



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

Centro Universitário de Lisboa
Faculdade de Educação Física e Desporto
Mestrado em Treino Desportivo

**Influência de um macrociclo competitivo (4 meses) na
aptidão e no desempenho neuromuscular de atletas de
Ginástica Rítmica**

Dissertação apresentada a provas públicas para a obtenção do Grau de Mestre em
Treino Desportivo, orientado/a por Prof. Doutor Luís Fernandes Monteiro

Tânia Roque Vieira
Nº21910094

Lisboa
2024

www.lusofona.pt



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

Centro Universitário de Lisboa
Faculdade de Educação Física e Desporto
Mestrado em Treino Desportivo

**Influência de um macrociclo competitivo (4 meses) na
aptidão física e desempenho neuromuscular de atletas
de Ginástica Rítmica**
“VERSÃO FINAL”

Dissertação defendida em provas públicas na
Universidade Lusófona, Centro Universitário de
Lisboa no dia 17/07/2024, perante o júri, nomeado
pelo Despacho de Nomeação N°868/2024, de 25
de junho de 2024, com a seguinte composição:
Presidente: Prof. Doutor Jorge dos Santos
Proença Martins;
Arguente: Prof. Doutor Luís Miguel Rosado da
Cunha Massuça;
Orientador: Prof. Doutor Luís Fernandes Monteiro;

Lisboa
2024

Dedicatória

A todos os que me inspiraram a ser mais

Agradecimentos

Concluir este trabalho não significa apenas fechar um ciclo acadêmico, mas também celebrar o término de uma viagem enriquecedora, moldada por tantas pessoas que tocaram a minha vida, de uma maneira única, impulsionando meu crescimento pessoal e profissional. Com um coração repleto de gratidão e admiração, dedico estas palavras aos que foram fundamentais nesta jornada.

Primeiramente, devo uma imensa gratidão ao Prof. Doutor Luís Monteiro, orientador desta dissertação, cujo conhecimento técnico e capacidade de navegar por temas complexos foram essenciais. A sua habilidade para conduzir com serenidade e encorajamento inspirou-me a cada passo deste e próximos desafios.

À minha família, meu eterno porto seguro e principal fonte de inspiração: obrigado por acreditarem e por me fornecerem as bases sólidas que sustentaram a minha caminhada até aqui. Obrigada por toda a curiosidade que instalaram em mim pelo conhecimento e pela vida.

Um agradecimento especial ao meu namorado Zé, cujo amor e coragem foram o suporte emocional que me fortaleceu nos momentos de incerteza. A sua presença foi o alicerce que me permitiu construir e solidificar as minhas ideias, navegando pelos desafios com uma confiança renovada.

Expresso minha sincera gratidão à Universidade Lusófona, pelo padrão de excelência que permeou todo o meu percurso no Mestrado. Aos professores, verdadeiros mestres, não só desafiaram as minhas capacidades como também partilharam sabedorias que ultrapassam os limites do conhecimento acadêmico.

Um caloroso agradecimento ao Sport Algés e Dafundo, muito mais que um local de prática desportiva, mas um verdadeiro lar de crescimento e aprendizagem constante. Às treinadoras, minha profunda gratidão por todo o conhecimento partilhado, pela paciência e pelo apoio incessante. Às ginastas que acompanho, o meu mais sincero agradecimento. Agradeço pela inspiração, pelo compromisso e pela alegria que trouxeram ao processo.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta etapa da minha vida, meu sincero obrigado.

Resumo

A ginástica rítmica (GR) é uma modalidade que requer a execução de movimentos rápidos e repetitivos na competição ao longo de, pelo menos, 90 segundos onde o treino da potência muscular e resistência anaeróbia assume preponderância.

Objetivos: estudar a influência de um macrociclo competitivo de quatro meses na aptidão física e no desempenho neuromuscular de atletas de GR.

Método: 18 ginastas portuguesas de diferentes níveis competitivos foram avaliadas em dois períodos competitivos separados por um macrociclo de treino de 4 meses, nas propriedades contrateis dos músculos Reto e Bicípite Femoral (Tensiomiografia e Biodex), na força explosiva dos membros inferiores (MI) (Chronojump), velocidade, agilidade, características físicas, composição corporal (bioimpedância) e maturação biológica. Foram utilizados os testes t-Student e Wilcoxon para comparar as médias de cada variável nos dois momentos de avaliação. O software utilizado na análise estatística foi a v. 21 IBM SPSS Statistics, com um nível de significância de 5%.

Resultados: observou-se uma redução significativa no peso das ginastas, juntamente com uma diminuição na massa gorda. A força explosiva dos MI, apresentou uma diminuição considerável na maioria das variáveis (~ 30%; $p \leq 0.001$) enquanto o desempenho no salto específico da modalidade, Salto Gazela, melhorou significativamente. Em relação membros superiores, observou-se uma diminuição significativa no desempenho do lançamento de bola medicinal sentado (~ 12%; $p \leq 0.05$). A agilidade e características neuromusculares também foram afetadas, com muitas das variáveis a registar diminuições significativas entre os dois momentos de avaliação. Notavelmente, a simetria funcional satisfatória observada nas características neuromusculares sugere uma boa distribuição de força entre os membros (Rácio agonista/antagonista a 60° joelho esquerdo, ~ 3.79%; $p = 0.003$).

Conclusão: a redução das diferentes formas de manifestação de força indica a necessidade de um foco mais específico no desenvolvimento dessas capacidades físicas. Esses resultados são importantes para orientar futuras estratégias e programas de treino mais adequados, visando uma abordagem mais holística tanto para a saúde das atletas quanto para a otimização do desempenho atlético.

Palavras-chave: Ginástica Rítmica, Macrociclo Competitivo, Aptidão Física, Desempenho Neuromuscular, Treino Desportivo.

Abstract

The Effects of a Four-Month Competitive Macrocycle on Physical Fitness and Neuromuscular Performance in Rhythmic Gymnasts

Introduction: Rhythmic Gymnastics (RG) is a sport that demands the execution of rapid and repetitive movements during competition, lasting at least 90 seconds, where muscle power and anaerobic endurance training are paramount.

Objectives: To study the influence of a four-month competitive macrocycle on RG athletes' physical fitness and neuromuscular performance.

Methods: Eighteen Portuguese gymnasts of different competitive levels were evaluated in two competitive periods separated by a four-month training macrocycle. Assessments included the contractile properties of the Rectus Femoris and Biceps Femoris muscles (Tensiomyography and Biodex), lower limb explosive strength (Chronojump), speed, agility, physical characteristics, body composition (bioimpedance), and biological maturation. Paired t-tests and Wilcoxon tests were used to compare the means of each variable across the two assessment points. The statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics v. 21, with a significance level set at 5%.

Results: A significant reduction in gymnasts' weight and body fat mass was observed. Lower limb explosive strength showed a considerable decrease in most variables ($\sim 30\%$; $p \leq 0.001$), while performance in the specific jump, Gazelle Leap, significantly improved. Upper limb performance in the seated medicine ball throw showed a significant decrease ($\sim 12\%$; $p \leq 0.05$). Agility and neuromuscular characteristics were also affected, with many variables showing significant decreases between the two assessment points. Notably, the satisfactory functional symmetry observed in neuromuscular characteristics suggests a good distribution of strength between limbs (Agonist/Antagonist Ratio at 60° left knee, $\sim 3.79\%$; $p = 0.003$).

Conclusion: The reduction in different forms of strength manifestation indicates the need for a more specific focus on developing these physical capacities. These results are important for guiding future training strategies and programs, aiming for a more holistic approach to both the athletes' health and the optimization of athletic performance.

Keywords: Rhythmic Gymnastics, Competitive Macrocycle, Physical Fitness, Neuromuscular Performance, Sports Training

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

Sigla/Acrónimo	Descrição	Medida
A	Altura	cm
ABK	<i>Abalakov Jump</i>	cm
APC	Anos de Prática Competição;	Anos
APTOTAL	Anos de Prática Total;	Anos
AS	Altura Sentado	cm
AVG POWER_EXT_180°_D	Força Total Aplicada/Tempo – Extensão do Joelho 180° Direito	Watts
AVG POWER_EXT_180°_E	Força Total Aplicada/Tempo – Extensão do Joelho 180° Esquerdo	Watts
AVG POWER_EXT_60°_D	Potência Total Aplicada – Extensão do Joelho 60° Direito	Watts
AVG POWER_EXT_60°_E	Potência Total Aplicada – Extensão do Joelho 60° Esquerdo	Watts
AVG POWER_FLEX_180°_D	Força Total Aplicada/Tempo – Flexão do Joelho 180° Direito	Watts
AVG POWER_FLEX_180°_E	Força Total Aplicada/Tempo – Flexão do Joelho 180° Esquerdo	Watts
AVG POWER_FLEX_60°_D	Potência Total Aplicada – Flexão do Joelho 60° Direito	Watts
AVG POWER_FLEX_60°_E	Potência Total Aplicada – Flexão do Joelho 60° Esquerdo	Watts
BF_L_DM	Bicípites Femoral Esquerda – Deslocamento do ventre muscular	mm
BF_L_TC	Bicípites Femoral Esquerda – Tempo Contração	ms
BF_L_TD	Bicípites Femoral Esquerda - Tempo de reação	ms
BF_L_TR	Bicípites Femoral Esquerda – Tempo de Relaxamento	ms
BF_L_TS	Bicípites Femoral Esquerda – Tempo sustentação	ms
BF_R_DM	Bicípites Femoral Direita – Deslocamento Máximo	mm
BF_R_TC	Bicípites Femoral Direita – Tempo Contração	ms
BF_R_TD	Bicípites Femoral Direita - Tempo de atraso	ms
BF_R_TR	Bicípites Femoral Direita – Tempo de Relaxamento	ms
BF_R_TS	Bicípites Femoral Direita – Tempo sustentação	ms
BF_SYM	Bicípites Femoral – Percentagem de Simetria Lateral	%
BF_SYM	Bicípites Femoral – Percentagem Simetria Lateral	%
BF_VC	Bicípites Femoral – Velocidade de Contração	m/s
CMJ	<i>Contramovement Jump</i>	cm
EB	Extensões de Braços (Em 40 segundos)	#
FPM_D	Força de Preensão Manual Direita	kg/N
FPM_E	Força de Preensão Manual Esquerda	kg/N
G	Grupo;	
G1	Grupo 1 – Grupo Experimental;	
G2	Grupo 2 – Grupo Controlo;	
HT_S	Horas de treino por semana;	Horas
I	Idade	Anos
IH	Impulsão Horizontal	m
IMC	Índice Massa Corporal	kg/m ²
L	Lateralidade;	E/D
LBM_P	Lançamento Bola Medicinal de Pé (Atrás da cabeça)	m
LBM_S	Lançamento Bola Medicinal Sentado (Do peito)	m
MO	Idade Maturacional	anos
P	Peso	kg
PEAK TQ/BW_EXT_180°_D	Pico Torque/Peso Corporal – Extensão do Joelho 180° Direito	%
PEAK TQ/BW_EXT_180°_E	Pico Torque/Peso Corporal – Extensão do Joelho 180° Esquerdo	%
PEAK TQ/BW_EXT_60°_D	Pico Torque/Peso Corporal – Extensão da Coxa 60° Direita	%

PEAK TQ/BW_EXT_60°_E	Pico Torque/Peso Corporal – Extensão do Joelho 60° Esquerdo	%
PEAK TQ/BW_FLEX_180°_D	Pico Torque/Peso Corporal – Flexão do Joelho 180° Direito	%
PEAK TQ/BW_FLEX_180°_E	Pico Torque/Peso Corporal – Flexão do Joelho 180° Esquerdo	%
PEAK TQ/BW_FLEX_60°_D	Pico Torque/Peso Corporal – Flexão do Joelho 60° Direito	%
PEAK TQ/BW_FLEX_60°_E	Pico Torque/Peso Corporal – Flexão do Joelho 60° Esquerdo	%
PEAK TQ_EXT_180°_D	Pico Torque Extensão do Joelho 180° Direito	N/m
PEAK TQ_EXT_180°_E	Pico Torque Extensão do Joelho 180° Esquerdo	N/m
PEAK TQ_EXT_60°_D	Pico Torque Extensão do joelho 60° Direita	N/m
PEAK TQ_EXT_60°_E	Pico Torque Extensão da Coxa 60° Esquerda	N/m
PEAK TQ_FLEX_180°_D	Pico Torque Flexão do Joelho 180° Direito	N/m
PEAK TQ_FLEX_180°_E	Pico Torque Flexão do Joelho 180° Esquerdo	N/m
PEAK TQ_FLEX_60°_D	Pico Torque Flexão da Coxa 60° Direita	N/m
PEAK TQ_FLEX_60°_E	Pico Torque Flexão da Coxa 60° Esquerda	N/m
PHV	Pico de velocidade de crescimento	anos
PM_EXT_180°_D	Potência Média – Extensão do Joelho 180° Direito	N-M
PM_EXT_180°_E	Potência Média – Extensão do Joelho 180° Esquerdo	N-M
PM_EXT_60°_D	Pico de Potência Média – Extensão do Joelho 60° Direito	N/m
PM_EXT_60°_E	Pico de Potência Média – Extensão do Joelho 60° Esquerdo	N/m
PM_FLEX_180°_D	Potência Média – Flexão do Joelho 180° Direito	N-M
PM_FLEX_180°_E	Potência Média – Flexão do Joelho 180° Esquerdo	N-M
PM_FLEX_60°_D	Pico de Potência Média – Flexão do Joelho 60° Direito	N/m
PM_FLEX_60°_E	Pico de Potência Média – Flexão do Joelho 60° Esquerdo	N/m
R_AA_180°_D	Rácio Agonista/Antagonista 180° Direito	%
R_AA_180°_E	Rácio Agonista/Antagonista 180° Esquerdo	%
R_AA_60°_D	Rácio Agonista/Antagonista 60° Direito	%
R_AA_60°_E	Rácio Agonista/Antagonista 60° Esquerdo	%
R_AA_DM	Rácio Agonista Antagonista do tempo deslocamento máximo	%
R_AA_SYM	Rácio Agonista Antagonista da percentagem de simetria lateral	%
R_AA_TC	Rácio Agonista Antagonista do tempo de contração	%
R_AA_TD	Rácio Agonista Antagonista do tempo de atraso	%
R_AA_TR	Rácio Agonista Antagonista do tempo de relaxamento	%
R_AA_TS	Rácio Agonista Antagonista do tempo de sustentação	%
R_AA_VC	Rácio Agonista Antagonista da velocidade de contração	%
RF_L_DM	Reto Femoral Esquerda – Deslocamento Máximo	mm
RF_L_TC	Reto Femoral Esquerda – Tempo Contração	ms
RF_L_TD	Reto Femoral Esquerda – Tempo de atraso	ms
RF_L_TR	Reto Femoral Esquerda – Tempo de Relaxamento	ms
RF_L_TS	Reto Femoral Esquerda – Tempo sustentação	ms
RF_R_DM	Reto Femoral Direita – Deslocamento Máximo	mm
RF_R_TC	Reto Femoral Direita – Tempo Contração	ms
RF_R_TD	Reto Femoral Direita – Tempo de atraso	ms
RF_R_TR	Reto Femoral Direita – Tempo de Relaxamento	ms
RF_R_TS	Reto Femoral Direita – Tempo sustentação	ms
RF_SYM	Reto Femoral – Percentagem de Simetria Lateral	%
RF_SYM	Reto Femoral – Percentagem de Simetria Lateral	%
SG_D	Salto Gazela Direita	m
SG_E	Salto Gazela Esquerda	m
SJ	<i>Squat Jump</i>	cm
T	Tempo – Momentos de Avaliação;	

T0	Tempo 1 – 1º Momento de Avaliação;	
T1	Tempo 2 – 2º Momento de Avaliação;	
TW_EXT_180°_D	Energia aplicada – Extensão do Joelho 180° Direito	Joules
TW_EXT_180°_E	Energia aplicada – Extensão do Joelho 180° Esquerdo	Joules
TW_EXT_60°_D	Energia aplicada – Extensão do Joelho 60° Direito	Joules
TW_EXT_60°_E	Energia aplicada – Extensão do Joelho 60° Esquerdo	Joules
TW_FLEX_180°_D	Energia aplicada – Flexão do Joelho 180° Direito	Joules
TW_FLEX_180°_E	Energia aplicada – Flexão do Joelho 180° Esquerdo	Joules
TW_FLEX_60°_D	Energia aplicada – Flexão do Joelho 60° Direito	Joules
TW_FLEX_60°_E	Energia aplicada – Flexão do Joelho 60° Esquerdo	Joules

Índice geral

Dedicatória.....	i
Agradecimentos.....	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Índice geral.....	viii
Índice de figuras.....	xi
Índice de tabelas.....	xii
Introdução.....	1
CAPÍTULO I – Revisão da literatura.....	3
1.1. Introdução.....	3
1.2. Evolução da Ginástica Rítmica.....	3
1.3. Exigências fisiológicas e características da modalidade.....	4
1.4. Métodos de avaliação neuromuscular.....	6
1.5. Exigências técnicas inerentes à modalidade.....	8
1.6. Manifestações da força e a sua relação com a Ginástica Rítmica.....	10
1.7. Características morfológicas e antropométricas associadas à Ginástica Rítmica.....	12
1.8. Planeamento e acompanhamento da carga na Ginástica Rítmica.....	12
CAPÍTULO II – Objetivos.....	15
2.1. Objetivo Geral.....	15
2.2. Objetivo Específicos.....	15
CAPÍTULO III – Método.....	17
3.2. Desenho experimental.....	18
3.3. Organização dos momentos de avaliação.....	20
3.4. Caracterização do macrociclo de 4 meses.....	20
3.4.1. Período Preparatório Geral.....	20
3.4.2. Período Preparatório Específico.....	21
3.4.3. Período Pré-Competitivo.....	22

3.4.4. Período Competitivo	22
3.5. Instrumentos e Procedimentos	24
3.5.1. Para avaliação das propriedades contrácteis.....	24
3.5.2. Para avaliação da força dos membros inferiores	27
3.5.3. Para avaliação da força dos membros superiores	30
3.5.4. Para avaliação da aptidão física	33
3.5.5. Para avaliação das características físicas e composição corporal.....	34
3.5.5.6. Para avaliação do nível maturacional	36
3.6. Análise estatística.....	37
CAPÍTULO IV – Resultados.....	38
CAPÍTULO V – Discussão.....	44
5.1. Desempenho neuromuscular através da TMG	44
5.1.1. Tempo de contração (TC)	44
Figura 3. Tuck Jump, salto utilizado no protocolo de Donti (2014).	48
5.1.2. Simetria Lateral	48
5.1.3. Tempo de sustentação (TS).....	49
5.2. Desempenho muscular através do Biodex.....	50
5.2.1. Peak torque (PTQ)	51
5.2.2. Total work (TW).....	52
5.2.3. Potência Média (AVG)	53
5.2.4. Rácios Agonista/Antagonista (R_AA)	53
5.3. Desempenho das diferentes manifestações de Força	59
5.3.1. Membros inferiores e superiores.....	59
5.3.1.1. Força explosiva	59
5.3.1.1.1. Membros Inferiores	59
5.3.1.1.2. Membros Superiores.....	63
5.4. Desempenho da aptidão física.....	65
5.5. Justificações teóricas para o desempenho da performance	66
5.6. Limitações	69
CAPÍTULO VI – Conclusão	71

Referências bibliográficas 73

Índice de figuras

Figura 1. Desenho de estudo e caracterização do treino GR no SAD entre março e julho 2023	19
Figura 2. Parâmetros do método de avaliação TMG.....	26
Figura 3. Tuck Jump, salto utilizado no protocolo de Donti (2014).	48

Índice de tabelas

Tabela 1. Características demográficas, antropométricas e de maturação da amostra.	18
Tabela 2. Características demográficas, de composição corporal e de maturação da amostra em T0 e T1.	38
Tabela 3. Características de Força e aptidão física das ginastas avaliadas em T0 e T1.	39
Tabela 4. Características neuromusculares das ginastas em T0 e T1 através da Tensiomiografia.	40
Tabela 5. Rácios entre Agonista e Antagonista (RF/BF) para as propriedades contráteis (TMG) em T0 e T1.	41
Tabela 6. Características das ginastas na avaliação do Biodex na velocidade angular de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ nos movimentos de extensão e flexão do joelho.	42
Tabela 7. Características das ginastas na avaliação isocinética Biodex na velocidade angular de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ entre T0 e T1.	43
Tabela 8. Relação dos valores médios dos parâmetros de TC no músculo BF, na avaliação da TMG em Ginástica Rítmica.	45
Tabela 9. Relação dos valores médios dos parâmetros de TC no músculo RF, na avaliação da TMG em Ginástica Rítmica.	46
Tabela 10. Valores normativos in Biodex Advantage Software, Operation Manual Current Recorded Normative Goals (Women).	54
Tabela 11. Relação dos valores médios dos parâmetros PTQ, AVG, TW na velocidade angular de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ [J] do Biodex em estudos de avaliação isocinética na GR.	56
Tabela 12. Relação dos valores médios dos parâmetros PTQ, AVG, TW na velocidade angular de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ [J] do Biodex em estudos de avaliação isocinética na GR.	57

1 **Introdução**

2
3 Realizado no âmbito do Mestrado em Treino Desportivo, este estudo procura
4 investigar a influência de um macrociclo competitivo de quatro meses na aptidão física e
5 no desempenho neuromuscular de atletas de ginástica rítmica (GR). Dado o crescente
6 interesse e a complexidade das exigências impostas aos ginastas, compreender as nuances
7 das alterações fisiológicas e neuromusculares durante um período competitivo intenso
8 torna-se fundamental para a otimização dos protocolos de treino.

9
10 A GR, combina elementos de ballet, ginástica e dança, requer não apenas uma
11 técnica apurada, mas também uma capacidade física excecional. No entanto, verifica-se
12 uma escassez significativa de investigação científica sobre o impacto de períodos
13 competitivos prolongados nestes atletas, especialmente em Portugal. Esta lacuna limita a
14 capacidade dos treinadores e cientistas desportivos desenvolverem programas de treino
15 baseados em evidências que efetivamente melhorem o desempenho e previnam lesões.

