobre os parâmetros de desempenho físico dos atletas. Rhea *et al.* mostraram que o treinamento resistido com Vertimax resultou em aumento do desempenho do salto vertical em comparação com o treinamento clássico em atletas de diferentes esportes, como beisebol, ginástica, futebol e basquete.<sup>15</sup> Outros estudos encontraram maiores efeitos de salto do método pliométrico tradicional com relação à pliometria resistida em estudantes com treinamento recreativo.<sup>16</sup> Os resultados de voluntários ativos recreativos ou atletas de diferentes esportes não podem ser generalizados em grupos distintos, como jogadores de basquete, cujas habilidades e demandas são altamente específicas. Em sua revisão recente, Makaruk *et al.* apontaram a escassez de estudos sobre mecanismos que expliquem os efeitos específicos do treinamento pliométrico resistido sobre as necessidades de diferentes tipos de esportes.<sup>17</sup>

Este estudo teve como objetivo investigar o efeito do TP e do TP resistido usando um dispositivo Vertimax padrão sobre o desempenho do salto vertical e a força muscular isocinética em jovens atletas que realizam treinamento regular de basquete.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Participantes

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Akdeniz (aprovação No. 09.03.2016/177), de acordo com a última versão da Declaração de Helsinque. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes do início dos testes e programas de treinamento. Os atletas foram avaliados quanto a doenças crônicas como cardiopatias, diabetes, acidente vascular cerebral, hipertensão, uso de drogas, histórico de alergias e lesões esportivas. Os participantes que decidiram se retirar do estudo foram excluídos da análise.

Participaram do estudo 60 jogadores de basquete do sexo masculino com idades entre 15 e 16 anos que atuavam em um clube esportivo profissional há pelo menos quatro anos. Os atletas que não poderiam permanecer no estudo por mais de uma semana por causa de lesão durante o treinamento em campo, desistência dos esportes, transferência ou doença foram dispensados da avaliação. Finalmente, dados de 35 atletas (média:  $4 \pm 1,8$  anos de experiência com treinamento) foram analisados.

Os participantes foram divididos randomicamente em três grupos: um grupo controle, que realizou o treinamento padrão de basquete (C); um grupo que participou do TP além do treinamento padrão de basquete (P); e um grupo que foi submetido ao treinamento pliométrico resistido (PR) usando um dispositivo Vertimax (Vertimax LLC, Modelo V8, Tampa, Flórida, EUA), além do treinamento de basquete padrão. Inicialmente, 60 atletas foram recrutados - 20 no grupo PR, 20 no grupo P e 20 no grupo C. No entanto, 25 participantes foram excluídos e os dados de 35 atletas - 12 no grupo C, 11 no grupo P e 12 no grupo PR - foram analisados. Antes de realizar o experimento, um médico do esporte examinou todos os atletas; os testes laboratoriais indicaram que nenhum atleta tinha problemas médicos que os impedissem de participar do estudo.

### Programa de treinamento

O programa de treinamento foi conduzido por 12 semanas para todos os três grupos. Assim, o grupo C fez o treinamento padrão de basquete por 12 semanas (Tabela 1), enquanto os grupos P e PR realizaram treinamento pliométrico e resistido, respectivamente, três vezes por semana, além do treinamento padrão de basquete por 12 semanas (Figura 1) (Tabelas 2 e 3). Os parâmetros indicados abaixo foram medidos no início e no final do programa de treinamento.

### Procedimento

#### Testes basais

A estatura dos participantes foi medida usando um medidor ultrassônico (Soehnle-Waagen GmbH & Co. KG). Os parâmetros de composição corporal foram medidos com um dispositivo de impedância bioelétrica (TANITA, TBF-300, Tóquio, Japão) enquanto os atletas estavam descalços e vestindo roupas leves.

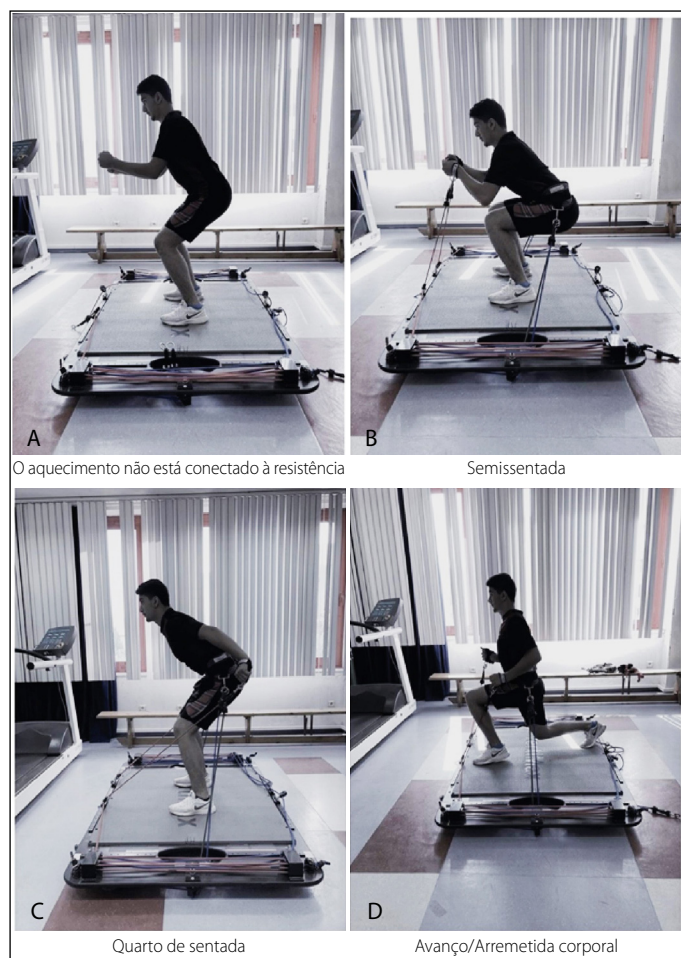
#### Protocolo de teste de salto vertical

O teste de salto vertical foi realizado com a bateria de testes Newtest 2000 (Jumpmeter). Os participantes faziam o salto vertical o mais alto possível dobrando os joelhos e com apoio dos braços e joelhos; realizaram

**Tabela 1.** Características da composição corporal dos grupos de estudo.

Variáveis	Pré-treino			Pós-treino		
	C	P	PR	C	P	PR
Idade (anos)	15,50±0,52	15,46±0,82	15,75±0,75	15,75±0,52	15,71±0,82	16,00±0,75
Estatura (cm)	183,5±4,66	179,09±9,13	184,08±11,8	186±6,16	179,73±9,61	184,75±11,26
Massa corporal (kg)	70,21±7,71	68,56±14,75	73,90±14,93	71,17±8,05	70,36±14,02	75,17±14,69
IMC, kg/m <sup>2</sup>	21,55±2,07	20,86±3,01	2,77±2,62	21,54±2,06	21,74±2,76	22,48±2,44
% de gordura	18,08±3,87	15,78±3,85	16,84±3,57	18,07±3,89	16,35±4,17	17,32±3,86
Massa gorda (kg)	13,41±4,16	11,29±5,25	12,83±4,33	13,69±4,21	12,15±5,47	13,62±4,78
MM (kg)	59,15±6,14	57,25±10,41	61,45±11,58	59,10±6,13	59,18±9,84	63,17±11,37
<b>Massa de músculo esquelético</b>						
Total	56,03±5,91	54,36±9,93	58,37±11,04	56,16±5,85	56,23±9,40	60,04±10,88
Membro inferior	19,93±2,52	19,83±4,04	20,99±4,27	20,02±2,46	20,02±3,72	21,15±4,19
Membro superior	5,38±0,55	5,45±0,98	5,80±1,17	5,45±0,57	5,72±0,96	5,98±1,13
Tronco	30,54±3,09	29,09±5,13	30,95±4,91	30,98±3,52	30,49±4,98	32,33±4,99

IMC Índice de massa corporal MM: Massa magra. C: Grupo controle P: Grupo pliométrico PR: Grupo pliométrico resistido.