16
17 Embora a literatura existente aborde aspetos como a composição corporal, o
18 esforço específico, e mais recentemente, o treino pliométrico, poucos estudos têm-se
19 focado na interação entre a aptidão física e o desempenho neuromuscular ao longo de um
20 ciclo competitivo. Este estudo visa, portanto, preencher esta lacuna, explorando como
21 variações programadas no treino impactam esses parâmetros críticos, proporcionando
22 insights valiosos para a preparação de atletas de alto rendimento.

23
24 Os objetivos específicos desta dissertação são: (1) analisar a evolução da aptidão
25 física e capacidades neuromusculares das ginastas ao longo de um macrociclo
26 competitivo de quatro meses; (2) identificar padrões que possam indicar otimização no
27 treino ou risco aumentado de lesões; e (3) oferecer recomendações práticas para
28 treinadores e preparadores físicos baseadas em dados empíricos.

29
30 A dissertação está organizada em cinco capítulos principais: uma revisão de
31 literatura abrangente, descrição metodológica detalhada, apresentação e discussão dos
32 resultados, e finalmente, conclusões e recomendações para futuras investigações e
33 aplicações práticas.

1 Este estudo aspira a oferecer uma contribuição valiosa tanto para o corpo de
2 conhecimento científico quanto para a prática do treino de GR. Ao compreendermos
3 melhor os efeitos de um macrociclo competitivo de quatro meses na aptidão física e no
4 desempenho neuromuscular das atletas, podemos desenvolver abordagens de treino mais
5 eficazes e personalizadas. Essas descobertas não apenas têm o potencial de elevar o
6 desempenho atlético das ginastas, mas também de promover a segurança e a
7 sustentabilidade a longo prazo de suas carreiras desportivas.

8 Ao fornecer insights sobre como os diferentes aspetos do treino afetam as ginastas
9 ao longo de um ciclo competitivo, este estudo pode informar para a criação de programas
10 de treino mais equilibrados e adaptados às necessidades individuais de cada atleta. Isso
11 pode ajudar a minimizar o risco de lesões relacionadas ao treino excessivo ou inadequado,
12 promovendo assim a saúde física e mental das praticantes de ginástica rítmica.

13 Além disso, ao compreendermos melhor os efeitos do treino de longo prazo na
14 aptidão física e nas propriedades neuromusculares das ginastas, podemos desenvolver
15 estratégias e programas de treino adequados para otimizar o desempenho a longo prazo e
16 promover uma carreira atlética sustentável. Isso pode incluir a implementação de
17 programas de treino periodizados, estratégias de recuperação adequadas e intervenções
18 para prevenir o esgotamento físico e mental das atletas.

19 Em última análise, ao melhorarmos a nossa compreensão do treino em ginástica
20 rítmica e suas implicações para o desempenho atlético e a saúde das ginastas, podemos
21 trabalhar para criar um ambiente desportivo mais seguro, eficaz e gratificante para todos
22 os envolvidos.

23

24

25

CAPÍTULO I – Revisão da literatura

1.1. Introdução

A Ginástica Rítmica (GR) é um desporto olímpico que tem evoluído para alcançar um desempenho excecional na combinação entre o desempenho físico e artístico. Tem-se assistido ao crescimento contínuo da complexidade do repertório motor, bem como da dificuldade de composição dos exercícios de competição, mais dificuldade de aparelho aliada e isolada às dificuldades corporais (Gateva, 2015). Na última década, tem sido dado maior ênfase ao aspeto da execução técnica perfeita, que representa o elemento-chave na avaliação do desempenho das ginastas (Sierra-palmeiro et al., 2019).

1.2. Evolução da Ginástica Rítmica

De acordo com Kyselovičová et al. (2023), o nível de desempenho físico tem sido crescente, pelo que a melhoria passa por adaptar o esforço das sessões de treino às características específicas do esforço em competição.

O treino é caracterizado por ser de longa duração e pelo substancial número de repetições dos elementos e exercícios técnicos (Cristina & Gama, 2017; Merrilee, 2006; Sterkowicz-Przybycien & Fundament, 2020), para que as ginastas consigam atingir a complexidade dos movimentos específicos realizando performances de maior valor de pontuação (Batista, 2011). Na GR e outras disciplinas gímnicas é fundamental conhecer as competências específicas que determinam altos níveis de desempenho, os métodos de avaliação e desenvolvimento das habilidades específicas.

A GR, engloba uma série de exercícios sistematizados onde são exploradas praticamente todas as qualidades físicas da ginasta nomeadamente a força, à qual tem sido atribuído um papel fulcral no rendimento desportivo (Agostini et al., 2017; Batista et al., 2017; Cabrejas et al., 2023b; Douda et al., 2007; Gasparetto et al., 2022; Hafez, 2016).

No decorrer do treino na GR, uma porção da sessão é conduzida em intensidade moderada, evoluindo para uma intensidade moderada a vigorosa na fase central do treino/sessão (Dokic & Mededovic, 2006), na qual são executados os exercícios com os diversos aparelhos de forma coreografada com a música (Batista et al., 2018). Portanto, a modalidade caracteriza-se pela sua natureza eminentemente voltada para a resistência anaeróbia, uma vez que os exercícios realizados em alta intensidade e curta duração. Nesta linha de raciocínio e segundo vários autores (Molinari et al., 2008) a GR é um

1 desporto que exige força-resistência (Batista et al., 2017) e força-potência (Cabrejas et
2 al., 2023b; Hafez, 2016), utiliza maioritariamente os sistemas energéticos ATP/CP e
3 glicolítico para gerar energia nos exercícios (Kyselovičová et al., 2023), por isso as
4 ginastas precisam de ter picos de potência bem desenvolvidos (Molinari et al., 2008b).

5 É conhecido que o Código de Pontuação Internacional (CPI) sofre alterações a cada ciclo
6 Olímpico, desde os Jogos Olímpicos de 2016, que ocorreram grandes transformações.
7 Visando atribuir maior valorização a cada exercício, requerendo, portanto, execuções mais
8 velozes e integrando uma maior componente de dificuldade associada. Num estudo com
9 ginastas portuguesas, observou-se que todos os exercícios se iniciaram com uma
10 frequência cardíaca (FC) superior a 100 batimentos por minuto. À medida que o exercício
11 avança, a FC aumenta progressivamente até se aproximar significativamente da FC
12 máxima num curto espaço de tempo (Lebre, 1993). Considerando a evolução, observa-se
13 uma elevada exigência fisiológica, manifestada pelo aumento da frequência cardíaca
14 máxima e da utilização de glicose anaeróbia. Isso resulta, por conseguinte, num acréscimo
15 da concentração dos níveis de lactato no sangue. A título de exemplo, após a execução de
16 um exercício em conjunto, esses níveis podem atingir $12,2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (Gateva, 2015,
17 2019; Kyselovičová et al., 2023).

18 **1.3. Exigências fisiológicas e características da modalidade**

19 Dado que a GR é uma modalidade centrada no aprimoramento da potência e
20 resistência anaeróbia (Douda et al., 2008), a perspetiva neuromuscular requer um
21 desenvolvimento maior das fibras do tipo II, devido às suas notáveis velocidades de
22 contração e relaxamento. Estas fibras respondem a condições de alta intensidade e
23 frequência de estímulo, atingindo até 40Hz. Portanto, é indicado a realização de
24 exercícios com máxima velocidade, poucas repetições e intervalos de recuperação
25 prolongados, uma vez que essas fibras exibem uma resistência reduzida à fadiga (Lebre,
26 1993).

27 Para garantir a execução de movimentos rápidos e repetitivos ao longo de, pelo
28 menos, 90 segundos, é essencial que as ginastas evidenciem níveis substanciais de
29 desenvolvimento miofibrilar, combinados com um adequado armazenamento
30 sarcoplasmático de glicogénio (Lebre, 1993). Ao longo da trajetória desportiva das
31 ginastas, é importante estimular e direcionar o desenvolvimento das características
32 contráteis e bioquímicas das fibras musculares, mesmo face a predisposições menos
33 favoráveis, podendo resultar melhorias consideráveis no desempenho. Adicionalmente, a

1 presença de um volume ótimo e massa adequada nos membros inferiores, desempenha
2 um papel crucial no sucesso de ginastas de elite em qualquer disciplina da ginástica
3 (Kyselovičová et al., 2023).

4 A ênfase no desenvolvimento de um lado do corpo, conhecido como lado
5 dominante, é uma prática comum em muitos desportos individuais, incluindo a GR. A
6 diferença nas habilidades, precisão, força e velocidade entre os lados do corpo é
7 frequentemente referida como lateralidade (Batista, 2011; Botelho et al., 2014).

8 O lado dominante é geralmente associado à mão e ao pé preferidos de um
9 indivíduo. Na GR, por exemplo, uma ginasta pode ter um lado dominante para as
10 espargatas, saltos, execução de voltas, equilíbrios e manipulação de aparelhos (Santos et
11 al., 2015). O lado dominante muitas vezes demonstra maior força muscular e precisão nos
12 movimentos. Isso é particularmente evidente em habilidades que exigem controle fino e
13 precisão, como manuseio de aparelhos e execução de elementos técnicos (Batista, 2011).

14 Os treinadores e atletas frequentemente realizam adaptações técnicas visando tirar
15 as vantagens do lado dominante. Por exemplo, se uma ginasta realiza voltas para a direita,
16 o salto giro (*grand jeté en tournant*) também será realizado com a perna direita, visando
17 gerar a máxima potência para a execução do salto. Adicionalmente, é comum realizar
18 uma inversão do exercício, criando uma versão espelhada, especialmente quando a
19 ginasta é canhota, para apresentar o exercício ou elemento no seu lado mais aberto e
20 favorável.

21 Na GR, onde a precisão dos movimentos e a manipulação de aparelhos são
22 fundamentais, a lateralidade pode desempenhar um papel significativo no desempenho de
23 uma ginasta. Assim, e uma vez que, realizam na parte principal, os exercícios com música
24 para o lado dominante (Sterkowicz-Przybycien & Fundament, 2020), a repetição contínua
25 pode trazer graves assimetrias prejudiciais à saúde, quando não acompanhada de um
26 reforço específico (Batista, 2011).

27 O treino de força, juntamente com a implementação de um programa de exercícios
28 multilaterais, representa uma componente significativa para otimizar o desempenho a
29 longo prazo em diversas modalidades, particularmente na GR (Pereira et al., 2022). Esta
30 abordagem visa não apenas aprimorar a performance, mas também garantir uma simetria
31 adequada entre os membros superiores e inferiores, assim como entre os lados do corpo,
32 promovendo assim um estilo de vida saudável (Batista, 2011; Molinari et al., 2008a).
33 Particularmente, devido à sua prática em idades precoces, compreendidas entre 5 e 18

1 anos, é crucial que o treino de força, tanto multilateral quanto unilateral, seja iniciado
2 desde os primeiros estágios de desenvolvimento (Cabrejas et al., 2023b; Root et al., 2019;
3 Sterkowicz-Przybycien & Fundament, 2020).

4 Na caracterização e avaliação da contração muscular, a Tensiomiografia (TMG)
5 tem sido empregue como ferramenta em diversos estudos (Deodato et al., 2023; Pajovic
6 et al., 2023). Este instrumento representa uma ferramenta promissora para avaliar ao vivo
7 as propriedades mecânicas contráteis do músculo esquelético (ou seja, a curva de
8 deslocamento temporal radial do deslocamento do ventre muscular) (Garcia-Garcia et al.,
9 2019). É utilizada especialmente em atletas, fornecendo informações sobre o tempo de
10 contração, a velocidade de contração, a amplitude da deformação muscular (Vogrin et al.,
11 2020), assimetrias musculares (Mueller et al., 2014), rigidez e fadiga (Dordevic et al.,
12 2022a).

13 **1.4. Métodos de avaliação neuromuscular**

14 Pesquisas realizadas em diversas modalidades evidenciaram que a TMG pode-se
15 configurar como uma ferramenta eficaz para a avaliação da ativação muscular. A análise
16 do tempo de contração e da resposta à estimulação elétrica, conforme revelado por
17 estudos, tem o potencial de fornecer percepções significativas acerca da eficiência
18 neuromuscular (Ruiz et al., 2012). Permite a monitorização da fadiga muscular durante o
19 exercício, pois envolve a observação de alterações nas características mecânicas do
20 músculo, nomeadamente o prolongamento do tempo de contração, o qual pode ser
21 indicativo de fadiga (Garcia-Manso et al., 2011).

22 Identifica disparidades na ativação muscular entre atletas de distintos níveis. A
23 amplitude da deformação muscular, mensurada por meio da TMG, apresenta-se como um
24 indicador informativo sobre a elasticidade e flexibilidade muscular. Diversos estudos,
25 como o de Atikovic et al. (2023) têm utilizado a TMG para analisar variações na resposta
26 muscular durante a contração, comparando grupos musculares em ginastas (Pajovic et al.,
27 2023; Samardžija Pavletić et al., 2022).

28 A TMG tem sido explorada para monitorizar o progresso e a eficácia do treino de
29 força, além de identificar assimetrias musculares após lesões na ginástica (Deodato et al.,
30 2023; Mueller et al., 2014). Embora a TMG tenha mostrado utilidade em vários estudos,
31 é importante reconhecer que a interpretação dos resultados deve ser feita com
32 consideração cuidadosa (Garcia-Manso et al., 2011; Simola et al., 2015). Além disso, a
33 TMG é uma técnica relativamente recente, e mais pesquisas são necessárias para entender

1 completamente as suas aplicações e limitações em diferentes contextos, nomeadamente
2 na GR (Dordevic et al., 2022b).

3 Para a avaliação de assimetrias musculares, também é frequentemente utilizada a
4 análise isocinética, valendo-se do instrumento Biodex, que se caracteriza por ser uma
5 ferramenta valiosa para a identificação e avaliação de assimetrias musculares em diversos
6 contextos, desde desporto (Kyselovičová et al., 2023), reabilitação (Tittelboom et al.,
7 2022) e pesquisa científica (Sung & Kim, 2018). Permite medir objetivamente a força
8 muscular durante movimentos específicos, geralmente em condições de velocidade
9 angular constante. Proporciona assim uma avaliação precisa das capacidades de força em
10 diferentes grupos musculares e identificação de discrepâncias na força entre músculos
11 agonistas e antagonistas ou entre membros contralaterais das ginastas (Kyselovičová et
12 al., 2023). Sendo assim, um instrumento importante na prevenção de lesões por identificar
13 áreas de fraqueza ou desequilíbrio nas várias disciplinas da ginástica (Atikovic et al.,
14 2023) .

15 A avaliação isocinética é aplicável em diversos contextos, incluindo populações
16 idosas (Ramos et al., 2022; Siddiqi & Masood, 2018), atletas de alto rendimento (Mueller
17 et al., 2014) e pessoas com condições musculoesqueléticas específicas. Deste modo, a
18 avaliação isocinética tem sido extensivamente explorada por meio da utilização do
19 instrumento Biodex. O Biodex é empregue para analisar a força muscular em movimentos
20 angulares específicos, numa velocidade constante também específica. Tais avaliações
21 desempenham um papel crucial na compreensão da função muscular, na identificação de
22 desequilíbrios musculares e no acompanhamento do progresso durante processos de
23 reabilitação, contribuindo para a melhoria da função articular. Estudos científicos têm
24 destacado a eficácia do Biodex na reabilitação musculoesquelética, particularmente em
25 casos de lesões no joelho, quadril e tornozelo (Tittelboom et al., 2022).

26 No contexto da ginástica, têm sido conduzidos estudos que utilizam o instrumento
27 Biodex, visando avaliar disparidades entre grupos musculares e investigar a correlação
28 entre questões relacionadas aos joelhos, força muscular nas ações de flexão e extensão,
29 equilíbrio dinâmico, bem como para avaliar as discrepâncias entre MI preferidos e não
30 preferidos em ginastas de elite do sexo feminino (Frutuoso et al., 2016; Kyselovičová et
31 al., 2023) .

32 Ao examinar as modificações longitudinais na força e no desempenho, analisando
33 a relação entre os músculos agonistas e antagonistas e/ou contralaterais, é possível

1 identificar áreas de fraqueza ou desequilíbrios musculares. Essa abordagem permite a
2 identificação de potenciais fatores que possam aumentar a propensão a lesões recorrentes
3 na modalidade, contribuindo assim para uma compreensão mais abrangente desses
4 aspetos com base em evidências científicas (Kyselovičová et al., 2023).

5 Salientar que a variabilidade nos resultados e conclusões de estudos é uma
6 consideração significativa, sendo que a eficácia da utilização do Biodex está
7 intrinsecamente vinculada ao contexto específico, aos objetivos da avaliação ou treino, e
8 às características individuais dos participantes. A literatura científica persiste na
9 exploração e validação das aplicações e limitações deste instrumento.

10 **1.5 Exigências técnicas inerentes à modalidade**

11 Como mencionado anteriormente, a GR rege-se por um código de pontuação
12 internacional (CIP). Em cada país, é possível criar um código adaptado para ambas as
13 divisões de desempenho. Durante todas as competições, a ginasta é avaliada por um corpo
14 de juízes, geralmente composto por dois painéis. No primeiro painel, o painel de
15 dificuldade, são atribuídas pontuações tanto para as habilidades corporais quanto para o
16 manuseio dos aparelhos. O segundo painel, por sua vez, é responsável por avaliar os
17 aspetos artísticos e a execução da ginasta.

18 Contudo, em consonância com a especificidade do tema, há uma avaliação específica
19 da dificuldade corporal para as modalidades individual e conjunto (FIG, 2022;
20 Gymnastique, 2020; Portugal, 2020) . O nosso foco reside no âmbito individual. Portanto,
21 as coreografias devem incorporar todas as exigências delineadas no CIP, tais como:

- 22 • Dificuldades corporais (DB) - Mínimo 3 e 1 de cada subgrupo;
- 23 • Elementos dinâmicos de Rotação (R) - Máximo 5;
- 24 • Slow turn balance - Máximo 1 na meia ponta; Máximo 1 na planta do pé;
- 25 • Ondas de corpo (W) – Mínimo 2;

26 Na categoria de elementos de dificuldade corporal, identificam-se três subgrupos:
27 saltos, equilíbrios e pivots. Durante as apresentações competitivas, nota-se uma
28 predominância de equilíbrios e saltos (Ávila-Carvalho et al., 2012; FIG, 2022). No
29 contexto do desenvolvimento centrado nos saltos, é essencial compreender que a ausência
30 de progresso na força, tanto na fase de impulso quanto na aterragem, pode predispor as
31 ginastas a lesões decorrentes da repetição diária em larga escala desses movimentos.

1 De acordo com as análises das rotinas competitivas de Ginástica Rítmica (GR),
2 conforme Cabrejas et al. (2023b), observa-se um predomínio de dificuldades corporais
3 no grupo dos saltos (Avila-Carvalho et al., 2012; Santos et al., 2016). Essa prevalência
4 sugere que os saltos são elementos de dificuldade amplamente solicitados e repetidos
5 tanto em treinos quanto em competições. Dessa forma, torna-se imperativo que os
6 membros inferiores desenvolvam força explosiva para a execução eficaz desses saltos,
7 como destacado por Batista (2011).

8 A prática da GR requer habilidade substancial em saltos verticais, e é através
9 destes que a impulsão pode ser refinada, conforme referido por Santos et al. (2016). A
10 eficácia no salto é um requisito fundamental no desempenho da GR, pois os ginastas são
11 obrigados a executar saltos complexos que exigem amplitudes máximas nas articulações,
12 juntamente com elementos coreográficos e/ou artísticos.

13 De acordo com o CIP de GR, as ginastas são avaliadas nos saltos em várias
14 dimensões, na capacidade de elevação, na forma do salto (Posição dos segmentos nas
15 fases de saída, voo e receção do salto) e no tipo de receção do mesmo (Cabrejas et al.,
16 2023a; Santos et al., 2016).

17 A fase de voo, corre quando o corpo do atleta está no ar, após a fase de impulso
18 inicial. A qualidade do impulso, que é a força e a direção aplicadas durante a fase de
19 impulso, desempenha um papel crucial na altura alcançada durante o salto. Um impulso
20 mais forte e eficiente resultará numa fase de voo mais pronunciada. A altura atingida no
21 salto está diretamente relacionada com a duração da fase de voo. Assim, quanto mais alto
22 a atleta sobe, mais tempo ela passará na fase de voo antes de retornar ao solo. A fase de
23 voo é influenciada pela força do impulso, pela técnica de salto e pela capacidade de a
24 atleta converter a energia cinética gerada durante o impulso em altura vertical (Cabrejas
25 et al., 2023a; Santos et al., 2016).

26 A altura alcançada durante o salto afeta a capacidade da atleta de executar
27 movimentos específicos e definir a figura corporal desejada (Batista, 2011). Na GR, as
28 atletas devem atingir posições específicas no ar, e uma maior altura proporciona mais
29 tempo para executar essas posições com precisão e elegância, levando à perfeição do
30 movimento.

31 Assim, a qualidade da figura corporal, a altura do salto e a técnica geral são
32 avaliadas pelos juízes em competições. As ginastas que conseguem atingir maior altura
33 durante o salto têm mais oportunidades de apresentar uma figura corporal definida e

1 ampla (Batista, 2011; Santos et al., 2016), pode influenciar positivamente as suas
2 pontuações, uma vez que a estética e a execução técnica são fatores importantes na
3 avaliação da GR (FIG, 2022). Desta forma, o equilíbrio entre força, técnica e estética
4 desempenha um papel significativo na performance global da atleta e nas possíveis
5 pontuações atribuídas pelos juízes (Cabrejas et al., 2023b).