**Figura 1.** Demonstrações dos exercícios pliométricos resistidos na plataforma Vertimax.

três saltos e o salto mais alto foi registrado. A potência anaeróbica (watts) foi calculada com a seguinte fórmula:

$$\text{Potência anaeróbica} = \text{Massa corporal (kg)} \times \text{Distância (m)}^2 / \text{Tempo (s)}^3$$

### Protocolo de testes com dinamômetro isocinético

As medidas de força dos músculos extensores e flexores de ambos os joelhos foram obtidas por meio de um dinamômetro isocinético (CSMI Humac Norm, Stoughton, EUA). Depois de 15 minutos de aquecimento e alongamento dos grupos musculares flexores e extensores de ambos os joelhos e antes da mensuração foi feita a calibração do aparelho para cada participante.

A força muscular concêntrica isocinética dos participantes foi testada com protocolo que incluiu 4, 4 e 20 repetições nas velocidades angulares

**Tabela 2.** Programa de treinamento padrão para todos os grupos do estudo.

Semana	Número do treino/semana	Conteúdo	Semana	Número do treino/semana	Conteúdo
1	4	Corrida de resistência	7	10	Treino misto + tática
		Condição geral + treinamento fundamental			Treinamento para competição
2	7	Condição geral + treinamento fundamental	8	10	Treinamento combinado
		Treino técnico + misto			Treinamento combinado
3	10	Condição geral + treinamento técnico	9	6	Treinamento combinado
		Técnico + tático			Treinamento combinado
4	10	Treinamento técnico + condição geral	10	6	Tático + arremesso
		Treinamento técnico + arremesso			Tático + arremesso
5	10	Treinamento técnico + arremesso	11	6	Preparação para as partidas
		Treinamento técnico + tático + condição geral			Condição geral + arremesso
6	10	Técnico + arremesso	12	6	Preparação para as partidas
		Técnico + tático			Preparação para as partidas

de 60°/s, 180°/s e 300°/s, respectivamente. Foram realizadas três repetições em cada velocidade angular, para aumentar a orientação dos participantes na aplicação do teste. A fim de prevenir o desenvolvimento de fadiga, estabeleceu-se um período de repouso de dois minutos entre as medições de força do membro dominante e do não dominante e um período de repouso de 20 segundos entre as velocidades angulares. Os participantes foram encorajados verbalmente a desempenhar em capacidade máxima durante os testes. Os valores da força muscular foram obtidos pelo software do dinamômetro isocinético. Os valores do momento de pico foram usados como o parâmetro de força.

### Análise estatística

O software SPSS 23.0 (IBM, EUA) foi usado para a análise estatística dos dados. Os resultados são apresentados como médias ± desvios padrão (DP). O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para determinar a distribuição dos parâmetros. A análise de variância (ANOVA) de uma via foi usada para a análise dos parâmetros com distribuições homogêneas,

enquanto o teste de Kruskal-Wallis foi usado para a análise intergrupo dos parâmetros que não apresentaram distribuição normal. A comparação entre as medidas iniciais e finais foi avaliada com um teste *t* pareado e  $p < 0,05$  foi o nível de significância estatística. Os tamanhos do efeito (TE) foram calculados como a diferença média entre as medições inicial e final dividida pelo DP da medição basal para cada grupo. Os valores de TE de 0,01 a 0,19 foram considerados muito pequenos, 0,2 a 0,49 pequenos, 0,5 a 0,79 moderados e  $> 0,80$  grandes.

## RESULTADOS

As características da composição corporal entre os grupos são apresentadas na Tabela 1. Os resultados da análise estatística mostraram que os indivíduos dos três grupos tinham características demográficas semelhantes. Não foram observadas diferenças significativas entre as medidas iniciais e finais ( $p > 0,05$ ).

As medidas iniciais e finais (pós-experimento) da potência anaeróbia entre os grupos de estudo são apresentadas na Tabela 4. Embora os participantes em todos os grupos tenham tido aumento dos escores de altura de salto pós-experimento, o aumento moderado foi observado apenas no grupo controle ( $p < 0,05$ ; TE: 0,5). Os valores de potência anaeróbia do teste de salto vertical aumentaram ligeiramente depois de exercícios pliométricos simples ou resistidos.