6 **1.6. Manifestações da força e a sua relação com a Ginástica Rítmica**

7

8 Nesta modalidade as ginastas a partir de Júniores apresentam-se sempre com
9 aparelho, pelo que o desenvolvimento da força dos MS também se torna determinante na
10 modalidade. Os saltos são o exemplo de força explosiva dos MI e os lançamentos de
11 aparelho são o exemplo de força explosiva dos MS (Santos et al., 2016). A coordenação
12 dos membros juntamente com o manuseamento de aparelho é essencial, para o
13 desenvolvimento da força, simetria funcional e desempenho na modalidade (Hafez, 2016;
14 Lebre, 1993; Sierra-palmeiro et al., 2019). Para viabilizar uma execução elegante e
15 precisa, é imperativo o desenvolvimento não apenas da força explosiva, mas também da
16 força isométrica. O treino diário, particularmente centrado na estabilidade central (core),
17 desempenha um papel fundamental na GR (Cabrejas et al., 2022) e em diversas outras
18 modalidades desportivas, como por exemplo, a Natação (Ji et al., 2021; Khiyami et al.,
19 2022).

20 A força isométrica desempenha um papel crítico na pré-ativação muscular antes
21 de uma contração do ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) na GR. Esta constatação
22 sugere que a prática de exercícios isométricos pode preparar os músculos para a execução
23 de movimentos explosivos e precisos. Além disso, os músculos centrais são reconhecidos
24 como a interface cinética entre os membros superiores e inferiores, desempenhando um
25 papel essencial na eficiente transferência de força por todo o corpo (Cabrejas et al.,
26 2023b).

27 Um controle efetivo dos músculos do core é de vital importância para assegurar
28 uma aceleração, desaceleração e estabilização eficientes, dado que todos os movimentos
29 têm origem ou são conduzidos através do tronco. Os exercícios destinados à estabilidade
30 revelam-se eficazes na promoção do aumento da massa muscular, tonificação e
31 desenvolvimento de níveis de força. A coluna vertebral desempenha um papel crucial ao
32 proporcionar estabilidade fundamental ao corpo, suporte ao peso corporal e função
33 amortecedora durante saltos na GR, contribuindo assim para a prevenção de possíveis
34 lesões (Cabrejas et al., 2023a; Esteban-Garcia et al., 2021).

1 Da mesma forma que o treino do core desempenha um papel crucial na
2 explosividade, o treino pliométrico é amplamente reconhecido pelos seus benefícios na
3 melhoria da força explosiva e no aumento da capacidade de salto dos atletas. O princípio
4 central subjacente a esse tipo de treino reside na exploração do ciclo muscular
5 alongamento-encurtamento (CMAE) da unidade muscular para otimizar a produção de
6 energia.

7 Com o intuito de potencializar a força explosiva dos MI), múltiplos estudos no
8 contexto da GR destacam a eficácia do treino pliométrico e propriocetivo explosivo
9 (Despina et al., 2014; Dobrijević et al., 2018; Kyselovičová et al., 2023; Santos et al.,
10 2016). Os exercícios comuns de treino pliométrico, vantajosos na GR, abrangem saltos
11 verticais, saltos para caixas, saltos repetidos com obstáculos, saltos em queda e outros
12 movimentos que implicam transições rápidas entre as fases excêntrica e concêntrica
13 (Mirela et al., 2014). Segundo Cabrejas et al. (2023b) os saltos repetidos com obstáculos
14 e saltos em queda exigem um CMAE mais acelerado em comparação com os saltos para
15 a caixa. Essa disparidade na velocidade de execução pode acarretar implicações
16 específicas nas adaptações fisiológicas e nos benefícios alcançados. Uma parte
17 significativa dos benefícios do treino pliométrico está associada à adaptação
18 neuromuscular, incluindo aprimoramentos na coordenação muscular, recrutamento de
19 unidades motoras e eficiência do CMAE.

20 Pode-se inferir, com base em estudos científicos, que o programa de treino de
21 força multilateral na GR deve abranger aprimoramento da força explosiva,
22 implementação de treino pliométrico e contínuo desenvolvimento da força específica do
23 core. Todavia, é imperativo incorporar o treino de maneira progressiva e adaptada às
24 particularidades individuais dos atletas, visando assegurar segurança e eficácia.

25 Concluimos, portanto, que as ginastas necessitam de um elevado nível atlético,
26 sendo crucial demonstrar notáveis níveis de aptidão física (Douda et al., 2008). A
27 avaliação dessa aptidão deve ser realizada ao longo de cada época e dos anos de carreira
28 desportiva. Essa abordagem possibilita uma comparação individual dos resultados ao
29 longo do tempo, com o objetivo de manter a ginasta comprometida com seu repertório
30 motor e contribuir para a monitorização contínua de seu desempenho físico. O mesmo
31 princípio aplica-se à parte técnica da modalidade, incluindo o registo do número de
32 competições realizadas e pontuações alcançadas tanto pelas treinadoras como pelas
33 ginastas.

1 Na análise da aptidão física, estudos associados à disciplina destacam a importância
2 da avaliação de diversos parâmetros, como por exemplo, flexões de braço, corrida de 30
3 metros, agilidade, salto vertical, salto horizontal, consumo máximo de oxigénio (VO₂
4 Máx), prensão manual e lançamento da bola medicinal (Batista et al., 2017; Dokic &
5 Mededovic, 2006; Donti et al., 2016; Douda et al., 2008; Gateva, 2015; Molinari et al.,
6 2008b; Mudalloul, 2020a; Root et al., 2019; Russo et al., 2021; Sterkowicz-Przybycien
7 & Fundament, 2020).

8 **1.7. Características morfológicas e antropométricas associadas à Ginástica** 9 **Rítmica**

10 Tendo em conta tudo isto, o nível de preparação e rendimento das atletas depende
11 assim diretamente da sua composição corporal. As medidas antropométricas têm
12 relevância na GR para compreender a morfologia e as proporções corporais das ginastas,
13 pois podem influenciar a execução dos movimentos e a estética dos elementos realizados
14 assim como a apreciação das juízes. Alguns estudos destacam aspetos como altura, peso
15 corporal, comprimento dos membros, envergadura, entre outros, para entender como
16 essas características podem afetar a performance e influenciar na seleção de movimentos
17 e na composição de rotinas coreográficas (Ávila-Carvalho et al., 2013; Bobo-Arce &
18 Méndez-Rial, 2013; Mirwald et al., 2002; Molinari et al., 2008a; Purenović-Ivanović et
19 al., 2019).

20 Dada a complexidade inerente à modalidade e a intensidade exigida do corpo das
21 ginastas, a gestão adequada da carga de treino é um elemento crucial tanto durante o treino
22 quanto no planeamento da época. É essencial reconhecer que o treino na ginástica é uma
23 interação complexa entre vários fatores, incluindo a capacidade técnica, física e
24 psicológica dos atletas, bem como os objetivos individuais e as exigências específicas da
25 modalidade.

26 **1.8. Planeamento e acompanhamento da carga na Ginástica Rítmica**

27 O planeamento do treino na ginástica deve ser altamente dinâmico e adaptável,
28 considerando que o potencial de treino e os efeitos resultantes sobre o corpo estão
29 fortemente influenciados pela condição física atual dos atletas. Isso significa que as
30 treinadoras devem estar constantemente a avaliar e ajustar o programa de treino com base
31 no feedback das atletas, nas observações durante os treinos e nas respostas individuais ao
32 esforço físico e mental.

1 Além disso, o planeamento da carga de treino deve levar em consideração não
2 apenas a quantidade de trabalho realizado, mas também a qualidade e a distribuição
3 adequada das tarefas ao longo do período de treino. Isso implica uma abordagem holística
4 que considera não apenas os aspetos físicos do treino, mas também os fatores
5 psicológicos, como a motivação, a concentração e a gestão do stress.

6 Portanto, a gestão eficaz da carga de treino na ginástica requer uma compreensão
7 profunda da interação entre os diferentes componentes do treino e uma abordagem
8 individualizada que leve em consideração as necessidades e capacidades únicas de cada
9 ginasta. Isso garante não apenas o desenvolvimento técnico e físico, mas também o bem-
10 estar geral e o sucesso a longo prazo dos atletas.

11 A carga de treino é uma medida quantitativa do trabalho realizado durante as
12 sessões de treino, abrangendo tanto os aspetos físicos quanto os psicológicos. Essa
13 medida é frequentemente dividida em dois conceitos distintos: carga externa, carga
14 interna (Monteiro, 2000a).

15 A carga externa refere-se à quantidade de trabalho físico realizado durante o
16 treino, incluindo o volume de exercícios, a intensidade, os intervalos entre exercícios, a
17 duração total do treino, a execução sem falhas ("trabalho limpo"), a quantidade de
18 elementos de maior grau de dificuldade (expressa em percentagem em relação ao total de
19 elementos), a quantidade de elementos executados por minuto, e a percentagem de
20 elementos de diferentes grupos estruturais em relação ao total de elementos, entre outros
21 fatores mensuráveis objetivamente (Monteiro, 2000a).

22 Na GR, assim como em outros desportos como o atletismo, um dos elementos
23 cruciais para avaliar a carga externa é o número de saltos executados durante as sessões
24 de treino, bem como a qualidade técnica desses saltos. Estes parâmetros são indicadores
25 diretos do esforço físico exigido às ginastas e da intensidade das sessões de treino
26 (Cristina & Gama, 2017).

27 A carga interna diz respeito ao impacto que essa carga de treino tem sobre o
28 organismo da ginasta. Isso inclui variáveis como a frequência cardíaca, a perceção
29 subjetiva de esforço, tempo de recuperação pós esforço calculado com base na frequência
30 cardíaca, a taxa de lactato no sangue e outras respostas fisiológicas que podem indicar o
31 nível de stress imposto ao corpo durante o treino.

1 Monteiro (2000b), também apresenta uma distribuição das cargas de treino para
2 um microciclo, considerando dois modelos predominantes na ginástica rítmica: o sistema
3 russo e o sistema búlgaro. Em ambos os sistemas, as cargas são classificadas como baixas
4 (zero a quinze exercícios inteiros), médias (quinze a vinte exercícios inteiros) e altas (mais
5 de vinte inteiros). Os exercícios inteiros referem-se à totalidade de movimentos unidos
6 em sequência.

7 O sistema russo diferencia o volume e a intensidade do treino, considerando o
8 número de elementos, partes e metades como indicadores de volume, e o número de
9 elementos, metades e inteiros como indicadores de intensidade (Monteiro, 2000a).

10 No entanto, no sistema búlgaro, as metodologias são distintas. Enfatizam a
11 importância da qualidade sobre a quantidade. Nesse sistema, a segurança na execução é
12 priorizada sobre o volume de trabalho, com percentagens definidas para o trabalho com
13 e sem falhas. O trabalho com execução excelente é valorizado, refletindo uma abordagem
14 mais focada na excelência técnica e na minimização de erros durante o treino (Monteiro,
15 2000a).

16 A quantidade de trabalho é contabilizada pela treinadora para realizar a "tábua de
17 marcha" ou evolução registada por cada atleta. Ainda segundo Monteiro (2000a), estudos
18 realizados na Bulgária e Roménia, revelam que os "metodologistas" se reúnem na sala de
19 treino para posteriormente remeter essas fichas de trabalho em computadores, permitindo
20 uma previsão apurada de futuros resultados. Como foi referido anteriormente a treinadora
21 carece de uma ficha elaborada com o propósito de registar e controlar variações da carga
22 de trabalho e alterações a efetuar.

23 Desta forma é possível fazer-se uma analogia entre o trabalho realizado pela
24 ginasta e o trabalho previamente planeado e previsto no papel. O planeamento e a
25 avaliação contínua do desempenho das atletas são elementos fundamentais para otimizar
26 o seu rendimento. Nesse sentido, o objetivo do nosso estudo é aprofundar a compreensão
27 dos efeitos fisiológicos e neuromusculares que ocorrem nas ginastas após um ciclo
28 competitivo individual.

29 Ao compreender melhor esses aspetos internos, podemos identificar potenciais
30 áreas de melhoria no treino, na recuperação das atletas, visando maximizar o seu
31 desempenho global e promover a sua saúde e bem-estar atléticos a longo prazo.

32

1 **CAPÍTULO II – Objetivos**

3 **2.1. Objetivo Geral**

5 O propósito desta investigação foi verificar a Influência de um macrociclo
6 competitivo (4 meses) na aptidão física e no desempenho neuromuscular em atletas de
7 Ginástica Rítmica.

8 **2.2. Objetivo Específicos**

10 De uma forma mais específica, comparou-se a força dos MI e MS, as propriedades
11 contráteis dos músculos reto femoral e bicíspites femoral, bem como a simetria e equilíbrio
12 bilateral entre agonistas e antagonistas. O perfil demográfico, as características físicas e
13 composição corporal. Com o intuito de verificar eventuais diferenças significativas entre
14 as avaliações realizadas no primeiro e segundo momentos. Sistematizando, os objetivos
15 específicos passaram por:

- 16 1) Analisar e comparar os níveis das diferentes formas de manifestações de força e as
17 propriedades contráteis entre os membros inferiores (MI) dominante e MI não
18 dominante da amostra nos dois momentos de avaliação;
- 19 2) Analisar os resultados na agilidade, velocidade, composição corporal, nas
20 propriedades contráteis dos músculos da amostra nos dois momentos de avaliação;
- 21 3) Verificar a capacidade de força dos MI, através da análise da Força Explosiva de
22 MI, com a comparação dos valores obtidos de altura nos saltos Squat Jump,
23 Contramovement Jump, Abalakov Jump e Grand Jeté nos dois momentos de
24 avaliação;
- 25 4) Verificar a capacidade de força membros superiores (MS), através da análise da
26 Força Explosiva de MS, com a comparação dos valores obtidos de comprimento
27 no Lançamento Bola Medicinal sentado e em pé nos dois momentos de avaliação;

28 Nesta investigação foram analisados estudos em que se avaliaram os efeitos do treino
29 e de programas de treino na força explosiva, no equilíbrio e no desenvolvimento do core
30 na GR (Cabrejas et al., 2023b; Esteban-Garcia et al., 2021; Istenic et al., 2015;
31 Kyselovičová et al., 2023; Mirela et al., 2014; Victorii et al., 2016). Todos estes avaliam
32 a performance através do CMJ e do Abalakov. Porém, nenhum dos estudos, analisaram
33 de forma detalhada as propriedades contráteis e simetrias bilaterais através do Biodex e
34 TMG na GR. Assim, nesta investigação efetuámos essa análise, o que lhe confere a sua

1 pertinência de estudo. Encontrámos alguns artigos cujos autores utilizaram um dos
2 instrumentos do estudo que apresentamos de seguida (Frutuoso et al., 2016; Kyselovičová
3 et al., 2023; Samardžija Pavletić et al., 2022).

4

1 **CAPÍTULO III – Método**

3 **3.1. Amostra**

5 Esta investigação caracteriza-se por ser de delineamento longitudinal com
6 abordagem descritiva comparativa.

7 Este estudo recebeu aprovação do Comité Científico da Universidade Lusófona -
8 Centro Universitário de Lisboa e foi autorizado pela Direção do Sport Algés e Dafundo
9 com o número do ofício do projeto , D0821 (9 Setembro 2022). Após informação prévia
10 sobre as condições do estudo, as participantes voluntariaram-se para participar,
11 formalizando o seu consentimento mediante assinatura de um termo de consentimento
12 informado pelos encarregados de educação. Todos os testes conduzidos seguiram
13 estritamente as normas éticas estabelecidas na Declaração de Helsinki.

14 A seleção da amostra foi coletada por conveniência e caracterizou-se por ser
15 probabilística simples, tendo sido realizada com base nos seguintes critérios:

- 16 1- O grupo devia possuir uma carga semanal de treino superior a 20 horas semanais
17 e frequência de cinco a seis vezes por semana.
- 18 2- Todas as atletas tinham de ter pelos menos 3 anos de competição e terem
19 participado em competições distritais e nacionais.
- 20 3- Terem treinado GR por mais de um ano sem pausas longas.

21 A amostra foi assim composta por 18 atletas GR do clube desportivo Sport Algés
22 e Dafundo (SAD) de nacionalidade portuguesa, com idades compreendidas entre os 12
23 anos e os 18 anos, do sexo feminino. Todas as atletas fazem o parte do grupo de
24 apuramento do Campeonato Nacional GR da 1ª e 2ª divisões, algumas já marcam a sua
25 presença como jovem promessa, elite e de seleção distrital e/ou nacional na época
26 2022/2023.

27 Desta forma, a amostra foi caracterizada pelas variáveis abaixo descritas na tabela 1.

1

2 **Tabela 1.** Características demográficas, antropométricas e de maturação da amostra.

Variáveis	MD ± DP	
	T0	T0
Anos de Prática Total (anos)	8.83 ± 1.89	
Anos de Prática Competição (anos)	7.22 ± 1.66	
Horas de treino por semana (horas)	20.33 ± 3.24	
Idade (anos)	14.54 ± 1.71	14.87 ± 1.71
Altura (m)	1.58 ± 0.08	1.59 ± 0.08
Altura Sentado (cm)	86.53 ± 4.46	87.56 ± 4.35
Peso (kg)	50.63 ± 8.46	51.40 ± 7.68
Massa Gorda (%)	24.25 ± 4.08	22.00 ± 3.98
Índice de Massa Corporal (kg·m ⁻²)	20.14 ± 2.51	20.23 ± 2.41
Idade do Pico de velocidade de crescimento em altura (anos)	12.10 ± 0.38	12.64 ± 0.44
Maturity Offset (anos)	1.95 ± 1.42	2.23 ± 1.41

3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

Legenda: * Representa a diferença estatisticamente significativa de T0 para T1; (p-value <0.001) T0,1ºmomento; T1,2ºmomento; MD±DP, média e desvio-padrão.

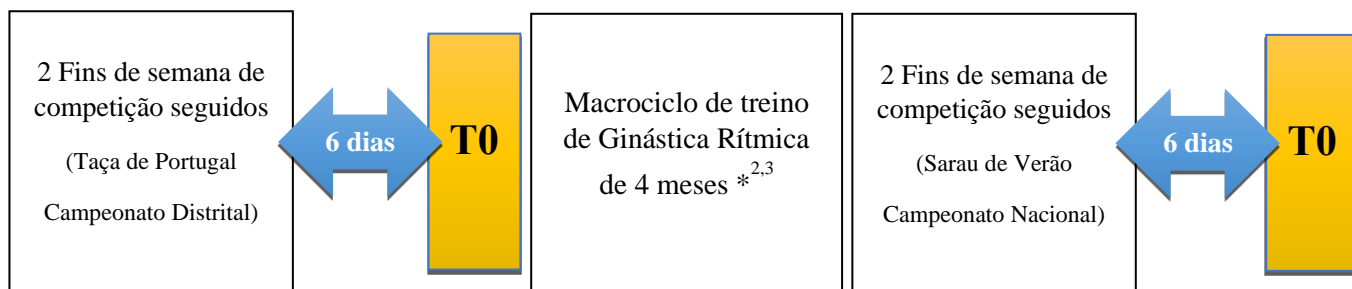
3.2. Desenho experimental

Foram avaliadas 18 ginastas (12 - 18 anos) em dois momentos de avaliação, 1.º momento de avaliação (T0) e 2.º Momento (T0), que se realizaram seis dias após um microciclo competitivo, separados por um macrociclo de treino de 4 meses durante o qual seguiram o planeamento da equipa técnica sem que tenha havido interferência dos investigadores. Em ambos os momentos de avaliação, as ginastas foram avaliadas em relação aos seus desempenhos de diferentes formas de manifestação força dos MI e MS, propriedades contráteis, velocidade, agilidade, características físicas e composição corporal.

A força explosiva dos MI foi avaliada pelo *squat jump*, *contramovement jump*, *abalakov jump*, impulsão horizontal, salto “*Grand Jeté*”; A força explosiva dos MS pelos lançamentos da bola medical partindo da posição de sentada (peito) e da posição de pé (atrás da cabeça), força de prensão manual e extensões de braços; Propriedades contráteis através dos instrumentos da Tensiomiografia para os músculos reto femoral e bicípites femoral, e Biodex para a extensão do joelho a 60°·s⁻¹ e 180°·s⁻¹; Velocidade através do teste de 30 metros e agilidade pelo 4x10m *Shuttle Run Test*. As características físicas e composição corporal através de um estadiómetro, bioimpedância e fita métrica. Foi também aplicado um questionário de lateralidade.

1 Antes das avaliações, as ginastas procederam a um pequeno aquecimento de 15
2 minutos, onde realizaram a ativação cardiovascular e exercícios de alongamento
3 dinâmico antes das medições dos diversos parâmetros de avaliação. A ordem das
4 avaliações das ginastas em T0 e T0 foi sempre aleatória.

5 As ginastas foram todas orientadas a não consumir qualquer medicamento ou
6 bebida que pudesse alterar e ou perturbar o sistema nervoso e muscular.



12

13 **Figura 1.** Desenho de estudo e caracterização do treino GR no SAD entre março e julho 2023

14

Legenda: *² 2º Estágio Páscoa (15 dias Março – Abril); *³ 3º Estágio CN (15 dias Junho – Julho).

3.3. Organização dos momentos de avaliação

O início do primeiro momento de avaliação foi precedido por uma breve explicação dos seus objetivos, momento em que as ginastas se apresentavam prontas para as avaliações e receberam a folha individual de registo, que as acompanhou durante todo o procedimento. Essa folha foi sempre preenchida pelos técnicos responsáveis pelas avaliações.

Uma parte essencial da apresentação das tarefas foi a formação de subgrupos e a rotação entre eles nos vários pontos de recolha de dados, permitindo o descanso adequado entre as estações de avaliação.