Os resultados pré e pós-experimento do momento de pico isocinético a 60°/s do joelho direito e esquerdo durante a extensão e flexão entre os grupos de estudo são apresentados na Tabela 5. Não foram encontradas diferenças significativas nos resultados do momento de pico do extensor isocinético entre os grupos. No entanto, um aumento no momento de pico isocinético durante a flexão foi encontrado nos grupos C, P e PR. O TE do aumento foi considerado pequeno, moderado e grande para os grupos C, P e PR, respectivamente.

O momento de pico isocinético a 180°/s do joelho direito e do esquerdo durante a extensão e flexão entre os grupos de estudo é apresentado na Tabela 6. Um aumento estatisticamente significativo foi encontrado nos grupos P e PR durante a flexão e extensão do joelho. Os valores de TE do momento de pico durante a extensão do joelho foram moderados em ambos os grupos, enquanto o TE foi moderado no grupo P e grande no grupo PR durante a flexão do joelho.

Os resultados pré e pós-experimento do momento de pico isocinético a 300°/s do joelho direito e esquerdo durante a extensão e flexão entre os grupos de estudo são apresentados na Tabela 7. Um aumento nos valores do momento de pico foi encontrado nos grupos C e P durante a extensão do joelho; no entanto, os valores de TE foram notavelmente grandes nos grupos P e PR durante a flexão do joelho.

**Tabela 3.** Programa de treinamento dos grupos P e PR.

Semanas	Cronograma de treinamento		Conjuntos x repetições		Repouso				NL e GR*		Número do treino/semana	
			P	PR	Repetições		Entre conjuntos (min.)		P	PR	P	PR
	P (salto vertical)	PR (salto vertical)			P	PR	P	PR				
1.2.	Aquecimento	Aquecimento	1x10	1x10	1	1	3	3	0	RZ	3	3
	Semissentada	Semissentada	2x10	2x10	1	1	3	3	0	FL; 2*		
	Quarto de sentada	Quarto de sentada	2x10	2x10	1	1	3	3	0	FL; 2*		
	Avanço corporal	Avanço corporal	1x10	1x10	1	1	3	3	0	RZ		
3.4.	Aquecimento	Aquecimento	1x10	1x10	1	1	3	3	0	RZ	3	3
	Semissentada	Semissentada	2x12	2x12	1	1	3	3	0	FL; 2		
	Quarto de sentada	Quarto de sentada	2x12	2x12	1	1	3	3	0	FL; 2*		
	Avanço corporal	Avanço corporal	1x6	1x10	1	1	3	3	0	RZ		
5.6.	Aquecimento	Aquecimento	1x10	1x10	1	1	3	3	0	RZ	3	3
	Quarto de sentada Jump	Quarto de sentada Jump	2x12	2x10	1	2	3	3	0	FL; 3*		
	Avanço corporal Jump	Avanço corporal Jump	1x10	1x10	1	1	3	3	0	RZ		
	Semissentada	Semissentada	2x12	2x10	1	2	3	3	0	FL; 3*		
7.8.	Aquecimento	Aquecimento	1x10	1x10	1	1	3	3	0	RZ	3	3
	Semissentada	Semissentada	3x10	2x12	2	2	3	3	0	FL; 3*		
	Quarto de sentada	Quarto de sentada	3x10	2x12	2	2	3	3	0	FL; 3*		
	Avanço corporal	Avanço corporal	1x10	1x10	1	1	3	3	0	RZ		
9.10	Aquecimento	Aquecimento	1x10	1x10	1	1	3	3	0	RZ	3	3
	Semissentada	Semissentada	3x12	2x10	2	2	3	3	0	FL; 4*		
	Quarto de sentada	Quarto de sentada	3x12	2x10	2	2	3	3	0	FL; 4*		
	Avanço corporal	Avanço corporal	1x10	1x10	1	1	3	3	0	RZ		
11.12	Aquecimento	Aquecimento	1x10	1x10	1	1	3	3	0	RZ	3	3
	Semissentada	Semissentada	4x10	2x12	2	2	3	3	0	FL; 4*		
	Quarto de sentada	Quarto de sentada	4x10	2x12	2	2	3	3	0	FL; 4*		
	Avanço corporal	Avanço corporal	1x10	1x10	1	1	3	3	0	RZ		

P: Grupo pliométrico; PR: Grupo pliométrico resistido; NL: Número de ligação, GR\*: Grau de resistência, RZ: Resistência zero, FL: Quatro localizações.

**Tabela 4.** Resultados de potência anaeróbia de todos os grupos de estudo (watts) (média + DP).

Grupos	Potência anaeróbia (watts)		TE (Tamanho do efeito)	Altura do salto (cm)		TE (Tamanho do efeito)
	Pré-treinamento	Pós-treinamento		Pré-treinamento	Pós-treinamento	
C (n=12)	4946,51±761,75	5201,34±710,12	0,3	58,17±7,64	62,00±6,72*	0,5
P (n=11)	4555,26±749,64	4732,25±775,86	0,2	54,64±6,76	55,55±10,09	0,1
PR (n=12)	4936,79±714,04	5158,04±648,38	0,3	56,83±6,91	58,58±7,01	0,2

C: Grupo controle; P: Grupo pliométrico; PR: Grupo pliométrico resistido. \* $p < 0,05$ , diferença da medida pré-treinamento.

**Tabela 5.** Resultado do momento de pico isocinético do joelho durante flexão e extensão a 60°/s (N).

	Grupo	Direita/ Esquerda	Pré-treino	Pós-treino	Tamanho do efeito (pré-pós)
			(Nm)	(Nm)	
			X	X	
Extensão	C	Direita	192,67±33,44	200,17±27,83	0,24
		Esquerda	185,08±27,29	184,42±28,37	-0,02
	P	Direita	189,45±32,56	194,73±38,42	0,15
		Esquerda	175,91±38,47	190,00±33,68	0,39
	PR	Direita	198,50±47,49	209,25±50,19	0,22
		Esquerda	192,17±43,08	200,33±46,98	0,18
Flexão	C	Direita	110,17±13,29	112,75±16,40	0,17
		Esquerda	112,50±21,49	120,25±17,9*	0,39
	P	Direita	106,18±26,20	122,36±28,54*	0,59
		Esquerda	108,18±23,36	118,64±20,67	0,48
	PR	Direita	125,67±25,45	148,33±32,71*#	0,78
		Esquerda	119,17±25,07	134,25±30,74	0,54

C: Grupo controle; P: Grupo pliométrico; PR: Grupo pliométrico resistido. \*p < 0,05, diferença da medição pré-treino; #p < 0,05, diferença da medição correspondente do grupo P.

**Tabela 6.** Resultados do momento de pico isocinético do joelho durante flexão e extensão a 180°/s (Nm).

	Grupo	Direita/ Esquerda	Pré-treino	Pós-treino	Tamanho do efeito (pré-pós)
			(Nm)	(Nm)	
			X	X	
Extensão	C	Direita	122,2±18,17	133,6±14,22	0,70
		Esquerda	120,9±16,45	122,4±17,15	0,09
	P	Direita	122,27±23,58	132,64±26,96*	0,41
		Esquerda	117,91±21,94	130±22,57*	0,54
	PR	Direita	132,22±15,01	143,56±16,71*	0,72
		Esquerda	135,44±16,69	141,89±20,62	0,35
Flexão	C	Direita	81,8±9,61	84,2±8,94	0,26
		Esquerda	84,2±15,06	84,2±14,51	0,00
	P	Direita	82,82±19,91	94,73±21,58*	0,57
		Esquerda	83,18±19,63	92,64±16,87*	0,52
	PR	Direita	91,22±14,69	116±16,35*#	1,60
		Esquerda	93,11±9,73	103,56±13,95*	0,88

C: Grupo controle P: Grupo pliométrico PR: Grupo pliométrico resistido. \*p < 0,05, diferença da medida pré-treino; #p < 0,05, diferença da medida correspondente do grupo P.