3.4. Caracterização do macrociclo de 4 meses

3.4.1. Período Preparatório Geral

No período entre março e abril, as ginastas iniciaram um novo macrociclo, o Período Preparatório Geral (PPG), tiveram um treino com volume elevado, intensidade baixa/moderada e utilização de um maior número de exercícios de carácter geral, sendo caracterizado por treinos menos exigentes. Normalmente, neste período, ocorre uma interrupção escolar, aliviando a carga diária das atletas, uma vez que acordam um pouco mais tarde devido ao final de um período letivo. No contexto do treino de GR, nesta fase existe, por norma, um estágio devido à pausa letiva, que se destina a aperfeiçoar os exercícios praticados desde setembro. Procura-se neste período, aumentar o valor e a complexidade dos mesmos, especialmente nos exercícios dos aparelhos selecionados para a prova de qualificação para o Campeonato Nacional. Durante este período, foram realizadas duas competições a nível distrital, que não têm impacto nas classificações nacionais, mas ajudam as ginastas a manter a dinâmica competitiva, a participação em competições nesta fase é meramente avaliativa. Existiu também uma pausa completa com a duração de 72 horas, para festejo da Páscoa. Rotina de treino típica nesta fase:

- Aquecimento Geral: Picadeiro; Alongamentos;
- Aquecimento específico: Barra clássica; Barra de chão; Flexibilidade MI e MS;
- Parte Principal 1: Pliometria ou Técnica Corporal; Realização de exercícios com música, cerca de 2 a 3 com duração de 90 segundos. Revisão dos exercícios/aparelhos que as ginastas levam para a prova qualificativa;

- 1 ▪ Parte Principal 2: Treino de alguma componente específica como, elementos de
2 dificuldade de aparelho ou elementos de dificuldade corporal.
- 3 ▪ Parte Final ou Retorno à calma: Alongamentos ou flexibilidade de alguma parte
4 específica em que estiveram a incidir no treino ou apresentam dores muscular ou
5 lesão.

6 3.4.2. Período Preparatório Específico 7

8 Entre abril e maio, as ginastas entraram no período preparatório específico (PPE),
9 iniciando os preparativos para uma competição distrital que pôde garantir diretamente a
10 sua qualificação para o campeonato nacional, caso alcançassem o 1º lugar geral no seu
11 escalão. Procurou-se o desenvolvimento específico para a competição bem como uma
12 melhoria das qualidades volitivas e técnicas, específicas e necessárias à obtenção de
13 sucesso nas competições. Para as ginastas de elite, este mês representou um período
14 competitivo significativo, já que, se selecionadas, participavam na Taça do Mundo de
15 Portimão e/ou no Campeonato Europeu em Baku. A exigência aumenta, e as competições
16 importantes tornam-se o próximo objetivo a alcançar. Neste período, as ginastas
17 realizaram um maior volume de exercícios, com uma repetição mais intensa dos
18 elementos técnicos. O treino dos exercícios coreografados são divididos em três partes,
19 permitindo o aperfeiçoamento específico de cada aparelho. À medida que se
20 aproximavam do mês de maio, participaram num Torneio Interno, realizado pelo clube,
21 tendo os pais como público-alvo. Estas competições internas são utilizadas como meio
22 rápido de desenvolvimento da forma físico, como instrumento de registo dos
23 comportamentos técnicos e táticos em ambiente competitivo e também como recolha de
24 dados respeitantes ao desempenho (pontuações por exemplo). A rotina de treino típica,
25 organizou-se da seguinte forma:

- 26 ▪ Aquecimento Geral: Picadeiro; Alongamentos;
- 27 ▪ Aquecimento específico: Barra clássica; Barra de chão; Flexibilidade MI E MS;
- 28 ▪ Parte Principal 1: Pliometria ou Técnica Corporal; Revisão dos exercícios e
29 realização de partes do exercício, treino dessas partes (do integral para o todo) cerca
30 de 3 a 4 vezes cada parte; 2 exercícios completos com música para cada aparelho.
- 31 ▪ Parte Principal 2: Treino de alguma componente específica como, elementos de
32 dificuldade de aparelho ou elementos de dificuldade corporal.

- 1 ▪ Parte Final ou Retorno à calma: Alongamentos ou flexibilidade de alguma parte
2 específica em que estiveram a incidir no treino ou apresentaram dores musculares
3 e/ou lesão.

4 3.4.3. Período Pré-Competitivo

5

6 No período entre maio e junho, as ginastas entraram num período pré-competitivo,
7 caracterizado por uma maior exigência fisiológica, devido à participação em duas
8 competições de qualificação para o campeonato nacional. Neste período, o treino
9 concentrou-se predominantemente na parte principal, aumentando a carga, tanto na
10 quantidade de exercícios com música como na repetição dos elementos. Este enfoque
11 visou, aumentar a resistência específica e a redução de falhas. A fim de, aperfeiçoar os
12 movimentos corporais e o manejo dos aparelhos, uma vez que a exigência e os objetivos
13 relacionados com a qualificação começaram a ganhar maior destaque. Assim a rotina de
14 treino típica foi:

- 15 ▪ Aquecimento Geral: Picadeiro; Alongamentos;
16 ▪ Aquecimento específico: Barra clássica; Barra de chão; Flexibilidade MI E MS;
17 ▪ Parte Principal 1: Pliometria ou Técnica Corporal; Realização de exercícios com
18 música, cerca de 3 a 4. Nova revisão dos exercícios que as ginastas levaram para a
19 prova qualificativa e para o Campeonato Distrital;
20 ▪ Parte Final ou Retorno à calma: Aquecimento específico – barra de chão ou
21 espaldares;

22 3.4.4. Período Competitivo

23

24 Entre junho e julho, as ginastas entraram no período competitivo (PC), durante o
25 qual procuram alcançar a perfeição técnica e artística, visando obter a melhor
26 performance possível. Os principais objetivos deste período incluem a manutenção da
27 forma desportiva adquirida e o desenvolvimento contínuo das capacidades motoras,
28 técnicas, táticas, cognitivas e psicológicas que são determinantes para o sucesso em
29 competição (Debien et al., 2020). Geralmente, neste período, por estarem no final do
30 ano letivo, o volume de treino é maior, passando a ter sessões bi-diárias. A carga de
31 treino torna-se mais exigente (Debien et al., 2022) , variando entre 4,5 a 8 horas diárias.
32 Neste período, espera-se que as ginastas executem exercícios sem falhas, seja no manejo
33 dos aparelhos ou nas dificuldades corporais. A rigorosidade e exigência aumentaram
34 significativamente, procurou-se a qualidade de treino, uma vez que esta competição foi

1 crucial e pôde diferenciar atletas de 1ª divisão de atletas de elite. O treino nesta fase
2 organizou-se da seguinte forma:

- 3 ▪ Aquecimento Geral: Picadeiro; Barra clássica;
- 4 ▪ Aquecimento específico: Aquecimento rápido, explosivo; Flexibilidade MI e MS;
- 5 ▪ Parte Principal 1: Repetição dos exercícios. Realizaram 4 a 5 exercícios por aparelho
6 (4) em que a ginastas dentro destes 4/5 tiveram de realizar 1 ou 2 exercícios
7 “limpos”, sem falhas. No intervalo de rotação dos exercícios com música as ginastas
8 foram encaminhadas ao aperfeiçoamento dos elementos ou partes do exercício que
9 estavam com um rendimento mais baixo.
- 10 ▪ Parte Final ou Retorno à calma: Aquecimento específico – barra de chão ou
11 espaldares;

12 A organização do treino foi modificada na sua distribuição, não apenas devido ao
13 foco principal ter sido a parte fundamental do treino, mas também por questões de gestão
14 de espaço e coordenação dos atletas. As treinadoras do clube decidiram, assim, realizar
15 uma parte do aquecimento específico no final da sessão de treino.

16 Estas alterações, do ponto de vista das treinadoras, na estrutura do treino visam otimizar
17 o uso do espaço disponível e melhorar a eficiência do treino. Ao deslocar o aquecimento
18 específico para o final, as treinadoras podem garantir que os atletas estejam
19 adequadamente preparados para a parte fundamental do treino, que é o principal foco.
20 Esta abordagem permite também uma melhor utilização dos recursos do clube e uma
21 gestão mais eficaz do tempo de treino, assegurando que todos os atletas tenham a
22 oportunidade de beneficiar dos exercícios específicos sem sobrecarregar o espaço e os
23 equipamentos durante as partes mais intensas do treino.

24

1 **3.5. Instrumentos e Procedimentos**

2 **3.5.1. Para avaliação das propriedades contrácteis**

3

4 Para avaliação das propriedades contrácteis usamos dois instrumentos, a
5 Tensiomiografia e o Biodex, abaixo descrevemos os instrumentos utilizados e os
6 procedimentos detalhados de avaliação.

7 **3.5.1.1. Tensiomiografia (TMG)**

8

9 Propósito: A TMG é um método não evasivo, baseado na evidência que mede com
10 precisão a velocidade de contração, assim como a rigidez muscular. Foi utilizado para
11 medir o deslocamento do ventre do músculo radial da cabeça longa do Reto Femoral
12 (RF) e do Bicípites Femoral (BF), músculos extensores e flexores (Atikovic et al.,
13 2023).

14 Descrição: As medições foram feitas em condições estáticas e relaxadas. O músculo
15 RF do joelho foi medido com as ginastas em decúbito dorsal e a articulação do joelho
16 fixa no ângulo de 150° por meio de uma almofada especialmente projetada. O músculo
17 BF foi medido com o participante em decúbito ventral e o aparelho sensorial
18 perpendicular ao ventre muscular.

19 Procedimentos: Todas as medidas foram realizadas por dois pesquisadores com
20 experiência no uso de TMG: um responsável por controlar a intensidade e frequência
21 do estímulo elétrico e o outro responsável por direcionar a colocação do sensor e
22 controlar o estado das ginastas em ambiente estático e posição relaxada.

23 A estimulação elétrica foi aplicada com duração de pulso de 1 ms e amplitude
24 inicial de corrente de 60 mA, que foi aumentada progressivamente em passos de 10
25 mA até atingir os 90 mA ou até que a resposta muscular não se alterasse apesar do
26 aumento da intensidade de o estímulo. Os estímulos consecutivos foram separados por
27 um intervalo de descanso de 10s.

28

29

30

31

1 Resultados: Das 16 curvas registadas para cada ginasta, foi apenas considerada a curva
2 com maior deslocamento radial máximo para cada músculo avaliado. As medidas de
3 deslocamento do ventre muscular radial foram adquiridas por meio de um transdutor
4 de deslocamento digital (GK 30, Panoptik d.o.o., Ljubljana, Eslovénia) posicionado
5 perpendicularmente à parte mais espessa do ventre muscular. A parte mais espessa do
6 ventre muscular foi determinada visualmente e por palpação durante uma contração
7 voluntária. Os elétrodos autoadesivos (5 x 5 cm, Cefar-Compex Medical AB Co., Ltd,
8 Malmö, Suécia) foram colocados simetricamente a uma distância de 5 cm do sensor
9 (Perotto et al., 2006). O eléctrodo positivo foi posicionado acima do ponto de medição
10 e proximalmente, enquanto o eléctrodo negativo foi posicionado abaixo deste ponto e
11 distalmente. Para todas as medições, o ponto de deslocamento máximo do ventre do
12 músculo radial foi determinado pela obtenção da curva tempo-deslocamento para cada
13 músculo. Com base em medições de baixa intensidade (20 mA) obtidas anteriormente,
14 colocando o sensor em diferentes pontos 2 –3 mm de distância dentro da área definida
15 pelos elétrodos, até que o ponto exato de deslocamento radial máximo fosse
16 identificado. O estímulo elétrico foi produzido por um estimulador TMG-S2 (EMF
17 FURLAN& Co. d.o.o., Ljubljana, Eslovénia). Cada medição envolveu o registo das
18 seguintes variáveis da contração isométrica involuntária produzida pelo estímulo
19 elétrico: deslocamento máximo do ventre do músculo radial (Dm) em mm; Tempo de
20 contração (TC) como o tempo em ms de 10 a 90% de Dm; Tempo de atraso (TD) como
21 o tempo em ms desde o início até 10% de Dm; Tempo de sustentação (TD); Tempo de
22 relaxamento (TR) e Percentagem de simetria lateral (Sym), (Esther et al., 2012).

23 Foram criadas duas variáveis, a primeira denominada de rácio agonista/antagonista
24 (R_AA), no sentido de quantificar a resposta de cada parâmetro das propriedades
25 contráteis da TMG ao treino, cuja fórmula foi, como por exemplo para o tempo de
26 contração para a perna esquerda em T0:

$$27 \quad R_{(AA_{(TC_L)})} = (\text{Tempo de contração T0 RFL} / \text{Tempo de contração T0 BFL}) * 100$$

28 A segunda variável, de Velocidade de contração (VC) através dos resultados
29 fornecidos pela TMG, cuja equação foi:

$$30 \quad \textit{Contraction velocity (Vc = [(0.80*Dm)/Tc])}. (Vc) [Vc = (90%Dm - 10%Dm)/Tc],$$
$$31 \quad \textit{sustain time (Ts) and half-relaxation time (Tr)}$$

32

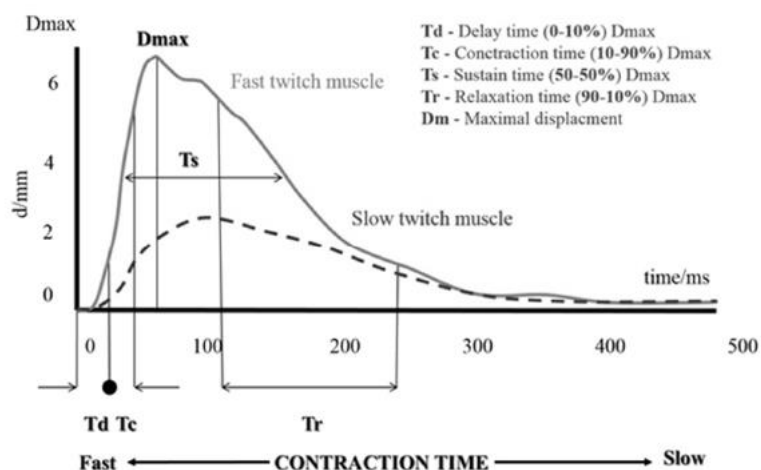


Figura 2. Parâmetros do método de avaliação TMG (Samardžija Pavletić et al., 2022)

3.5.1.2. Biodex System 4 Pro.

Propósito: O exame isocinético está indicado para avaliação do desempenho da força muscular, para membros inferiores e superiores, através da avaliação quantitativa do arco de movimento, da força e das variáveis do desempenho muscular (Biodex System 4 Dynamometer - System 4 PRO™ - ETL and cETL listed to UL 60601-1, CAN/CSA C22.2; No.: 601.1-M90 and EN60601-1, CE conformity to M.D.D. 93/42/EEC*)

Descrição: O aparelho isocinético foi uma máquina na qual as ginastas realizaram um esforço muscular máximo ou submáximo, contra a resistência do aparelho que se acomoda imediatamente. O equipamento possuiu uma velocidade angular constante regulada e imposta de início, permitindo realizar movimento na amplitude articular definida, que no nosso caso forma duas, a $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e a $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ tanto para a extensão como para a flexão do joelho. Ao sinal, as ginastas executaram a sua força máxima para determinada velocidade angular.

Procedimentos: O exame isocinético foi realizado através de um equipamento isocinético computadorizado que permite a recolha de dados sobre a capacidade muscular e/ou possíveis desequilíbrios. É um exame indolor onde as ginastas se encontraram posicionadas no isocinético (posição de sentada) e com a ajuda de umas fitas no tronco permaneceram fixas com tiras e ajustadas ao equipamento, conseguindo desta forma manter uma postura correta para a realização do exame e fazer a sua força máxima, sem utilização ou recrutamento muscular superior. As alavancas foram posicionadas manualmente, o membro a avaliar ficou fixo e o exame iniciou-se quando

1 as ginastas exerceram força com o respetivo elemento biomecânico (braço, antebraço,
2 coxa, perna ou pé).

3 Resultados: O relatório foi construído com base nos dados recolhidos e foi essencial
4 analisá-lo para guiar as ginastas e/ou as(os) treinadores(as) da melhor forma para a
5 monitorização da evolução dos futuros programas de reabilitação/treinos definidos
6 (Proxomed, 2020).

7 **3.5.2. Para avaliação da força dos membros inferiores**

8 Para avaliação da força explosiva e potência dos MI fizemos cinco avaliações
9 distintas na ordem apresentada, SJ, CMJ, ABK, IH, GJ, abaixo descrevemos os
10 instrumentos utilizados e os procedimentos detalhados de cada avaliação.

11 **3.5.2.1. *Squat jump* (SJ)**

12
13 Propósito: O teste do salto SJ consistiu em atingir a máxima distância num salto em
14 altura a pés juntos. Este teste teve como objetivo avaliar a força explosiva, puramente
15 concêntrica, dos MI das ginastas.

16 Descrição: É uma técnica de salto vertical com uma posição de início, a 90° de flexão
17 dos joelhos com as mãos na cintura. Partindo para o salto, fase concêntrica a partir do
18 ciclo de alongamento-encurtamento. As ginastas iniciaram em agachamento de 90°,
19 com as mãos fixas à anca e os pés separados paralelamente à largura dos ombros.
20 Realizaram a extensão dos joelhos o mais rápido possível e executaram o salto apenas
21 com a fase concêntrica.

22 Procedimentos: As ginastas colocaram-se em cima da plataforma de força Software
23 “Boscosystem® Chronojump” (versão 1.7.0), e ao som de um apito monitorizado pelo
24 computador, as ginastas iniciaram a técnica de salto. Aterraram com os dois pés na
25 plataforma de forma a obter o resultado correto. As ginastas puderam realizar duas
26 tentativas com intervalos de cerca de 5-10 segundos.

27 Resultados: Os resultados foram computadorizados pelo software acima mencionado,
28 apresentados em centímetros tendo sido considerada a melhor medida.

3.5.2.2. *Contramovement jump (CMJ)*

Propósito: O teste do salto CMJ consistiu em atingir a máxima distância num salto em altura a pés juntos. Este teste teve como objetivo avaliar a força explosiva (elástico-explosiva) dos membros inferiores das ginastas.

Descrição: É uma técnica de salto vertical com um movimento preparatório (contramovimento) que permite realizar uma fase excêntrica e concêntrica. O contramovimento ativa o ciclo de alongamento-encurtamento, resultando em maior produção de energia dos MI. As ginastas iniciaram em pé, com as mãos fixas à anca e os pés separados paralelamente à largura dos ombros. Flexionaram a articulação dos joelhos e realizaram a fase excêntrica do agachamento e em seguida realizaram a fase concêntrica do salto, através da extensão dos joelhos, o mais rápido possível.

Procedimentos: As ginastas colocaram-se em cima da plataforma de força Software “Boscosystem® Chronojump” (Chronojump BoscoSystem, Barcelona, Espanha - versão 1.7.0), e ao som de um apito monitorizado pelo computador, as ginastas iniciaram a técnica de salto. Aterram com os dois pés na plataforma de forma a obter o resultado correto. As ginastas puderam realizar duas tentativas com intervalos de cerca de 5-10 segundos.

Resultados: Os resultados foram computadorizados pelo software acima mencionado, apresentados em centímetros tendo sido considerada a melhor medida.(Cabo & Parraça, 2021)

3.5.2.3. *Abalakov jump (ABK)*

Propósito: O teste do salto ABK consistiu em atingir a máxima distância num salto em altura a pés juntos. Este teste teve como objetivo avaliar a força explosiva dos MI com o contributo dos braços.

Descrição: É uma técnica de salto vertical com um movimento preparatório (contramovimento) que permite realizar uma fase excêntrica. Na fase concêntrica, utilizou-se o auxílio dos braços para tentar alcançar mais altura e assim ter mais rendimento no salto. Resultando em maior produção de energia dos MI e MS. As ginastas iniciaram em pé, com os braços livres e os pés separados paralelamente à largura dos ombros. Flexionaram a articulação dos joelhos e realizaram a fase

1 excêntrica do agachamento e em seguida realizaram a extensão dos joelhos o mais
2 rápido e alto possível com a ajuda dos membros superiores.

3 Procedimentos: As ginastas colocaram-se em cima da plataforma de força, Software
4 “Boscosystem® Chronojump” (Chronojump BoscoSystem, Barcelona, Espanha -
5 versão 1.7.0), e ao som de um apito monitorizado pelo computador, as ginastas
6 iniciaram a técnica de salto. Aterraram com os dois pés na plataforma de forma a obter
7 o resultado correto. As ginastas puderam realizar duas tentativas com intervalos de
8 cerca de 5-10 segundos.

9 Resultados: Os resultados foram computadorizados pelo software acima mencionado,
10 apresentados em centímetros tendo sido considerada a melhor medida.

11 **3.5.2.4. Impulsão horizontal (IH)**

12
13
14 Propósito: O teste de Impulsão Horizontal consistiu em atingir a máxima distância num
15 salto em comprimento a pés juntos. Este teste teve como objetivo avaliar a força
16 explosiva dos membros inferiores das ginastas.

17 Descrição: O avaliado(a) colocou-se de pé, com os dois pés ligeiramente afastados e
18 apoiados no solo, junto a uma linha previamente marcada; após o sinal, saltaram
19 horizontalmente o mais longe que conseguiram. A aterragem foi feita com os dois pés
20 em simultâneo, caso colocassem as mãos no chão, contava o último apoio;

21 Procedimentos: As ginastas realizaram duas tentativas com intervalos de cerca de 5-10
22 segundos. Com a utilização de uma fita métrica portátil mediu-se a distância atingida,
23 indo perpendicularmente de encontro com a fita métrica fixa ao chão.

24 Resultados: Registou-se a distância entre a linha de partida e o ponto de contacto como
25 solo mais próximo. O resultado foi apresentado em metros e contou a melhor medida
26 das duas tentativas (Lousada, 2018; Loturco et al., 2015).

27 **3.5.2.5. Grand jeté – salto gazela (SG)**

28
29 Propósito: O teste do salto específico GR, consistiu em atingir a máxima distância em
30 comprimento através do salto Grand Jeté, executando a forma correta e definida do salto.
31 Os MI estiveram afastados a 180°. Este teste teve como objetivo avaliar a força
32 explosiva dos membros inferiores das ginastas.

1 Descrição: Grand Jeté, consiste no afastamento ântero-posterior dos membros inferiores
2 (MI) estendidos, tronco na vertical e MS elevados lateralmente. As ginastas colocaram-
3 se de pé, com os dois pés unidos e apoiados no solo, junto a uma linha 1 metro
4 previamente marcada antes da fita métrica de contagem; as ginastas, ao sinal, puderam
5 dar 2 passos antes de iniciarem a fase de voo. Saltaram horizontalmente o mais longe
6 que conseguiram, executando a figura do salto na fase de voo. A aterragem foi feita
7 apenas com um pé, contando a medição pelo primeiro pé de receção;

8 Procedimentos: As ginastas puderam realizar duas tentativas com intervalos de cerca de
9 5-10 segundos. Com a utilização de uma fita métrica portátil mediu-se a distância
10 atingida, indo perpendicularmente de encontro com a fita métrica fixa ao chão.