**Tabela 7.** Resultados do momento de pico isocinético do joelho durante flexão e extensão a 300°/s (Nm).

	Grupo	Direita/ Esquerda	Pré-treino	Pós-treino	Tamanho do efeito
			(Nm)	(Nm)	
			X	X	
Extensão	C	Direita	86,3±11,33	91±19,06	0,31
		Esquerda	79,5±9,56	93±12,05*	1,25
	P	Direita	85,91±15,1	96,55±17,94*	0,64
		Esquerda	77,55±18,36	94,18±18,33*	0,91
	PR	Direita	96±15,54	95,11±12,54	0,06
		Esquerda	87,67±20,02	98,89±18,75	0,58
Flexão	C	Direita	60,6±8,5	62,55±9,83	0,21
		Esquerda	61±12,22	68,64±10,17	0,68
	P	Direita	64,64±11,97	74,27±15,03	0,71
		Esquerda	61,82±19,24	73,82±13,11*	0,74
	PR	Direita	72±12,61	84±9,71*#	1,08
		Esquerda	63,67±16,24	73,89±7,47	0,86

C: Grupo controle P: Grupo pliométrico PR: Grupo pliométrico resistido. \*p < 0,05, diferença da medida pré-treino; #p < 0,05, diferença da medida correspondente do grupo P.

## DISCUSSÃO

Neste estudo, exploramos o impacto do treinamento pliométrico e pliométrico resistido sobre os parâmetros de desempenho físico de jovens atletas que participam de treinamento regular de basquete. Os resultados do estudo revelaram o impacto distinto do treinamento pliométrico resistido sobre a potência das pernas.

O método TP usado no estudo tornou-se popular nos últimos anos e é seguro para atletas de todas as idades.<sup>15,16</sup> Principalmente os jovens atletas que ainda estão se desenvolvendo fisicamente, buscam melhorar sua capacidade física e habilidades atléticas por meio do treinamento. Implementar o melhor método de treinamento disponível melhora o desempenho dos atletas nessa faixa etária.

Neste estudo, a idade, as características físicas e as capacidades de desempenho físico dos atletas foram semelhantes entre os grupos. É importante ressaltar que em nosso estudo, nenhuma lesão foi causada pelo treinamento que pudesse impactar as medições finais.

Vertimax® é um aparelho que possibilita treinos combinados resistidos com o auxílio de cordas elásticas com diferentes níveis de resistência e podem ser aplicados nos braços e nas pernas. Inicialmente, o aparelho era usado três dias por semana com níveis de resistência menores e com exercícios submáximos; a resistência e as repetições aumentaram gradualmente ao longo do tempo. Como os atletas deste estudo eram adolescentes, preferiu-se três dias por semana com treinamento submáximo.

Não se verificou aumento proeminente do gasto de energia (watts) nos grupos P ou PR. Na literatura, relativamente poucos estudos usaram o dispositivo Vertimax® em diferentes períodos. McClinton *et al.*<sup>16</sup> compararam o exercício resistido agudo usando Vertimax® com o treinamento de salto vertical profundo e constataram que o treinamento de salto profundo duas vezes por semana durante seis semanas rendeu melhora superior do desempenho do salto vertical em comparação com o treinamento de salto resistido com o mesmo período e frequência de treinamento. Provavelmente, resultados diferentes surgiram devido à duração dos programas de treinamento e às diferenças metodológicas entre os dois estudos. Em contraste, no presente estudo, observou-se um aumento significativo e proeminente da força muscular no grupo PR. Esse achado requer estudos futuros que avaliem o impacto e a participação dos músculos da parte superior do corpo e do braço, que afetam o desempenho do salto vertical.

Carlson *et al.*<sup>19</sup> argumentaram que o desempenho do salto vertical é igualmente afetado por programas de treinamento de força de seis semanas, programas de treinamento pliométrico e programas de treinamento de força aplicados em conjunto com Vertimax®. Em sua metanálise, Markovicz<sup>20</sup> relatou que o TP aumenta o desempenho do salto vertical em 4,7% a 8,7% em indivíduos saudáveis. Contudo, o pesquisador chamou a atenção para os diferentes métodos usados para medir o desempenho do salto vertical (incluindo métodos que incluem apoio dos braços ou não, ou diferenças de velocidade) nos estudos sobre o tema, escassez de pesquisas em que atletas e não atletas foram avaliados de forma diferente, diferenças específicas do esporte (basquete, ciclismo, corrida de longa distância) e efeitos relativamente pequenos das intervenções.

Embora o estudo atual empregue o modelo de treinamento que o fornecedor aconselha e que foi aplicado antes, não houve diferenças significativas, provavelmente, por causa do método aplicado, o tempo e a intensidade do treinamento e as características dos participantes, como fatores genéticos, idade, peso, sexo ou nível de condição física. Preconizamos que estudos realizados com diferentes níveis de resistência fornecem informações mais claras sobre o assunto. Também consideramos o fato de o grupo controle ser formado por atletas de elite e o desempenho do salto vertical do grupo C não ser ruim em comparação com os demais grupos.

Neste estudo, a força de contração dos músculos flexores e extensores do joelho dos atletas aumentou nos grupos P e PR. Aumentar a força dos membros inferiores é muito importante em atividades esportivas, em especial quando salto e corrida são usados com frequência.<sup>21-24</sup> O

treinamento pliométrico aumenta o ciclo de alongamento-encurtamento dos músculos.<sup>18</sup> Há evidências de que programas de treinamento pliométrico resistido resultam em aumento da força muscular desenvolvida nos membros superiores, melhorando assim, o desempenho do salto vertical.<sup>25</sup> Neste estudo, não foram observadas diferenças significativas nos resultados de pico de potência extensora da perna direita e da esquerda de 60°/s entre os grupos; contudo, um aumento foi detectado nos valores de pico de potência dos flexores da perna direita de 60°/s nos grupos P e PR. Também foi observado aumento na medida do flexor e extensor direito de 180°/s nos grupos P e PR. Além disso, as medidas de potência flexora e extensora em 300°/s aumentaram notavelmente no grupo P. Nenhuma diferença significativa nos valores do momento de pico foi encontrada entre os grupos em todas as três velocidades angulares. Os programas de treinamento pliométrico e de pliometria resistida produziram mudanças significativas na potência da perna dominante, especialmente nas medições de potência máxima dos músculos flexores em 60°/s e 180°/s. O fato de não terem sido observadas diferenças significativas nos dados de potência de pico no músculo extensor mostra que os programas de treinamento usados no estudo não treinaram os músculos extensores na mesma medida que os flexores. De acordo com essa observação, Rhea *et al.* relataram que se obtém maior força muscular com o dispositivo Vertimax® em comparação com programas tradicionais de treinamento de força.<sup>15,19</sup>

Nos grupos P e PR, foram observados aumentos significativos no momento de pico isocinético durante a flexão e extensão do joelho em 60°/s, 180°/s e 300°/s; no entanto, não foram observadas melhorias na potência anaeróbica. Até onde sabemos, o presente estudo tem desenho original, uma vez que o exercício resistido (Vertimax®) foi realizado por jogadores adolescentes de basquete pela primeira vez, e também apresentou resultados estatisticamente significantes no momento de pico isocinético em 180°/s e 300°/s.

## CONCLUSÕES

Em conclusão, os resultados deste estudo mostraram claramente que, embora o efeito da potência anaeróbica seja menos pronunciado, o programa de treinamento pliométrico resistido na plataforma Vertimax® resulta em aumento da força muscular em jovens jogadores de basquete. Estudos futuros com o dispositivo Vertimax® e diferentes protocolos elucidarão o impacto da duração, frequência ou intensidade dos parâmetros específicos do basquete com mais precisão.

## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi apoiado pela Comissão de Projetos de Pesquisa Científica da Universidade Akdeniz (No. do Projeto: TYL 2016-1574).

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

**CONTRIBUIÇÃO DE AUTORES:** Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo. OP: conceito intelectual e preparação do projeto, aquisição e análise de dados, análise estatística, interpretação e redação; EH: conceito intelectual, aquisição e análise de dados; NU: aquisição e análise de dados; NH: aquisição e análise de dados; AG: aquisição e análise de dados; YGO: conceito intelectual, preparação do projeto, aquisição e interpretação dos dados. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do artigo.