11 Resultados: Registou-se a distância entre a linha de partida e o ponto de contacto como
12 solo mais próximo. O resultado foi apresentado em metros e contou a melhor medida
13 (Lousada, 2018; Loturco et al., 2015).

14 15 **3.5.3. Para avaliação da força dos membros superiores**

16 Para avaliação da força e potência dos membros superiores fizemos quatro
17 avaliações distintas na ordem apresentada, lançamento de bola medicinal sentadas e em
18 pé, extensões de braços e força de preensão manual, abaixo descrevemos os instrumentos
19 utilizados e os procedimentos detalhados de avaliação (Palao & Valdés, 2013).

20 **3.5.3.1. Lançamento bola medicinal sentado(a) (LBM_S)**

21
22 Propósito: O teste de Lançamento da bola medicinal sentada(o) consiste em atingir a
23 máxima distância em comprimento através da extensão completa dos braços. Este teste
24 teve como objetivo avaliar a força explosiva dos membros superiores das ginastas.

25 Descrição: A fita métrica esteve fixa ao chão paralelamente à parede. O ponto zero da
26 fita métrica foi colocado 150 cm paralelamente à parede. As ginastas sentaram-se com
27 os joelhos estendidos, as pernas unidas e as costas completamente apoiadas à cadeira.
28 Seguraram a bola medicinal de 3 kg ao nível do peito com os cotovelos flexionados. Ao
29 sinal, as ginastas lançaram a bola na maior distância possível. A distância do lançamento
30 foi registada a partir do ponto zero até o local em que a bola tocou ao solo pela primeira
31 vez. Foram realizados dois lançamentos, registando-se o melhor resultado. A bola
32 medicinal foi banhada em pó branco (magnésio) para a identificação precisa do local

1 onde tocou pela primeira vez no solo, assim como uma fita métrica a acompanhar o
2 momento de receção da bola.

3 Procedimentos: As ginastas puderam realizar duas tentativas com intervalos de cerca de
4 5-10 segundos. Com a utilização de uma fita métrica portátil mediu-se a distância
5 atingida, indo perpendicularmente de encontro com a fita métrica fixa ao chão.

6 Resultados: O resultado foi apresentado em metros e contou a melhor medida.
7 (Mudalloul, 2020b)

8 **3.5.3.2. Lançamento bola medicinal em pé (LBM_P)**

9

10 Propósito: O teste de Lançamento da bola medicinal em pé consistiu em atingir a
11 máxima distância em comprimento através da extensão completa dos braços. Este teste
12 teve como objetivo avaliar a força explosiva dos membros superiores das ginastas.
13 (Mudalloul, 2020b)

14 Descrição: A fita métrica foi fixa ao chão paralelamente à parede. O ponto zero da fita
15 métrica foi colocado 150 cm paralelamente à parede. As ginastas estiveram em pé, com
16 um pé à frente do outro e sem balanço qualquer da coluna, realizaram o lançamento a
17 partir da flexão dos cotovelos. Seguram a bola medicinal de 3 kg atrás da cabeça com
18 os cotovelos flexionados. Ao sinal, as ginastas lançaram a bola na maior distância
19 possível. A distância do lançamento foi registada a partir do ponto zero até o local em
20 que a bola tocou ao solo pela primeira vez. Foram realizados dois lançamentos,
21 registrando-se o melhor resultado. A bola medicinal foi banhada em pó branco
22 (magnésio) para a identificação precisa do local onde tocou pela primeira vez no solo,
23 assim como uma fita métrica a acompanhar o momento de receção da bola.

24 Procedimentos: As ginastas puderam realizar duas tentativas com intervalos de cerca de
25 5-10 segundos. Com a utilização de uma fita métrica portátil mediu-se a distância
26 atingida, indo perpendicularmente de encontro com a fita métrica fixa ao chão.

27 Resultados: O resultado foi apresentado em metros e conta a melhor medida (Palao &
28 Valdés, 2013).

29

30

3.5.3.3. Extensões de braços (EB)

Propósito: O teste das extensões de braços permitiu-nos medir a capacidade de resistência (curto prazo) dos músculos extensores da extremidade superior e a capacidade de estabilização do tronco. Este teve como objetivo avaliar a aptidão física geral das ginastas.

Descrição: Foi utilizado um tapete de ginástica e cronómetro (Kalenji ONstart 110 Preto - CR2032 Decathlon Portugal, Ref: 8548015), as ginastas estiveram deitadas de decúbito ventral no tapete e iniciaram o ciclo de extensão de braços com pernas em extensão, os cotovelos para cima e as mãos sobrepostas. As ginastas fizeram o máximo de repetições possível de forma correta em 40 segundos, terminando o ciclo em decúbito ventral. A posição dos braços foi sempre controlada.

Procedimentos: As ginastas puderam realizar um pré-teste e de seguida realizaram, uma vez apenas, o teste. Apenas se contou o número de flexões realizadas corretamente e concluídas nos 40 segundos.

Resultado: Os resultados foram qualitativos e quantitativos, sendo eles, o número de extensões de braços realizadas corretamente (Cabo & Parraça, 2021).

3.5.3.4. Força de prensão manual (FPM)

Propósito: O teste de força de prensão manual consistiu em atingir a máxima através da contração máxima da mão. Este teste teve como objetivo avaliar a força de prensão estática da mão e braço das ginastas.

Descrição: Com um dinamómetro manual digital calibrado com alça ajustável - Takei T.K.K.5401 GRIP-D handgrip dynamometer (Takei Scientific Instruments Co., Ltd, Tokyo, Japan (Zealand et al., 2017)). As ginastas ficaram em posição vertical com o dinamómetro na mão preferida. O braço estava estendido e ligeiramente afastado do corpo. Ao sinal, as ginastas apertaram firme e gradualmente, até à sua força máxima. Nenhum movimento estranho, como sacudir o braço ou o corpo, foi permitido.

Procedimentos: Foi realizado um pré-teste e logo de seguida tem 2 tentativas com uma pausa de 10 seg. entre elas.

Resultado: O melhor resultado das duas tentativas foi a pontuação em quilogramas por Newton (para o kg mais próximo) (Sampaio et al., 2012)

3.5.4. Para avaliação da aptidão física

Para avaliação da aptidão física fizemos duas avaliações distintas na ordem apresentada, velocidade e agilidade, abaixo descrevemos os instrumentos utilizados e os procedimentos detalhados de avaliação.

3.5.4.1. Velocidade (V_30m)

Propósito: O teste de velocidade 30 metro consistiu em ultrapassar a distância definida na velocidade máxima. Este teste teve como objetivo avaliar a aptidão física das ginastas.

Descrição: Num percurso plano e horizontal adequado à corrida em linha reta com, pelo menos, 40 metros, um cronómetro (Kalenji ONstart 110 Preto - CR2032 Decathlon Portugal, Ref: 8548015) e cones coloridos de sinalização (Kipsta Conjunto de 40). As ginastas colocaram-se atrás da linha de partida. Ao sinal, iniciaram a corrida e completaram a distância o mais rapidamente possível.

Procedimentos: As ginastas fizeram um pré-teste e de seguida puderam realizar duas tentativas com intervalo de pelo menos 1 minuto. Foi sugerido e executado o teste a duas ginastas de cada vez (Douda et al., 2007; Loturco et al., 2015).

Resultado: O melhor tempo das duas tentativas foi o registado (Molinari et al., 2008c).

3.5.4.2. Agilidade

Propósito: O 4x10m *Shuttle Run Test* consistiu em avaliar as mudanças de direção e agilidade o mais rápido possível. Este teste teve como objetivo avaliar a aptidão física das ginastas (Kolimechkov, 2019).

Descrição: Foi utilizada uma área de ± 15 metros, cones de sinalização (Kipsta Conjunto de 40) e um cronómetro (Kalenji ONstart 110 Preto - CR2032 Decathlon Portugal, Ref: 8548015). Foram marcadas duas linhas paralelas à distância de 9,14 m e colocados dois copos de plástico atrás da linha final; O teste iniciou-se com as ginastas atrás da linha inicial; Ao sinal, correram o mais rapidamente possível durante 10 metros até aos copos, sem cair as ginastas trouxeram um deles, e colocaram-no atrás da linha inicial; De seguida, voltaram a correr para a linha oposta e recolheram o segundo copo. De seguida

e o mais rápido possível passaram linha inicial como segundo copo na mão; Após as ginastas finalizaram, terminou-se a contagem de tempo no cronómetro.

Procedimentos: As ginastas realizaram duas tentativas, com um intervalo de 60 seg.; O tempo cronometrado foi registado em segundos.

Resultados: Registou-se o tempo em cada tentativa, em segundos e milésimos de segundo. Foi considerado o melhor tempo das duas tentativas.

3.5.5. Para avaliação das características físicas e composição corporal

3.5.5.1. Peso / massa gorda e IMC; (P/ MG / IMC)

Propósito: A medição na bioimpedância Tanita® permite-nos a medição do peso corporal e da massa gorda. Estas medições tiveram como objetivo fazer a caracterização da composição corporal das ginastas (Bioimpedance Analyser Tanita®, BC-601, Tokyo, Japan).

Descrição: Utilizamos a Balança de bioimpedância com precisão de 0.1 kg. Verificou-se a balança estava estável numa superfície plana. De seguida, certificou-se que as ginastas estavam com o mínimo de roupa possível e se permaneciam no centro da balança com o peso distribuído entre as duas pernas. Antes das ginastas se colocarem em cima da balança, introduziram-se alguns dados como, idade, sexo e altura. As ginastas não foram permitidas a olhar para o visor da balança, tendo sido recomendado o olhar para a linha do horizonte. Assim realizamos a leitura e registou-se a massa corporal bem como a percentagem de gordura. O índice de massa corporal (IMC) foi estimado a partir da seguinte fórmula: $IMC (kg/m^2) = \text{Peso}(kg) \div \text{Altura}^2(m)$ (Morouço et al., 2014).

Procedimentos: As ginastas realizaram sempre duas medições, com um intervalo de 10 seg.;

Resultado: Peso foi apresentado em quilogramas e gramas, com um limite de tolerância de 0.2 kg para o peso. Gordura corporal foi apresentada em percentagem, com limite de tolerância de 2%. A média dos dois resultados do peso, foi resultado apresentado, assim como para a MG.

3.5.5.2. Altura

Propósito: A medição da altura permite-nos avaliar o seu possível crescimento. Estas medições tiveram como objetivo fazer a caracterização da composição corporal das ginastas.

Descrição: Utilizou-se um Estadiômetro móvel SECA 213 com precisão de 0,1 cm. Medida entre o vértex e o plano de referência do solo, a medida foi realizada com as ginastas descalças e roupas leves de modo que se possa observar o contorno do corpo. As ginastas ficaram em pé com as pernas e pés paralelos, o peso distribuído em ambos os pés, os braços relaxados ao lado do corpo e palmas das mãos voltadas para o corpo. As costas das ginastas estiveram voltadas para o estadiômetro. Posicionamos a cabeça das ginastas no plano de Frankfurt. Quando não foi possível encostar os cinco pontos (calcanhares, gêmeos, nádegas, escápulas e parte posterior do occipital) na superfície posterior do estadiômetro, posicionamos pelo menos três (calcanhares, nádegas e costas) e mantivemos a cabeça no plano de Frankfurt. As ginastas realizaram uma inspiração profunda, mantendo a posição, a medição foi realizada no final da inspiração. Deslizou-se o cursor delicadamente, fixando-o contra a cabeça das ginastas, com pressão suficiente para comprimir o cabelo, caso necessário.

Procedimentos: A medição foi realizada duas vezes. Tendo as ginastas de sair do estadiômetro por uns 10 segundos.

Resultados: A média das duas medições foi o resultado apresentado, em metros e centímetros, com limite de tolerância de 3 mm. (Battaglia, 2008)

3.5.5.3. Altura sentado(a) - (AS)

Propósito: A medição da altura sentado(a) permite-nos avaliar o seu possível crescimento. Estas medições tiveram como objetivo fazer a caracterização da composição corporal das ginastas.

Descrição: Utilizou-se um Estadiômetro móvel SECA 213 com precisão de 0,1 cm e banco com uma altura de 50 cm. A altura sentado foi medida entre o vértex e o plano de referência do banco, com a cabeça da criança no plano de Frankfurt. Colocamo-nos ao lado das ginastas, de frente para o marcador do estadiômetro;

1 Procedimentos: A medição foi realizada duas vezes. Tendo as ginastas de sair do
2 estadiómetro e banco por 10 segundos.

3 Resultados: A média das duas medições foi o resultado apresentado, metros e
4 centímetros com limite de tolerância de 3 mm.

5 **3.5.5.6. Para avaliação do nível maturacional**

6

7 **3.5.5.6.1. *Maturity offset and phv (PHV/ MO)***

8

9 Propósito: Avaliamos a distância para o pico de velocidade de crescimento. Estas
10 medições tiveram como objetivo fazer a caracterização demográfica e física das
11 ginastas.

12 Descrição: Através da empresa Science for Sport®. Num folha de cálculo Excel,
13 previamente composta, foi feita a introdução dos dados individuais como, data de
14 avaliação, data de nascimento, idade, género, altura, peso, altura sentado(a), altura do
15 banco, comprimento da perna. Após isto, a folha de cálculo através de fórmulas de
16 predição já previamente definidas, oferece-nos os dados de PVH anos e maturidade
17 em anos.

18 Procedimento: Calculou-se a maturação somática com a fórmula de estimativa do PVC
19 para adolescentes, desenvolvida por Mirwald et al. (2002). A fórmula de maturação
20 somática para meninas, segundo Mirwald et al. (2002), é: $-9.376 + [0.0001882 \times$
21 $(\text{interação do comprimento de pernas e estatura sentado}) + 0.0022 \times (\text{interação da}$
22 $\text{idade e comprimento da perna}) + 0.005841 \times (\text{interação da idade e estatura sentado}) -$
23 $0.002658 \times (\text{interação entre idade e peso}) + 0.07693 \times (\text{razão de peso pela estatura}).$

24 Resultados: Esta avaliação foi executada apenas uma vez e os resultados foram
25 apresentados em anos.

26

27

1 3.6. Análise estatística

2

3 Na análise estatística efetuada no presente estudo recorreu à utilização do software
4 Microsoft® Excel para Microsoft 365 MSO (versão 2404 Build 16. 0. 17531. 20152) e
5 SPSS o software IBM SPSS Statistics, versão 21 (SPSS Inc., an IBM Company, Chicago,
6 Illinois, USA), tendo sido considerado um nível de significância de 5%.

7 Os resultados da análise descritiva obtidos foram expressos em média \pm desvio
8 padrão dos valores absolutos para todos os parâmetros avaliados.

9 Adicionalmente, em todas as variáveis, foram apresentadas as diferenças absolutas (DA)
10 e relativas (DR) para perceber melhor os sentidos e magnitudes das mudanças de cada
11 variável em resposta ao treino (exercício crónico), entre os dois momentos de avaliação.
12 As fórmulas utilizadas foram as seguintes:

$$13 \quad DA(\Delta) = \text{Variável}T1 - \text{Variável}T0$$

$$14 \quad DR(\%) = \frac{\text{variável T1} - \text{variável T0}}{\text{variável T0}} \times 100$$

15 Para verificar os pressupostos de distribuição normal dos dados de cada variável
16 utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk.

17 Para estudar o efeito do treino sobre todos os parâmetros, ao longo do macrociclo
18 de verão, compararam-se os valores médios de cada variável nos 2 momentos de
19 avaliação utilizando o teste t-Student (para amostras emparelhadas) ou o teste não
20 paramétrico correspondente Wilcoxon (Z) para os casos em que a normalidade não foi
21 assumida.

22

CAPÍTULO IV – Resultados

As características demográficas, de composição corporal e de maturação, assim como, os resultados da aptidão física e da função neuromuscular, através das propriedades contráteis do músculo (TMG) e do Biodex das atletas de ginástica rítmica, realizadas em dois momentos do período competitivo (4 meses), são apresentadas nas tabelas 2 a 7.

Na tabela 2 são apresentadas as características demográficas, de composição corporal e maturação. Verificaram-se alterações significativas na altura de pé e sentada ($p < 0.001$), no peso ($p = 0.041$) e na diminuição de massa gorda ($p = 0.026$) das ginastas entre T0 e T1.

Como seria expectável as ginastas apresentaram diferenças significativas no pico de velocidade de crescimento e por consequência na idade maturacional, nos dois momentos, que teve uma duração de 4 meses.

Tabela 2. Características demográficas, de composição corporal e de maturação da amostra em T0 e T1.

Variáveis	MD+DP			<i>p-value</i>
	T0	T1		
Idade (anos)	14.54 ± 1.71	14.87 ± 1.71		
Altura(m)	1.58 ± 0.08	1.59 ± 0.08		
P (kg)	50.63 ± 8.46	51.40 ± 7.68	*	0.041
MG (%)	24.25 ± 4.08	22.00 ± 3.98	*	0.026
IMC (kg·m ⁻²)	20.14 ± 2.51	20.23 ± 2.41		
PHV (anos)	12.10 ± 0.38	12.64 ± 0.44	*	<0.001
MO (anos)	1.95 ± 1.42	2.23 ± 1.41	*	<0.001

Legenda: * Representa a diferença estatisticamente significativa de T0 para T1 (p -value <0.001); AS, altura sentado(a); P, peso; MG, massa gorda; IMC, índice de massa gorda; PHV, pico de velocidade em crescimento; MO, idade maturacional; T0, 1ºmomento;T1, 2ºmomento;MD±DP, média e desvio-padrão;

Na tabela 3, em relação à força explosiva dos MI, verificamos um decréscimo acentuado na maioria das variáveis, entre o início e o final do período competitivo: No salto SJ, 5.60 centímetros em valor absoluto, 23.03%; no salto CMJ, 7.87 centímetros, 30.25%; no salto ABK, 5.21 centímetros,18.03%; e na Impulsão Horizontal 0.08 m, 4.36%.

1 Contrariamente, verificamos uma melhoria significativa no desempenho do salto
2 específico da modalidade, Salto Gazela, quer na perna não dominante de 0.13 m,
3 aproximadamente 6.56%, quer na perna dominante, 0.10 m, aproximadamente 5.07%.

4 Em relação à força dos MS, podemos verificar um decréscimo significativo de
5 desempenho na maioria das variáveis: Nos dois lançamentos da bola medicinal (Sentado
6 e em pé) os resultados em valor absoluto e percentagem foram, respetivamente, 0.51 m,
7 12.64% e 0.01 m, 0.20%. Na força de prensão manual para a mão dominante, mão
8 direita, 1.27 kg/N, 4.98%; na extensão de braços 5.95 repetições a menos, 21.24%.

9 No 4x10M SRT, verificamos um decréscimo significativo na performance de 0.33
10 s, que corresponde a cerca de 2.79%.

11 Nas restantes variáveis não se verificaram decréscimos significativos.

12 **Tabela 3.** Características de Força e aptidão física das ginastas avaliadas em T0 e T1.

Variáveis	MD+DP		(T1 – T0)		p-value
	T0	T1	Δ	%	
SJ (cm)	24.34 ± 3.06	18.73 ± 3.51	-5.60	-23.03	* 0.009
CMJ (cm)	26.02 ± 2.89	18.15 ± 4.54	-7.87	-30.25	* <0.001
ABK (cm)	28.92 ± 3.39	23.71 ± 4.77	-5.21	-18.03	* <0.001
IH (m)	1.94 ± 0.18	1.85 ± 0.16	-0.08	-4.36	* <0.001
SG_E (m)	1.97 ± 0.29	2.10 ± 0.28	0.13	6.56	* 0.008
SG_D (m)	2.00 ± 0.28	2.10 ± 0.29	0.10	5.07	* 0.008
LBM_S (m)	4.06 ± 0.56	3.54 ± 0.55	-0.51	-12.64	* 0.043
LBM_P (m)	4.91 ± 0.95	4.92 ± 0.91	0.01	0.20	* <0.001
FPM_E (kg)	24.53 ± 5.45	23.93 ± 4.47	0.60	-2.44	0.211
FPM_D (kg)	25.52 ± 4.91	24.25 ± 4.15	1.27	-4.98	* 0.027
EB (#)	27.78 ± 7.12	33.72 ± 6.81	-5.95	21.41	* 0.002
V_30m (m/s)	5.48 ± 0.32	5.42 ± 0.28	0.06	-1.16	0.140
4x10M SRT (s)	11.71 ± 0.52	12.04 ± 0.61	-0.33	2.79	* 0.009

Legenda: * Representa a diferença estatisticamente significativa de T0 para T1; (p-value <0.001); SJ, *squat jump*; CMJ, *contramovement jump*; ABK, *abalakov jump*; IH, *impulsão Horizontal*; SG_E, salto Gazela com a perna esquerda; SG_D, salto Gazela com a perna direita; LBM_S, lançamento bola medicinal sentado; LBM_P, lançamento bola medicinal de Pé; FPM_E, força de prensão manual mão esquerda; LBM_P, lançamento bola medicinal mão direita; EB, extensão de braços; V_30M, velocidade em 30 metros; 4x10M SRT, 4 vezes 10 metros *shuttle run test*; T0, 1º momento; T1, 2º momento; MD±DP, média e desvio-padrão ; Δ, diferença Absoluta; %, diferença relativa.

13

14 Na tabela 4, em relação às características neuromusculares das ginastas através da
15 TMG, verificamos alguns decréscimos significativos entre T0 e T1. O bicíptes femoral
16 na perna esquerda (não dominante) apresenta alguns valores significativos em relação:
17 Ao tempo de sustentação (TS), 22.25 ms, 16.95%; na velocidade de contração (VC) 0.04
18 ms, aproximadamente 26.71%; na perna direita (dominante), verificamos diferenças
19 significativas no tempo de relaxamento (TR) 19.22 ms, aproximadamente 26.46%.