## REFERÊNCIAS

1. Ferioli D, Bosio A, La Torre A, Carlomagno D, Connolly DR, Rampinini E. Different training loads partially influence physiological responses to preparation period in basketball. *J Strength Cond Res.* 2018;32(3):790–797.
2. Stojanovic E, Stojiljkovic N, Scanlan AT, Dalbo VJ, Berkemans DM, Milanovic Z. The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: A systematic review. *Sports Med.* 2018;48(1):111–135.
3. Taylor JB, Wright AA, Dischiavi SL, Townsend MA, Marmon AR. Activity demands during multidirectional team sports: A systematic review. *Sports Med.* 2017;47:2533–2551.
4. Ziv G, Lidor R. Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Med.* 2009;39(7):547–568.
5. Santos EJAM, Janeira M. The effects of plyometric training followed by detraining and reduced training periods on explosive strength in adolescent male basketball players. *J Strength Cond Res.* 2011;25(2):441–452.
6. Santos EJ, Janeira MA. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *J Strength Cond Res.* 2008;22(3):903–909.
7. Gonzalo-Skok O, Sánchez-Sabaté J, Izquierdo-Lupón L, Sáez de Villarreal E. Influence of force-vector and force application plyometric training in young elite basketball players. *Eur J Sport Sci.* 2019;19(3):305–314.
8. Komi PV. Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. *J Biomech.* 2000;33(10):1197–1206.
9. Wagner DR, Kocak MS. A multivariate approach to assessing anaerobic power following a plyometric training program. *J Strength Cond Res.* 1997;11(4):251–255.
10. Argus CK, Gill ND, Keogh JW, Blazevich AJ, Hopkins WJ. Kinetic and training comparisons between assisted, resisted, and free countermovement jumps. *J Strength Cond Res.* 2011;25:2219–2227.
11. Robinson LE, Devor ST, Merrick MA, Buckworth J. The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *J Strength Cond Res.* 2004;18:84–91.
12. Markovic S, Mirkov DM, Knezevic OM, Jaric S. Jump training with different loads: Effects on jumping performance and power output. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113(10):2511–2521.
13. Khilifa R, Aouadi R, Hermassi S, Chelly MS, Jlid MC, Hbacha H, et al. Effects of a plyometric training program with and without added load on jumping ability in basketball players. *J Strength Cond Res.* 2010;24(11):2955–2961.
14. Alemardoğlu U, Dündar U, Köklü Y, Aşçı A, Findikoğlu G. The effect of exercise order incorporating plyometric and resistance training on isokinetic leg strength and vertical jump performance: A comparative study. *Isokinet Exerc Sci.* 2013;21(3):211–217.
15. Rhea MR, Peterson MD, Lunt KT, Ayllon FN. The effectiveness of resisted jump training on the VertiMax in high school athletes. *J Strength Cond Res.* 2008;22(3):731–4.
16. McClenton LS, Brown LE, Coburn JW, Kersey RD. The effect of short-term VertiMax vs. dePMh jump training on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):321–5.
17. Makaruk H, Starzak M, Suchecki B, Czaplicki M, Stojiljković N. The Effects of Assisted and Resisted Plyometric Training Programs on Vertical Jump Performance in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Sport Sci Med.* 2020;19(2):347–357.
18. Harries SK, Lubans DR, Callister R. Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2012;15(6):532–540.
19. Carlson K, Magnussen M, Walters P. Effect of various training modalities on vertical jump. *Res Sports Med.* 2009;17:84–94.
20. Markovic, G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *Br J Sports Med.* 2007;41(6):349–355.
21. Baker, D. Selecting the appropriate exercises and loads for speed-strength development. *Strength Cond Coach.* 1995;3:8–15.
22. Cetin E, Hindistan IE, Ozkaya YG. Effect of different training methods on stride parameters in speed maintenance phase of 100-m sprint running. *J Strength Cond Res.* 2018;32(5):1263–1272.
23. Hindistan IE, Ozdogan EC, Bilgin G, Colak OH, Ozkaya YG. Effects of sprint interval training on sloping surfaces on aerobic and anaerobic power. *Biomed Hum Kinet.* 2020;12(1):41–50.
24. Haff GG, Whitley A, Potteiger JAA. A Brief Review: Explosive exercises and sports performance. *Strength Cond J.* 2001;23(3):13–20.
25. Harman EA, Rosenstein MT, Frykman PN, Rosenstein RM. The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Med Sci Sports Exerc.* 1990;22(6):825–33.