1 O reto femoral, no tempo de contração (TC), verifica-se um aumento significativo
 2 de 1.95 ms entre T0 e T1, 7.85%. No tempo de relaxamento, também se verifica um
 3 aumento do tempo de relaxamento, 14.54 ms, aproximadamente 60.01%.

4 Nas restantes variáveis da TMG não se verificaram decréscimos significativos.

5 **Tabela 4.** Características neuromusculares das ginastas em T0 e T1 através da Tensiomiografia.

Variáveis	MD+DP		(T1 - T0)		<i>p-value</i>	
	T0	T1	Δ	%		
Bicípites Femoral Esquerdo	Tempo de Contração(ms)	35.14 ± 11.22	40.31 ± 13.35	5.17	14.72	0.083
	Tempo de Sustentação (ms)	131.09 ± 31.25	153.33 ± 23.81	22.25	16.97	*
	Tempo de Relaxamento (ms)	61.95 ± 31.95	44.60 ± 15.17	-17.35	-28.01	0.052
	Deslocamento máximo (mm)	6.44 ± 2.33	5.69 ± 2.24	-0.75	-11.70	0.213
	Tempo de atraso (ms)	22.94 ± 3.92	23.28 ± 2.38	0.34	1.50	0.367
	Velocidade de contração (mm/s)	0.15 ± 0.06	0.11 ± 0.03	-0.04	-26.71	*
	Simetria Lateral (%)	80.47 ± 9.26	75.20 ± 13.94	-5.27	-6.55	0.119
Bicípites Femoral Direito	Tempo de Contração(ms)	36.33 ± 9.87	39.81 ± 8.77	3.48	9.58	0.176
	Tempo de Sustentação (ms)	169.85 ± 38.62	152.11 ± 19.76	-17.74	-10.45	0.059
	Tempo de Relaxamento (ms)	72.64 ± 35.18	53.42 ± 22.65	-19.22	-26.46	*
	Deslocamento máximo (mm)	7.92 ± 2.50	7.06 ± 3.43	-0.85	-10.78	0.240
	Tempo de atraso (ms)	24.62 ± 2.17	24.37 ± 2.12	-0.25	-1.00	0.374
	Velocidade de contração (mm/s)	0.18 ± 0.06	0.15 ± 0.07	-0.04	-19.61	0.133
Reto Femoral Esquerdo	Tempo de Contração(ms)	25.76 ± 3.19	26.40 ± 2.37	0.64	2.49	0.172
	Tempo de Sustentação (ms)	63.77 ± 63.52	51.09 ± 10.59	-12.68	-19.89	0.229
	Tempo de Relaxamento (ms)	15.77 ± 5.18	19.24 ± 8.01	3.47	22.00	0.088
	Deslocamento máximo (mm)	7.62 ± 1.70	7.51 ± 1.67	-0.11	-1.47	0.479
	Tempo de atraso (ms)	22.64 ± 1.70	22.02 ± 1.40	-0.62	-2.75	0.114
	Velocidade de contração (mm/s)	0.24 ± 0.06	0.23 ± 0.05	-0.01	-4.97	0.525
Reto Femoral Direito	Tempo de Contração(ms)	24.88 ± 3.12	26.83 ± 2.18	1.95	7.85	*
	Tempo de Sustentação (ms)	88.00 ± 80.43	78.07 ± 33.28	-9.93	-11.29	0.336
	Tempo de Relaxamento (ms)	24.22 ± 31.33	38.76 ± 30.08	14.54	60.01	*
	Deslocamento máximo (mm)	7.84 ± 1.99	7.65 ± 1.95	-0.20	-2.50	0.381
	Tempo de atraso (ms)	22.14 ± 2.60	22.60 ± 1.26	0.46	2.06	0.232
	Velocidade de contração (mm/s)	0.26 ± 0.08	0.24 ± 0.07	-0.02	-7.58	0.102
Simetria Lateral (%)	87.50 ± 6.41	88.64 ± 4.43	1.14	1.31	0.313	

6

7 Na tabela 5, em relação aos rácios entre o agonista e antagonista (R_AA) para as
 8 propriedades contráteis dos músculos (TMG). Na perna direita, o rácio sobre o TR,
 9 apresenta diferenças significativas de 39.92 ms, 118.37% entre T0 e T1. Sobre o tempo
 10 de atraso (TD), 40.88 ms, o que corresponde a um decréscimo de 48.43%.

11 Nos restantes rácios não se verificaram decréscimos ou aumentos significativos.

12

1 **Tabela 5.** Rácios entre Agonista e Antagonista (RF/BF) para as propriedades contráteis (TMG)
 2 em T0 e T1.

Variáveis	MD±DP		(T1 -T0)		p-value	
	T0	T1	Δ	%		
Rácio Agonista e Antagonista Esquerda (%)	Tempo de Contração	75.78 ± 32.69	70.01 ± 33.05	-5.77	-7.62	0.538
	Tempo de Sustentação	55.47 ± 80.03	31.72 ± 10.62	-23.75	-42.82	0.363
	Tempo de Relaxamento	30.56 ± 24.68	46.88 ± 31.03	16.32	53.41	0.064
	Deslocamento máximo	132.60 ± 82.72	150.92 ± 88.28	18.32	13.82	0.495
	Tempo de atraso	97.16 ± 42.15	89.43 ± 25.94	-7.73	-7.95	0.433
	Velocidade de contração	168.65 ± 96.75	200.53 ± 85.86	31.88	18.90	0.140
	Simetria Lateral (%)	102.95 ± 34.43	112.40 ± 41.07	9.46	9.19	0.331
Rácio Agonista e Antagonista Direita (%)	Tempo de Contração	68.50 ± 23.38	64.29 ± 21.83	-4.21	-6.14	0.826
	Tempo de Sustentação	51.55 ± 53.06	49.19 ± 26.68	-2.36	-4.58	0.300
	Tempo de Relaxamento	33.73 ± 34.59	73.65 ± 58.53	39.92	118.37	* 0.004
	Deslocamento máximo	102.36 ± 49.69	107.12 ± 44.47	4.76	4.65	0.739
	Tempo de atraso	84.41 ± 25.35	43.53 ± 18.04	-40.88	-48.43	* <0.001
	Velocidade de contração	137.53 ± 57.33	172.78 ± 105.27	35.26	25.64	0.199
	Simetria Lateral (%)	103.29 ± 34.42	112.40 ± 41.07	9.11	8.82	0.331

Legenda: * Representa a diferença estatisticamente significativa de T0 para T1 (p-value <0,001); T0,1ºmomento; T1, 2ºmomento; MD±DP,média e desvio-padrão ;Δ, diferença Absoluta;%,diferença relativa.

3

4 Na tabela 6, sobre a avaliação isocinética na velocidade angular de 60°·s⁻¹ para a
 5 identificação de assimetrias musculares, verificaram-se alguns resultados significativos
 6 entre T0 e T1, como:

7 Na flexão de 60°·s⁻¹ do joelho esquerdo, verificamos as seguintes diferenças
 8 significativas: No pico torque, um aumento de 3.94 N/m, 6.05% de diferença entre T0 e
 9 T1; para ambas as pernas, no pico torque sobre o peso corporal verificamos aumentos
 10 significativos, na perna direita 3.75%, aproximadamente 2.82%; na perna esquerda,
 11 6.29%, aproximadamente 4.96%. Na potência total aplicada, um decréscimo de 1.33
 12 Watts, 3.23% de diferença entre os momentos de avaliação; na energia aplicada 20.50 J,
 13 8.81% de aumento entre T0 e T1. Por consequência, o pico de potência médio melhora
 14 significativamente 3.70 N/m, 5.91% entre os momentos. Assim, o R_AA para a perna
 15 esquerda, melhora 3.79% o que se traduz em 7.30% de aumento entre os momentos
 16 aferidos.

17 Na extensão 60°·s⁻¹ também para a perna esquerda, verificamos que na potência
 18 total aplicada, houve um pequeno decréscimo de 2.76 Watts, implícitos à ação muscular,
 19 aproximadamente 3.60%.

20 Nas restantes variáveis do Biodex não se verificaram decréscimos ou aumentos
 21 significativos.

1

2 **Tabela 6.** Características das ginastas na avaliação do Biodex na velocidade angular de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$
 3 nos movimentos de extensão e flexão do joelho.

Variáveis	MD±DP		Δ	%		<i>p-value</i>
	T0	T1				
PEAKTQ_EXT_60°·s ⁻¹ _R	127.16 ± 32.52	127.76 ± 32.82	0.60	0.47		0.423
PEAKTQ_EXT_60°·s ⁻¹ _L	126.09 ± 30.94	124.78 ± 30.89	-1.31	-1.04		0.276
PEAKTQ_FLEX_60°·s ⁻¹ _R	68.50 ± 18.27	70.79 ± 18.30	2.29	3.35		0.054
PEAKTQ_FLEX_60°·s ⁻¹ _L	65.06 ± 14.55	68.99 ± 17.39	3.94	6.05	*	0.011
PEAKTQ_BW_EXT_60°·s ⁻¹ _R	245.96 ± 29.78	245.07 ± 30.69	-0.89	-0.36		0.446
PEAKTQ_BW_EXT_60°·s ⁻¹ _L	244.80 ± 29.11	240.32 ± 30.58	-4.48	-1.83		0.156
PEAKTQ_BW_FLEX_60°·s ⁻¹ _R	132.95 ± 21.11	136.70 ± 23.10	3.75	2.82		0.070
PEAKTQ_BW_FLEX_60°·s ⁻¹ _L	126.86 ± 17.14	133.15 ± 20.85	6.29	4.96	*	0.028
AVGPOWER_EXT_60°·s ⁻¹ _R	77.34 ± 20.81	74.74 ± 17.94	-2.61	-3.37		0.121
AVGPOWER_EXT_60°·s ⁻¹ _L	76.73 ± 21.19	73.97 ± 19.07	-2.76	-3.60	*	0.163
AVGPOWER_FLEX_60°·s ⁻¹ _R	42.39 ± 13.43	42.13 ± 11.90	-0.26	-0.62		0.445
AVGPOWER_FLEX_60°·s ⁻¹ _L	41.24 ± 10.90	42.57 ± 12.01	1.33	3.23		0.180
TW_EXT_60°·s ⁻¹ _R	443.58 ± 113.42	442.36 ± 100.62	-1.22	-0.27		0.462
TW_EXT_60°·s ⁻¹ _L	441.03 ± 97.03	442.86 ± 99.68	1.83	0.42		0.412
TW_FLEX_60°·s ⁻¹ _R	239.98 ± 76.06	248.46 ± 67.37	8.48	3.53		0.205
TW_FLEX_60°·s ⁻¹ _L	232.71 ± 52.68	253.21 ± 64.74	20.50	8.81	*	0.008
PM_EXT_60°·s ⁻¹ _R	118.44 ± 31.84	118.21 ± 27.51	-0.23	-0.20		0.472
PM_EXT_60°·s ⁻¹ _L	117.36 ± 29.48	118.33 ± 29.85	0.97	0.83		0.352
PM_FLEX_60°·s ⁻¹ _R	65.47 ± 19.00	66.27 ± 16.95	0.80	1.22		0.326
PM_FLEX_60°·s ⁻¹ _L	62.60 ± 14.57	66.30 ± 16.88	3.70	5.91	*	0.019
R_AA_60°·s ⁻¹ _R	54.20 ± 7.08	55.91 ± 7.68	1.71	3.15		0.065
R_AA_60°·s ⁻¹ _L	51.95 ± 5.17	55.74 ± 8.04	3.79	7.30	*	0.003

Legenda: * Representa a diferença estatisticamente significativa de T0 para T1 (p-value <0,001); EXT_60°, Extensão do joelho a 60° de velocidade angular; FLEX_60°, Flexão do joelho a 60° de velocidade angular; L, perna esquerda; R, perna direita; PEAKTQ, Pico Torque; PEAKTQ_BW, Pico Toque sobre Peso Corporal; AVGPOWER, Potência Total Aplicada; TW, Energia aplicada; PM, Pico de Potência Média; R_AA, Rácio Agonista sobre Antagonista; T0, 1º Momento; T1, 2º Momento; MD±DP, Média e desvio-padrão; Δ , Diferença Absoluta; %, Diferença relativa.

4

5

6

7

8 Na tabela 7, sobre a avaliação isocinética na velocidade angular de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ para
 9 a identificação de assimetrias musculares, apenas se verificou uma melhoria significativa
 10 entre T0 e T1.

11 As ginastas apresentam apenas valores significativamente estatísticos, na potência
 12 média de flexão da perna esquerda, 2.74 N/m aproximadamente 2.75% do desempenho
 13 entre T0 e T1.

1

2 **Tabela 7.** Características das ginastas na avaliação isocinética Biodex na velocidade angular de
 3 $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ entre T0 e T1.

Variáveis	MD+DP		(T1 – T0)		<i>p-value</i>
	T0	T1	Δ	%	
PEAKTQ_EXT_180°·s ⁻¹ _R	88.96 ± 20.43	88.07 ± 19.35	-0.89	-1.00	0.214
PEAKTQ_EXT_180°·s ⁻¹ _L	86.88 ± 20.34	88.59 ± 22.45	1.71	1.96	0.115
PEAKTQ_FLEX_180°·s ⁻¹ _R	56.58 ± 14.75	55.96 ± 11.75	-0.62	-1.09	0.605
PEAKTQ_FLEX_180°·s ⁻¹ _L	55.11 ± 11.77	55.37 ± 11.79	0.26	0.46	0.424
PEAKTQ_BW_EXT_180°·s ⁻¹ _R	172.71 ± 16.05	170.02 ± 15.18	-2.69	-1.56	0.116
PEAKTQ_BW_EXT_180°·s ⁻¹ _L	168.82 ± 18.79	170.81 ± 22.23	1.99	1.18	0.569
PEAKTQ_BW_FLEX_180°·s ⁻¹ _R	109.93 ± 15.74	108.68 ± 13.76	-1.25	-1.14	0.338
PEAKTQ_BW_FLEX_180°·s ⁻¹ _L	107.51 ± 11.13	107.34 ± 13.69	-0.17	-0.16	0.474
AVGPOWER_EXT_180°·s ⁻¹ _R	144.69 ± 38.23	141.39 ± 36.74	-3.30	-2.28	0.067
AVGPOWER_EXT_180°·s ⁻¹ _L	140.23 ± 36.68	143.27 ± 41.72	3.04	2.17	0.145
AVGPOWER_FLEX_180°·s ⁻¹ _R	81.73 ± 27.29	80.75 ± 20.72	-0.97	-1.19	0.386
AVGPOWER_FLEX_180°·s ⁻¹ _L	79.90 ± 22.19	81.76 ± 21.29	1.86	2.33	0.252
TW_EXT_180°·s ⁻¹ _R	579.76 ± 145.41	569.48 ± 143.61	-10.28	-1.77	0.123
TW_EXT_180°·s ⁻¹ _L	558.39 ± 140.18	570.21 ± 154.92	11.83	2.12	0.183
TW_FLEX_180°·s ⁻¹ _R	329.08 ± 104.52	330.49 ± 81.16	1.42	0.43	0.455
TW_FLEX_180°·s ⁻¹ _L	317.56 ± 87.50	327.29 ± 79.64	9.73	3.06	0.175
PM_EXT_180°·s ⁻¹ _R	83.71 ± 18.80	83.24 ± 17.81	-0.48	-0.57	0.318
PM_EXT_180°·s ⁻¹ _L	81.79 ± 19.10	84.04 ± 21.63	2.25	2.75	*
PM_FLEX_180°·s ⁻¹ _R	52.11 ± 12.82	52.21 ± 10.82	0.10	0.19	0.472
PM_FLEX_180°·s ⁻¹ _L	51.48 ± 10.79	52.03 ± 10.76	0.55	1.07	0.303
R_AA_180°·s ⁻¹ _R	63.74 ± 8.00	64.09 ± 7.79	0.35	0.55	0.836
R_AA_180°·s ⁻¹ _L	65.36 ± 7.54	63.73 ± 10.68	-1.63	-2.49	0.175

Legenda: * Representa a diferença estatisticamente significativa de T0 para T1; (p-value <0,001); EXT_180°, extensão do joelho a 180° de velocidade angular; FLEX_180°, flexão do joelho a 180° de velocidade angular; L, perna esquerda; R, perna direita; PEAKTQ, pico torque; PEAKTQ_BW, pico toque sobre peso corporal; AVGPOWER, potência total aplicada; TW, energia aplicada; PM, pico de potência Média; R_AA, rácio Agonista sobre Antagonista; T0,1ºmomento; T1,2ºmomento; MD±DP, média e desvio-padrão ; Δ , diferença Absoluta; %,diferença relativa.

4

5

6

1 **CAPÍTULO V – Discussão**

2
3 O principal objetivo do estudo foi verificar a influência de 1 macrociclo
4 competitivo com duração de 4 meses na aptidão física e no desempenho neuromuscular.
5 Após o macrociclo, observámos um decréscimo significativo na maior parte dos
6 indicadores estudados.

7 É importante notar o possível efeito cumulativo da carga de treino, que pode estar
8 associado a um maior estado de fadiga e resultar numa diminuição do desempenho tanto
9 na aptidão física quanto no desempenho neuromuscular, como evidenciado pelas
10 avaliações realizadas na Tensiomiografia e no Biodex.

11 12 **5.1. Desempenho neuromuscular através da TMG**

13 14 **5.1.1. Tempo de contração (TC)**

15
16 Ao equipararmos os resultados com a literatura existente observamos que todos
17 os valores médios de TMG obtidos pelas ginastas neste estudo são consistentemente
18 superiores aos dos estudos mais recentes, não apenas em relação à GR, mas também em
19 comparação com outras disciplinas (Atikovic et al., 2023; Kyselovičová et al., 2023)
20 Também observámos que no músculo bicípite femoral (BF), os valores são
21 consideravelmente mais elevados do que no músculo reto femoral (RF) sugerindo um
22 desequilíbrio entre agonistas e antagonistas da coxa. Essa disparidade decorre de uma
23 maior exigência do RF para a realização da maioria dos elementos técnicos exigidos pelo
24 Código de Pontuação Internacional (CIP), o que implica um recrutamento mais
25 significativo dos músculos extensores do joelho em comparação com os flexores.
26 Portanto, o BF é menos solicitado, sendo poucos os elementos técnicos nos quais se
27 observa que o BF é o agonista do movimento. Além disso, o BF é um dos músculos que
28 apresenta maior flexibilidade na GR para possibilitar amplitudes significativas.

29 Exemplos de dificuldades mais utilizadas em Portugal: Agarrar a perna atrás em
30 equilíbrio, pivot da mesma figura, alguns saltos como gazelas com flexão do tronco ou
31 da perna atrás e salto giro com flexão do tronco.

O aumento do TC para o músculo reto femoral (RF) da perna dominante (direita) entre T0 e T1, observado no presente estudo sugere que a maior utilização do músculo da coxa e mais repetições dos exercícios podem ter influenciado esse aumento. Estes valores de T0 e T1 foram superiores aos do estudo conduzido por Atikovic et al. (2023) em que o TC alcançado na GR foi significativamente elevado, tanto no BF quanto no RF, em comparação com a ginástica Artística Masculina e Feminina (Tabelas 8 e 9). Destacou-se um maior risco de lesões e desconforto, especialmente no BF, o que se assemelha aos resultados do nosso estudo. Este padrão é corroborado pelo estudo de Samardžija Pavletić et al. (2022) nas mesmas disciplinas.

Tabela 8. Relação dos valores médios dos parâmetros de TC no músculo BF, na avaliação da TMG em Ginástica Rítmica.

Disciplina	Data	N	Ginástica Rítmica		N	Ginástica Artística Feminina		N	Ginástica Artística Masculina	
			TC_BF_DIR (ms)	TC_BF_ESQ (ms)		TC_BF_DIR (ms)	TC_BF_ESQ (ms)		TC_BF_DIR (ms)	TC_BF_ESQ (ms)
(Atikovic et al., 2023)	2023	54	27.28 ± 6.46	26.56 ± 6.29	26	24.52 ± 4.19	25.40 ± 4.94	28	23.65 ± 3.69	23.59 ± 5.36
(Samardžija Pavletić et al., 2022)	2022	27	25.05 ± 8.30		56	25.19 ± 11.00		51	22.83 ± 9.00	
Estudo atual T0			36.33 ± 9.87(T0)	35.14 ± 11.22 (T0)						
T1	2023	18	39.81 ± 8.77 (T1)	40.31 ± 13.35 (T1)						

Legenda: TMG, tensiomiografia; BF, bicípite femoral; TC, tempo de contração; DIR, direita; ESQ, esquerda; T0, 1º momento de avaliação; T1, 2º momento de avaliação.

Tabela 9. Relação dos valores médios dos parâmetros de TC no músculo RF, na avaliação da TMG em Ginástica Rítmica.

Disciplina	Data	N	Ginástica Rítmica		N	Ginástica Artística Feminina		N	Ginástica Artística Masculina	
			TC_RF_DIR	TC_RF_ESQ		TC_RF_DIR	TC_RF_ESQ		TC_RF_DIR	TC_RF_ESQ
(Atikovic et al., 2023)	2023	54	21.84 ± 2.56	26.56 ± 6.29	26	24.52 ± 4.19	25.40 ± 4.94	28	23.65 ± 3.69	23.59 ± 5.36
(Samardžija Pavletić et al., 2022)	2022	27	21.99 ± 2.50		55	20.57 ± 3.10		51	20.95 ± 3.20	
Estudo atual	2023	18	24.88 ± 3.12	25.76 ± 3.19						
T0										
T1			26.83 ± 2.18	26.40 ± 2.37						

Legenda: TMG, tensiomiografia; RF, reto femoral; TC, tempo de contração; DIR, direita; ESQ, esquerda; T0, 1º momento de avaliação; T1, 2º momento de avaliação.

Conforme destacado por Atikovic et al. (2023), a idade emerge como um dos fatores associados ao aumento do tempo de contração muscular, exercendo uma influência negativa nas propriedades contráteis, mesmo em idades precoces. Importa salientar que no estudo de Ruiz et al. (2012), realizado com 10 jogadoras de voleibol de elite, com uma média de idades de 25.20 ± 6.23 , os valores médios de tempo de contração (TC) para a perna direita (BF) foram de 37.6 ± 17.5 (ms) e para a perna esquerda foram de 32.2 ± 16.0 (ms). Além disso, os valores médios de TC para a perna direita (RF) destas atletas parecem ser mais próximos dos encontrados no nosso estudo, sendo de 28.3 ± 5.8 (ms), enquanto para a perna esquerda foi de 28.7 ± 4.4 (ms). Os valores superiores de Tc das ginastas no presente estudo, em equiparação com as jogadoras de voleibol, podem estar associadas a diversos fatores, incluindo uma musculatura mais desenvolvida e diferenças no desenvolvimento maturacional e na idade cronológica.

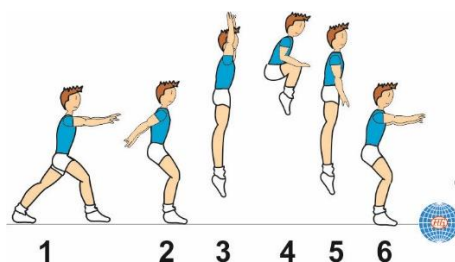
1 A utilização da tensiomiografia para análise da função neuromuscular é relevante
2 e o tempo de contração emerge como um indicador com forte correlação positiva com a
3 distribuição de fibras musculares lentas e rápidas, conforme indicado por estudos recentes
4 (Atikovic et al., 2023; Samardžija Pavletić et al., 2022). Quanto maior é o prolongamento
5 em TC, a percentagem de fibras musculares lentas aumenta e, conseqüentemente, o
6 músculo pode tornar-se mais lento. Na GR os valores mais elevados de TC podem indicar
7 que, eventualmente, devido ao número elevado de repetições nos exercícios gímnicos,
8 sejam solicitadas, de forma predominante, as fibras tipo I. Com o treino repetido as fibras
9 rápidas do tipo II podem modificar o seu padrão de trabalho, tornando-se semelhantes às
10 fibras tipo I (Plotkin et al., 2021; Ruiz et al., 2012).

11 Deste modo, considerando que o tempo de contração é um indicador de
12 desempenho nesta análise (Dordevic et al., 2022a), é possível inferir que pode ter existido
13 uma acumulação de fadiga ao longo do macrociclo analisado, resultando no aumento do
14 TC dos músculos estudados. Também, quando comparada com outras disciplinas da
15 modalidade, a GR apresenta uma característica mais acentuada em termos de
16 flexibilidade, sendo esta uma possível causa associada ao aumento do TC. Além disso,
17 pondera-se sobre o impacto potencialmente negativo que as ações técnicas estáticas
18 podem ter nos tempos de contração muscular. Estudos como os de Opplert et al. (2016)
19 e Ogura et al. (2007) afirmam que tempos de duração acima dos 30 segundos e ou a
20 flexibilidade estática com longa duração antes da execução da força ou atividades
21 explosivas, influencia negativamente a produção de força, o que irá afetar as propriedades
22 contráteis e o desempenho neuromuscular.

23 Essas considerações ressaltam a importância de investigar a relação entre
24 flexibilidade e tempo de contração, assim como avaliar os efeitos das ações técnicas
25 estáticas nesse contexto específico. Essas inter-relações entre a flexibilidade e o
26 desempenho muscular são aspetos relevantes que merecem uma análise aprofundada em
27 estudos científicos.

28 Na GR, a dedicação de tempo à manutenção ou desenvolvimento da flexibilidade,
29 principalmente nos membros inferiores, é uma prática comum. Donti (2014b), refere que
30 normalmente se dedica entre 20 a 30 minutos para desenvolvimento da flexibilidade
31 estática e dinâmica no aquecimento e que se repete no final de sessão onde realizam a
32 condição física, flexibilidade dinâmica por 40-45 min e de seguida flexibilidade estática
33 por 30-35 minutos. No entanto, estudos variados (Ferri-Caruana, 2020; Kinser et al.,

1 2008; Warneke et al., 2024), sugerem que o alongamento agudo, tipicamente realizado
2 como parte do aquecimento, pode resultar numa perda temporária de força máxima, taxa
3 de desenvolvimento de força, potência e desempenho explosivo (Donti, 2014b). Tais
4 sugestões indicam a necessidade de abordagens alternativas no treino de flexibilidade,
5 como Donti (2014a) sugere, a alteração da dinâmica de aquecimento e desenvolvimento
6 da flexibilidade no treino de ginástica, sugerindo um protocolo com durações mais curtas
7 e um tipo de ativação muscular específico pós flexibilidade, através de um salto típico,
8 conhecido como Tuck Jump, como apresentado na imagem abaixo.



9

10 **Figura 3.** Tuck Jump, salto utilizado no protocolo de Donti (2014).

11 Fonte: www.fig-aerobic.com

12

13 **5.1.2. Simetria Lateral - Biodex**

14

15 No presente estudo, verificaram-se aumentos significativos de algumas variáveis
16 em relação ao membro inferior não dominante, a perna esquerda. Verificamos ainda, uma
17 diminuição das assimetrias musculares bilaterais, particularmente nos membros
18 inferiores. Especificamente, na ação muscular de flexão, na avaliação Biodex do joelho
19 na velocidade angular de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$, entre T0 e T1, nos parâmetros peak torque, peak torque
20 relação peso corporal, trabalho total, potência média. Observamos ainda, no rácio AA da
21 perna esquerda um aumento significativo de T0 para T1. Na perna direita, também
22 observamos aumentos não significativos, sendo classificadas como diferenças marginais
23 (Marôco, 2014).

24

25 Não conseguimos afirmar com certeza se todos estes aumentos poderão indicar
26 melhorias associadas da bilateralidade e no rácio AA com base num melhor desempenho
27 da perna não dominante.

28

29 Atikovic et al. (2023) avaliou a simetria lateral tendo referido que o desequilíbrio
muscular, inerente à modalidade e superior em relação à Artística feminina e masculina,
parece ser influenciado por diversos parâmetros, sendo a repetição para o lado dominante

1 um dos principais fatores. Conforme mencionado por Samardžija Pavletić et al. (2022),
2 uma das principais causas para a assimetria muscular reside na produção de força mais
3 acentuada para um lado durante os saltos, bem como na aterragem. Estes autores referem
4 ainda que os saltos assimétricos aumentam o risco de lesões em diversas áreas do corpo.

5 **5.1.3. Tempo de sustentação (TS)**

6

7 No que concerne aos resultados obtidos em relação às propriedades contráteis,
8 vale destacar o tempo de sustentação e relaxamento como tópicos de análise.

9 Observámos que as ginastas prolongaram o tempo de sustentação no músculo
10 bicípites femoral (BF) da perna esquerda. No caso das ginastas destras (com a perna
11 direita como dominante), a perna esquerda desempenha uma função crucial na execução
12 da maioria dos elementos técnicos corporais em que a perna dominante está à frente ou
13 ao lado, sendo a perna de sustentação em equilíbrios e pivôs, ou de propulsão durante
14 chamadas e saltos. As exigências sobre a perna de apoio, seja preferencial ou não
15 preferencial, são de co-contracção leve da musculatura da anca, joelho e tornozelo para
16 manter a posição (Frutuoso et al., 2016). Neste contexto, parece-nos que a repetição e o
17 aumento no volume de treino possam ter influenciado o tempo de sustentação, resultando
18 em elevada rigidez muscular.

19 No estudo conduzido por Ruiz et al. (2012) no âmbito do Voleibol, constatou-se
20 que os valores de TC, DM, TD, TS e TR no BF, em ambas as pernas, tem um decréscimo
21 maior aos observados no RF, uma constatação alinhada com os resultados do presente
22 estudo. No contexto deste estudo, entre T0 e T1, observou-se uma diminuição da
23 deslocação do ventre muscular (DM), com essa diferença a ser mais pronunciada no BF
24 do que no RF. Além disso, o tempo de reação (TD) aumentou, e a duração da contracção
25 (TS) também, o que sugere que as ginastas apresentavam, de facto, elevados níveis de
26 rigidez muscular. Consoante as considerações de Ruiz et al. (2012), altos níveis de fadiga,
27 avaliados através da TMG, manifestam-se quando o TD é elevado, a velocidade de
28 encurtamento do músculo (DM/TC) é reduzida, e TS é prolongada. Importa ressaltar que
29 estes autores, alertaram para a necessidade de ponderação nos resultados de DM, dado
30 que valores elevados ou baixos podem estar associados à fadiga.

31 No que concerne ao tempo de relaxamento (TR) no músculo BF, observou-se uma
32 melhoria para a perna esquerda entre as ginastas. Também houve uma melhoria

1 significativa na velocidade de contração (VC) para o BF esquerdo, sugerindo uma
2 possível associação com a repetição e o aumento do volume de treino.

3 No entanto, ao considerarmos a mesma perna (esquerda) e compararmos os
4 tempos de relaxamento (TR) no RF, observamos um aumento considerável nas ginastas.
5 Este aumento sugere uma alteração no rácio agonista-antagonista, indicando uma
6 significativa extensão do tempo de relaxamento, o que resulta num período prolongado
7 para a descontração muscular por parte das ginastas. Essa rigidez muscular e contração
8 excessiva podem ter contribuído como um dos fatores que levaram à fadiga muscular
9 localizada.

10 As ginastas do presente estudo obtiveram valores de simetria funcional mais altos,
11 entre 80.47% e 75.20% para BF e entre 88.64% e 87.21% para RF, o que sugere que a
12 percentagem de simetria lateral para RF esteja suficientemente alta. Assim, percebemos
13 que a perna esquerda, acabou por equilibrar-se em relação à perna direita no decorrer
14 deste macrociclo e tal pode ter também contribuído para melhoria da simetria das
15 ginastas. Até porque, os valores de referência normais, de acordo com Ruiz et al. (2012),
16 se apresentam por volta dos 65% ou mais. No entanto, neste estudo não foram analisados
17 todos músculos flexores-extensores do joelho, como vasto lateral e vasto medial que são
18 utilizados na literatura para atribuir uma simetria funcional mais precisa (Samardžija
19 Pavletić et al., 2022).

20

21 **5.2. Desempenho muscular através do Biodex**

22

23 A avaliação através do biodex gerou resultados de produção de força para ambos
24 membros inferiores com base nos parâmetros de PTQ, PTQ_BW, TW, AVG e Rácios
25 AA. Em termos gerais, podemos afirmar que de T0 para T1 não houve alterações
26 significativas na perna dominante e observaram-se aumentos na flexão da perna esquerda
27 à velocidade angular de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ ms.

28 Esta avaliação por meio do Biodex na modalidade de GR é um campo de estudo
29 ainda muito pouco explorado. No entanto, vários estudos (Frutuoso et al., 2016;
30 Kyselovičová et al., 2023; Thompson et al., 2018; Wiażewicz et al., 2020) abordam esta
31 avaliação na modalidade, em diferentes articulações e velocidades angulares

1 De acordo com Kyselovičová et al. (2023), os ângulos de avaliação isocinética são
2 classificados em relação ao tipo de velocidade. Velocidades de força manifestam-se nos
3 ângulos entre $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $120^{\circ}\cdot s^{-1}$, enquanto velocidades de resistência são observadas entre
4 $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $300^{\circ}\cdot s^{-1}$. Sobre a seleção das velocidade angulares no presente estudo, de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$
5 e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ e de acordo com Frutuoso et al. (2016) os ângulos selecionados estão
6 relacionados com o facto de que, a velocidade de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ tem sido amplamente utilizada
7 em diversos estudos para calcular o pico máximo de torque (PTQ) e trabalho total (TW),
8 enquanto velocidades angulares de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ e acima têm sido utilizadas para determinar a
9 potência muscular (PTQ). A velocidade angular de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ é destacada por Frutuoso et
10 al. (2016) como aquela em que se observou o pico de potência durante a extensão do
11 joelho em mulheres.

12 **5.2.1. Peak torque (PTQ)**

13

14 Em relação ao Pico de Torque (PTQ) as ginastas apresentam valores mais baixos
15 a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ do que a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$. Ao analisarmos as tabelas 10 e 11, observamos que as ginastas
16 do presente estudo, obtiveram valores superiores em alguns parâmetros da avaliação
17 isocinética, e que, apesar de serem maturacionalmente mais jovens que as restantes
18 ginastas dos outros estudos (por exemplo de Kyselovičová et al. (2023)), aparentam
19 demonstrar maiores níveis de produção de força. De facto, no estudo de Kyselovičová et
20 al. (2023) compraram-se três disciplinas distintas dentro da modalidade: rítmica, artística
21 e aeróbica, nas velocidades angulares de análise utilizadas no presente estudo e sobre a
22 mesma articulação, o joelho. A sua amostra de GR foi composta por 6 ginastas, com uma
23 média de idade de $17.7 \text{ anos} \pm 0.53$, altura média de $165.00 \text{ cm} \pm 4.73$, peso médio de
24 $55.37 \text{ kg} \pm 5.53$, índice de massa corporal (IMC) médio de $20,3 \pm 1.46$ e percentagem de
25 massa gorda (MG) média de $15.78\% \pm 2.02$. No contexto da avaliação pelo Biodex, os
26 dados antropométricos desempenham um papel crucial em qualquer análise. Assim, é
27 importante considerar a altura, peso e índice de massa corporal da amostra do presente
28 estudo, que demonstram variações na idade e maturidade corporal das ginastas, sendo
29 estas mais leves, mas com uma presença mais significativa de massa gorda e um IMC
30 semelhante ao da nossa amostra.

31 Segundo Kyselovičová et al. (2023), a magnitude da relação entre o Peak Torque
32 dos isquiotibiais para os quadricípites pode refletir os padrões de movimento durante os
33 saltos e outros tipos de dificuldades corporais. No entanto, os saltos são um tipo de

1 dificuldade corporal muito recorrente na GR, não só por pelo CIP exigir pelo menos um
2 elemento de cada grupo de dificuldade corporal, como por serem dificuldades que se
3 executam com rapidez e permitirem “ganhar” algum tempo na coreografia e
4 consequentemente a possibilidade de realizar mais elementos que acrescentem valor ao
5 exercício.

6 Os resultados da nossa investigação podem ser atribuídos ao facto de que, a
7 $180^{\circ}\cdot s^{-1}$, a perna já está em extensão, o que significa que os filamentos de actina e
8 miosina, componentes da cadeia proteica, já estão encurtados. Esse encurtamento pode
9 dificultar a contração muscular eficaz (Mil-Homens et al., 2022). Por outro lado, a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$,
10 os filamentos de actina e miosina ainda estão alongados, facilitando uma melhor
11 contração muscular (Produção muscular). Assim, os valores superiores observados a
12 $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ em relação aos $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ podem ser explicados por essa diferença na extensão dos
13 filamentos musculares durante a avaliação isocinética.

14 **5.2.2. Total work (TW)**

15

16 Entre T0 e T1, observou-se uma melhoria significativa no TW no movimento de
17 flexão da perna esquerda, não dominante. No entanto, não se verificaram alterações da
18 extensão, tendo-se observado uma tendência de diminuição no TW na extensão da perna
19 dominante tanto a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ como a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$. Apesar de uma evolução notável na perna
20 esquerda, os valores obtidos pela amostra deste estudo são inferiores aos apresentados
21 nos estudos de (Kyselovičová et al., 2023; Tabaković et al., 2023). Em concordância com
22 a relação dos nossos resultados, também nos estudos apresentados anteriormente os
23 resultados são sempre mais baixos no movimento de flexão do que na extensão, havendo
24 ainda uma diferença considerável entre a perna dominante e não dominante. De destacar
25 a melhoria dos valores da nossa amostra em TW a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$, confirmando o que afirmam
26 as referências, a potência manifestou-se em maior quantidade na extensão e obtiveram
27 melhores resultados na velocidade angular de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ do que $60^{\circ}\cdot s^{-1}$. Destaca-se a
28 melhoria dos valores da nossa amostra em TW a uma velocidade angular de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$,
29 corroborando o que foi afirmado (Frutuoso et al., 2016; Kyselovičová et al., 2023).

30 Isso sugere que as ginastas deste presente estudo podem ter níveis de força
31 superiores, mas não conseguem gerar toda a energia disponível?

1 Este aumento do TW na perna esquerda parece ter sido influenciado pelo aumento
2 de carga durante o período analisado. Este aumento da carga reflete o calendário
3 desportivo atípico (em que as ginastas treinaram sempre para as competições individuais
4 e não de conjuntos) que resultou a com a possível repetição monótona das tarefas de
5 treino. Eventualmente, também pelo facto de a perna esquerda ser a perna de propulsão
6 na maioria dos saltos. A propulsão requer uma velocidade significativa e rápida, assim
7 como a geração de força cinética da perna esquerda para impulsionar o corpo da ginasta
8 para cima e para a frente (Frutuoso et al., 2016), resultando num maior equilíbrio entre
9 agonista e antagonista e entre os membros, como refletem os resultados obtidos.

10 **5.2.3. Potência Média (AVG)**

11

12 Nas tabelas 11 e 12 é possível verificar que a potência média se manifestou em
13 maior quantidade durante a extensão e foram obtidos aumentos nos resultados em
14 velocidade angular de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ do que a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$. Verificou-se uma evolução significativa
15 em quase todos os parâmetros da mesma avaliação a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ para a perna esquerda,
16 especialmente no movimento de flexão. No entanto, contrariamente, registou-se um
17 decréscimo significativo na potência média durante o momento de extensão do joelho
18 esquerdo.

19 Verificou-se uma evolução significativa em quase todos os parâmetros da mesma
20 avaliação a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ para a perna esquerda, especialmente no movimento de flexão. No
21 entanto, contrariamente, registou-se um decréscimo significativo na potência média
22 durante o momento de extensão do joelho esquerdo.

23 A redução da potência média pode ser justificada pelo facto de, nesta fase da
24 época, o trabalho de extensão ter sido predominantemente executado para o lado
25 dominante, enquanto o de flexão foi mais realizado para a perna não dominante, que, para
26 a grande maioria, é a perna esquerda.

27

28 **5.2.4. Rácios Agonista/Antagonista (R_AA)**

29

30 Os rácios parecem manifestar-se de forma mais equilibrada de T0 para T1,
31 havendo uma diferença menor entre os lados dominante e não dominante, bem como entre
32 agonista e antagonista. Esta observação sugere que o treino de ginástica rítmica tem

1 contribuído cada vez mais para promover esse equilíbrio, como evidenciado no presente
2 estudo e nos estudos de Wiażewicz et al. (2020).

3 Ao analisar os padrões normativos estabelecidos na tabela 10, observou-se uma
4 disparidade considerável entre os valores apresentados pelas ginastas participantes do
5 estudo e os parâmetros normativos/referência estabelecidos. Os dados coletados
6 revelaram consistentemente que os valores obtidos pelas ginastas estavam
7 substancialmente abaixo dos valores de referência estipulados na literatura para mulheres
8 atletas, tanto na velocidade angular de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ quanto na de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$. Essa diferença
9 significativa merece reflexão, destacando a necessidade de um treino equilibrado entre os
10 músculos agonistas e antagonistas para combater essa disparidade e otimizar o
11 desempenho muscular das ginastas.

12 **Tabela 10.** Valores normativos in Biodex Advantage Software, Operation Manual Current
13 Recorded Normative Goals (Women).

Velocidades Angulares	Referências Teóricas (%)
	Rácio I:Q
Velocidade a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$	62
Velocidade a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$	76

14 Legenda: I:Q, Isquiotibiais: Quadrícipites;

15 Um aumento significativo do rácio agonista/antagonista, para a perna esquerda na
16 velocidade angular de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$, pelo aumento de força nos isquiotibiais. O que trouxe um
17 decréscimo do rácio AA, como também verificado no estudo de Thompson et al. (2018).
18 A presente amostra na velocidade angular de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$, obteve sempre uma melhoria no
19 rácio, muito significativa apenas para a perna esquerda, que melhorou 7.30% entre T0 e
20 T1, de 51.95 ± 5.17 em T0 para 55.74 ± 8.04 em T1. Também existiu uma melhoria do
21 rácio A:A para a perna direita, mas não significativa, no entanto, não deixa de ser uma
22 melhoria de 3.15% entre T0 e T1, 54.20 ± 7.08 para 55.91 ± 7.68 .

23 No estudo de Thompson et al. (2018), os valores obtidos pelas ginastas foram
24 sempre mais baixos em comparação com as atletas de basquetebol. Neste estudo existe
25 uma comparação entre as modalidades, que apesar de ter exigências fisiológicas
26 completamente distintas, ambas utilizam muito os joelhos e executam um grande volume
27 de saltos. Assim, os valores das mesmas, as ginastas em comparação no estudo acima
28 referido, foi de 0.53 ± 0.13 , já as atletas de basquetebol obtiveram resultados mais

1 elevados que os nossos, 0.62 ± 0.10 . No entanto a $60^\circ \cdot s^{-1}$ as nossas atletas tiveram valores
2 mais parecidos com as ginastas do estudo referido, que se apresentam abaixo dos valores
3 de referência. A $180^\circ \cdot s^{-1}$ os valores parecem estar mais parecidos com os valores das
4 atletas de basquetebol a $60^\circ \cdot s^{-1}$ (Thompson et al., 2018).

5 No estudo de Kyselovičová et al. (2023), os rácios são mais semelhantes ao nossos,
6 o que sugere que possa existir uniformidade nos padrões de resultado das ginastas dos
7 vários estudos equiparados com as ginastas do presente estudo. Sendo que as mesmas a
8 $60^\circ \cdot s^{-1}$, apresentam 56.92 ± 7.58 para a perna direita e 64.12 ± 18.62 para a perna
9 esquerda. No entanto, as ginastas do estudo acima referido para a perna direita obtiverem
10 um rácio mais elevado em relação aos resultados das ginastas do nosso estudo não
11 chegando ao valor de referência. Já para a perna esquerda, o rácio do estudo em
12 equiparação, está acima dos valores de referência.

13 Na avaliação isocinética através do Biodex a $180^\circ \cdot s^{-1}$, poucos estudos foram
14 encontrados para possível comparação. No entanto, na velocidade angular de $180^\circ \cdot s^{-1}$
15 nada de significativo, no entanto a perna esquerda decresceu ligeiramente o seu rácio. De
16 65.36 ± 7.54 em T0 para 63.73 ± 10.68 em T1, um decréscimo de 2.49%. Os valores
17 obtidos, de acordo com o estudo de Kyselovičová et al. (2023) parecem ser semelhantes,
18 uma vez que no estudo em referência, os valores obtidos foram 64.52 ± 6.97 para a perna
19 direita e de 60.43 ± 12.08 para a perna esquerda. Obtivemos nesta relação, valores
20 ligeiramente mais altos aquando da comparação com as ginastas do estudo de
21 Kyselovičová et al. (2023), o que se traduz num melhor equilíbrio entre membros e entre
22 agonista e antagonista.

23 No entanto, os valores obtidos apresentam-se abaixo dos valores de referência para as
24 mulheres atletas como ilustrado nas tabelas 11 e 12.

Tabela 11. Relação dos valores médios dos parâmetros PTQ, AVG, TW na velocidade angular de 60°.s⁻¹ [J] do Biodex em estudos de avaliação isocinética na GR.

Estudo/Disciplina	Data	N	Biodex 60°.s ⁻¹ [J] – Joelho															
			PTQ_R (Nm)	PTQ_L (Nm)	PTQ_R (Nm)	PTQ_L (Nm)	PTQ_BW_R (%)	PTQ_BW_L (%)	PTQ_BW_R (%)	PTQ_BW_L (%)	AVG_R (Watts)	AVG_L (Watts)	AVG_R (Watts)	AVG_L (Watts)	TW_R (J)	TW_L (J)	TW_R (J)	TW_L (J)
Ação motora			EXT		FLEX		EXT		FLEX		EXT		FLEX		EXT		FLEX	
Kyselovičová (GR)	2023	6	70.33 ± 7.09	69.17 ± 7.19	75.00 ± 7.51	59.67 ± 20.13	168.67 ± 49.00	169.78 ± 47.72	92.98 ± 18.08	101.78 ± 6.78	49.07 ± 19.91	59.88 ± 17.96	27.32 ± 10.26	35.47 ± 8.50	507.32 ± 203.04	588.52 ± 182.37	286.98 ± 98.60	350.70 ± 78.86
Tabaković et al.(GA) T0	2023	30	204.93 ± 32.40	210.27 ± 37.93	130.25 ± 20.46	119.60 ± 14.21					125.21 ± 12.55	132.92 ± 21.59	93.12 ± 18.18	90.14 ± 6.30	859.79 ± 123.32	856.00 ± 173.54	547.40 ± 72.50	501.15 ± 54.58
			T1	257.35 ± 44.38	264.57 ± 44.96	149.60 ± 27.99	151.20 ± 26.73					167.05 ± 39.91	172.42 ± 39.95	115.73 ± 24.66	113.37 ± 22.78	1118.53 ± 223.23	1123.98 ± 217.19	799.98 ± 152.98
Dallas et al. (GA)	2021	20	40.80 ± 3.61	45.50 ± 4.62	32.20 ± 3.96	29.20 ± 4.30												
Wiazewicz et al. (GR)	2020	5	126.8 ± 35.92	126.6 ± 15.32	72.3 ± 11.10	69.8 ± 12.33	196.4 ± 49.02	199.5 ± 13.31	112.0 ± 11.13	108.4 ± 16.96	87.5 ± 26.45	90.0 ± 16.13	50.9 ± 8.90	52.9 ± 5.76	1.130.3 ± 512.10	998.9 ± 253.10	637.7 ± 183.88	582.6 ± 107.37
Thompson et al.(GR)	2018	13	120 ± 23.0		61 ± 10.1		1.9 ± 0.32		0.97 ± 0.18									
Estudo Atual (GR) T0	2023	18	127.16 ± 32.52	126.09 ± 30.94	68.50 ± 18.27	65.06 ± 14.55	245.96 ± 29.78	244.80 ± 29.11	132.95 ± 21.11	126.86 ± 17.14	77.34 ± 20.81	76.73 ± 21.19	42.39 ± 13.43	41.24 ± 10.90	443.58 ± 113.42	441.03 ± 97.03	239.98 ± 76.06	232.71 ± 52.68
			T1	127.76 ± 32.82	124.78 ± 30.89	70.79 ± 18.30	68.99 ± 17.39	245.07 ± 30.69	240.32 ± 30.58	136.70 ± 23.10	133.15 ± 20.85	74.74 ± 17.94	73.97 ± 19.07	42.13 ± 11.90	42.57 ± 12.01	442.36 ± 100.62	442.86 ± 99.68	248.46 ± 67.37

Legenda: EXT, Extensão do joelho a 60°.s⁻¹ de velocidade angular; FLEX, Flexão do joelho a 60°.s⁻¹ de velocidade angular; L, perna esquerda; R, perna direita; PTQ, Pico Torque; PTQ_BW, Pico Toque sobre Peso Corporal; AVG, Potência Total Aplicada; TW, Energia aplicada; T0,1ºMomento; T1,2ºMomento; MD±DP, Média e desvio-padrão; Δ, Diferença Absoluta; %, Diferença relativa.

Tabela 12. Relação dos valores médios dos parâmetros PTQ, AVG, TW na velocidade angular de $180^\circ \cdot s^{-1}$ [J] do Biodex em estudos de avaliação isocinética na GR.

Estudo/Disciplina	Data	N	Biodex $180^\circ \cdot s^{-1}$ [J] – Joelho																
			PTQ_R (Nm)	PTQ_L (Nm)	PTQ_R (Nm)	PTQ_L (Nm)	PTQ_BW_R (%)	PTQ_BW_L (%)	PTQ_BW_R (%)	PTQ_BW_L (%)	AVG_R (Watts)	AVG_L (Watts)	AVG_R (Watts)	AVG_L (Watts)	TW_R (J)	TW_L (J)	TW_R (J)	TW_L (J)	
Ação motora			EXT		FLEX		EXT		FLEX		EXT		FLEX		EXT		FLEX		
Kyselovičová (GR)	2023	6	102.63 ± 30.52	109.23 ± 32.93	63.15 ± 17.99	58.78 ± 20.60	122.65 ± 19.86	112.87 ± 51.79	78.97 ± 13.55	77.27 ± 11.76	68.17 ± 6.11	65.17 ± 7.76	61.83 ± 13.79	46.33 ± 25.84	790.68 ± 205.53	823.23 ± 229.61	511.90 ± 127.19	491.83 ± 144.02	
Estudo Atual (GR)	2023	18	T0	88.96 ± 20.43	86.88 ± 20.34	56.58 ± 14.75	55.11 ± 11.77	172.71 ± 16.05	168.82 ± 18.79	81.73 ± 27.29	79.90 ± 22.19	144.69 ± 38.23	140.23 ± 36.68	81.73 ± 27.29	79.90 ± 22.19	579.76 ± 145.41	558.39 ± 140.18	329.08 ± 104.52	317.56 ± 87.50
			T1	88.07 ± 19.35	88.59 ± 19.35	55.96 ± 11.75	55.37 ± 11.79	170.02 ± 15.18	170.81 ± 22.23	80.75 ± 20.72	81.76 ± 21.29	141.39 ± 36.74	143.27 ± 41.72	80.75 ± 20.72	81.76 ± 21.29	569.48 ± 143.61	570.21 ± 154.92	330.49 ± 81.16	327.29 ± 79.64

Legenda: EXT, Extensão do joelho a $180^\circ \cdot s^{-1}$ de velocidade angular; FLEX, Flexão do joelho a $180^\circ \cdot s^{-1}$ de velocidade angular; L, perna esquerda; R, perna direita; PTQ, Pico Torque; PTQ_BW, Pico Torque sobre Peso Corporal; AVG, Potência Total Aplicada; TW, Energia aplicada; T0, 1ºMomento; T1, 2ºMomento; MD±DP, Média e desvio-padrão; Δ, Diferença Absoluta Diferença relativa.

1 Em termos gerais na perna direita, que geralmente é a perna dominante,
 2 observámos uma menor produção força nos isquiotibiais e uma maior flexibilidade na
 3 região posterior. Por outro lado, na perna esquerda, tipicamente não dominante,
 4 encontrámos uma menor produção força nos quadricípites e uma maior flexibilidade na
 5 região anterior. Essas características são consistentes com os padrões de movimento
 6 observados durante os treinos e competições nestas ginastas e refletem a especificidade
 7 dos movimentos executados na ginástica rítmica. Na tabela 13 estão sistematizados estes
 8 padrões que foram identificados nestas ginastas.

9

10 **Tabela 13.** Indicadores de desempenho sobre a perna dominante e não dominante na GR.

Indicadores	Perna dominante (Direita)	Perna não dominante (Esquerda)
Grupo muscular MI com maiores níveis de produção força	Quadríceps	Ísquio tibioperoniais
Maiores níveis de flexibilidade	Ísquio tibioperoniais	Quadríceps e Virilha;
DC – Pivots com a esquerda em cima	Perna de suporte	Perna de flexibilidade e impulsão
DC – Pivots com a perna direita em cima	Perna de flexibilidade	Perna de suporte
DC – Saltos	Perna da 1ª Fase do movimento de saída	Perna de impulsão
DC – Equilíbrios com a perna à frente	Perna de flexibilidade e impulsão	Perna de suporte
DC – Equilíbrios com a perna atrás	Perna de suporte	Perna de flexibilidade e impulsão

11 Legenda: DC, Dificuldades Corporais; MI, membros inferiores.

12 Vários autores, como Frutuoso et al. (2016), fazem referência ao facto de na
 13 maioria dos jovens desportistas existirem algumas assimetrias para a relação entre
 14 isquiotibiais e quadríceps, sendo os isquiotibiais mais fracos na perna dominante e os
 15 quadríceps mais fracos na perna não dominante. Esta relação é particularmente evidente
 16 na nossa modalidade, especialmente considerando que a maioria da amostra é composta
 17 por atletas destras.

18

19

20

5.3. Desempenho das diferentes manifestações de Força

5.3.1. Membros inferiores e superiores

A força explosiva é uma qualidade fundamental para o desempenho na GR, sendo que habilidades como saltar e exercícios pliométricos desempenham um papel crucial (Despina et al., 2014). A capacidade de gerar trabalho ou energia em um curto espaço de tempo, conhecida como força explosiva muscular, é uma habilidade essencial em diversos desportos, sendo a taxa de produção de força um elemento fundamental em muitas modalidades. O desenvolvimento desta força, combinado com técnica adequada e harmonia corporal, é fundamental para a execução eficaz de movimentos e elementos específicos da GR (Santos et al., 2016), onde os saltos representam a expressão do poder explosivo dos membros inferiores e os lançamentos de aparelhos demonstram a potência dos membros superiores.

5.3.1.1. Força explosiva

Neste estudo observou-se um decréscimo significativo de T0 para T1 na maioria das variáveis de avaliação da força explosiva, tanto nos membros inferiores (saltos) quanto nos membros superiores (lançamento de bola medicinal).

5.3.1.1.1. Membros Inferiores

A. Salto Gazela

Para os membros inferiores todos os saltos apresentaram valores mais baixos em T1, com exceção do salto específico da modalidade, o salto gazela, que aumentou significativamente para ambos os membros inferiores.

No entanto, é importante refletir sobre o decréscimo significativo da força nos membros inferiores durante os saltos, os quais são considerados preditores de rendimento para a execução do salto gazela (Batista et al., 2017; Blanco et al., 2021). Talvez o processo de treino, devido à repetição e aperfeiçoamento constante, realizado durante este período, tenha sido mais orientado para a vertente técnica e de aperfeiçoamento, o que pode ter conduzido a este aumento do salto específico.

1

2 **B. Squat Jump (SJ) e Countermovement Jump (CMJ)**

3 De acordo com as análises de Blanco et al. (2021), no CMJ, o decréscimo
4 observado nos valores de desempenho pode estar associado à menor familiaridade das
5 ginastas com a técnica específica de salto avaliada. Esta técnica pode não estar tão
6 enraizada no repertório de movimentos típicos da GR, o que poderia explicar, em parte,
7 os resultados inferiores obtidos pelas ginastas neste estudo. Apesar das sugestões
8 anteriores, parece que as atletas deste estudo estavam familiarizadas com os saltos no T0,
9 porque conseguiram obter bons resultados em T0.

10 No estudo de Douda et al. (2008) que distingue as ginastas elites e não elites GR,
11 avalia as características fisiológicas e antropométricas das ginastas, estas compreendem
12 idades entre 13.41 ± 1.6 anos e altura 152.05 ± 8.38 cm, sendo semelhantes à nossa
13 amostra. No entanto, as ginastas do estudo referido, apresentam valores de força mais
14 altos em relação aos apresentados neste estudo, no salto vertical (SJ). Tendo atingido,
15 37.53 ± 3.48 (Elites) e 35.94 ± 3.50 (Não elites). Contrariamente, no salto de impulsão
16 horizontal, apresentaram valores inferiores ao do nosso estudo, 173.05 ± 14.6 e $171.07 \pm$
17 16 cm, o que sugere que as nossas ginastas apresentam melhores resultados neste salto e
18 um bom nível de IH, contrariamente ao SJ entre T0 e T1.

19 No estudo de Agostini et al. (2017), com 30 atletas de ginástica rítmica cujo
20 objetivo foi a análise da influência de programa de treino pliométrico para melhoria da
21 performance das ginastas em dois grupos, o de controlo (15.2 ± 1.5 anos) e experimental
22 (15.4 ± 1.2 anos). As mesmas foram submetidas a vários testes de avaliação de potência-
23 força e agilidade, de entre os quais IH e ABK. No salto ABK, as ginastas do grupo
24 controlo do estudo referido obtiveram todas uma evolução significativa desde o 1º
25 momento de avaliação, começando com 34.27 ± 6.08 cm terminando com 44.00 ± 7.64
26 cm, já as ginastas do grupo experimental melhoraram menos de 35.80 ± 6.97 para 50.93
27 ± 47.47 . O que sugere que o resultado obtido pelas presentes ginastas deste estudo, desde
28 T0 que demonstram valores possivelmente abaixo do que podem ser as suas qualidades
29 (T0 - 28.92 ± 3.39 ; T1 - 23.71 ± 4.77), no entanto esta diferença pode ter haver com o
30 nível maturacional das atletas, visto que diferença na média de idades é ainda
31 considerável, com o tipo de treino e recuperação do mesmo e com possíveis
32 características fisiológicas das ginastas.

1 Os resultados obtidos em relação a este salto são motivo para uma análise mais
2 aprofundada, uma vez que os valores deveriam ser mais elevados. Este salto implica uma
3 utilização significativa dos membros superiores para gerar potência, aliada ao impulso
4 dos membros inferiores, com o intuito de alcançar uma altura máxima comparável ou
5 superior àquela obtida nos saltos de *Squat Jump* (SJ) ou *Counter Movement Jump* (CMJ).
6 É importante destacar que ambos os membros contribuem para alcançar mais altura neste
7 salto em comparação com os outros em que os membros superiores não participam.

8 No teste de *Squat Jump*, a discrepância entre os grupos foi significativa. Enquanto
9 as ginastas no estudo de Kolarec (2013), atingiram uma altura média de 47.07 ± 5.70 cm,
10 as ginastas neste estudo registaram seu melhor desempenho em T0, com uma média de
11 24.34 ± 3.06 cm. Também no estudo de Douda et al. (2008), as ginastas obtiveram valores
12 substancialmente mais elevados, tendo alcançado uma média 37.53 ± 3.48 cm no grupo
13 de elite e 35.94 ± 3.50 cm no *Squat Jump*. Essas diferenças substanciais nos resultados
14 destacam a importância de investigar e compreender as variáveis que podem influenciar
15 o desempenho atlético dessas atletas.

16 No estudo conduzido por Cabrejas et al. (2023b), que envolveu uma análise
17 comparativa entre grupos para avaliar os efeitos de um programa pliométrico de 8
18 semanas na GR, as ginastas, com idades médias de 10.52 ± 1.90 no grupo experimental e
19 10.43 ± 1.78 no grupo de controlo, foram submetidas a diversos testes, incluindo o
20 *Counter Movement Jump* (CMJ). Este teste é considerado um dos principais indicadores
21 de desempenho para todas as modalidades desportivas, pois oferece informações cruciais
22 sobre a função neuromuscular da parte inferior do corpo (Gasparetto et al., 2022; Pérez-
23 Castilla et al., 2021).

24 Os resultados do CMJ, em relação à altura atingida (m) após o programa de
25 intervenção revelaram uma média de 0.19 ± 0.03 no grupo de controlo e 0.21 ± 0.03 no
26 grupo experimental. Em contraste, as ginastas participantes deste estudo exibiram
27 resultados substancialmente superiores em T0, com uma média de 26.02 ± 2.89 cm,
28 enquanto em T1, os resultados diminuíram para 18.15 ± 4.54 cm, ficando abaixo do grupo
29 de controlo. Sendo o desempenho no salto um importante preditor de rendimento, esta
30 redução sugere claramente a possível presença de fadiga nos membros inferiores das
31 ginastas ao longo do período de estudo.

1 Já no estudo de Cabo e Parraça (2021), que comparou a força e flexibilidade entre ginastas
2 e patinadoras, também foi realizado o teste do CMJ. Os resultados revelaram que as
3 ginastas e as patinadoras alcançaram uma média de 25.0 ± 0.07 cm no CMJ, indicando a
4 possibilidade dos valores padrão de desempenho das ginastas não variam muito em
5 relação aos valores apresentados pelas patinadoras (Cabrejas et al., 2023b).

6 **C. Impulsão horizontal (IH)**

7 No que diz respeito à impulsão horizontal, os valores registados foram
8 ligeiramente superiores em comparação com os valores medidos em T0 (1.94 ± 0.18),
9 com as ginastas avaliadas por Kolarec (2013) alcançando uma média de 191.24 ± 18.11
10 cm. Entretanto, em T1, as ginastas neste estudo demonstraram valores inferiores, com
11 uma diminuição de 4%, para 1.85 ± 0.16 . Num outro estudo de Douda et al. (2008), com
12 idades compreendidas entre 13.41 ± 1.62 anos e altura entre 152.05 ± 8.38 cm as ginastas
13 obtiveram valores abaixo aos que são apresentados neste estudo, tendo atingido o grupo
14 de elite 173.05 ± 14.6 cm e o grupo não elite 171.07 ± 16 cm. No estudo de Cabo e Parraça
15 (2021), com idades compreendidas entre os 9.8 ± 2.05 anos, as ginastas obtiveram uma
16 média de 129 ± 20 cm, no salto de impulsão horizontal.

17 No estudo de Agostini et al. (2017), com atletas de ginástica rítmica cujo objetivo
18 foi a análise influência de programa de treino pliométrico para melhoria da performance
19 das ginastas, as mesmas realizaram testes de avaliação de potência-força e agilidade, em
20 que a IH foi um dos testes. As ginastas foram avaliadas ao longo de 12 meses e divididas
21 em 2 grupos, o grupo de controlo que não sofreu a aplicação do programa de treino e o
22 grupo experimental que sofreu a aplicação do programa, tendo tido avaliações intercalares
23 em 5 momentos diferentes do treino, assim os melhores resultados obtidos foram na
24 última avaliação de 193 ± 7 cm para o grupo de controlo e 205 ± 12 cm, também fruto da
25 aplicação contínua e estratégica do programa.

26 Desta forma, a média de resultados apresentados no presente estudo foram
27 semelhantes aos do grupo de controlo do estudo de Agostini et al. (2017). Com isto
28 podemos referir que apesar do decréscimo entre T0 e T1, os valores apresentados pelas
29 ginastas do presente estudo, parecem indicar bom desempenho, tendo em conta o que a
30 literatura apresenta.

31

1 Tendo verificado a diminuição dos valores dos saltos, podemos atribuir este
2 decréscimo, à fadiga acumulada resultante da carga externa, além de outros aspetos,
3 nomeadamente, no domínio técnico da execução dos saltos. Todavia, este processo de
4 treino exigente poderá também ter conduzido a um estado de fadiga o qual pode ser
5 indiretamente avaliado pela comparação da performance entre o SJ e CMJ, refletindo a
6 capacidade de alongamento e encurtamento dos músculos dos membros inferiores e assim
7 avaliar a fadiga muscular (Edwards et al., 2018).

8 Além disso, em alguns dos saltos típicos da GR e do Ballet, como o *Grand Jeté*
9 *En tournant*, a corça com flexão, o salto aberto, entre outros, os braços desempenham um
10 papel crucial como geradores de força durante a fase inicial de impulso e para atingir a
11 forma desejada no ar.

12 O facto de este movimento ser semelhante e recorrente em diversas modalidades
13 desportivas deveria contribuir para um melhor desempenho por parte das ginastas. No
14 entanto, os resultados obtidos sugerem que há margem para melhorias neste sentido.

15

16 **5.3.1.1.2. Membros Superiores**

17 **A. Lançamento Bola Medicinal (LBM)**

18 No lançamento da bola medicinal, do peito, foi observado um decréscimo
19 significativo no desempenho. Entretanto, é importante notar que apenas um estudo na
20 literatura científica faz referência a este tipo específico de lançamento da bola medicinal
21 na GR (Mudalloul, 2020b).

22 No estudo conduzido por Mudalloul (2020a), em GR, as ginastas participantes (20
23 ± 3.6 anos de idade) realizaram o lançamento da bola medicinal, no entanto, o método
24 exato de execução desse teste não foi detalhado, apenas sabemos que a bola tinha 2 kg
25 (Mudalloul, 2020a). As ginastas desse estudo alcançaram uma média de
26 aproximadamente 10.5 ± 1.8 metros no lançamento da bola medicinal, obtendo valores
27 significativamente mais elevados em comparação com as ginastas da presente
28 investigação. Porém, é importante considerar que a diferença na idade das participantes
29 entre os dois estudos pode ter influenciado esses resultados, devido às variações na
30 maturidade e no desenvolvimento corporal. E ainda devido aos pesos das bolas
31 medicinais variarem em 1 kg.

1 Num outro estudo de Kolarec (2013), as ginastas avaliadas por Kolarec (2013)
2 apresentaram valores mais elevados da distância do lançamento com uma média de 7.97
3 ± 1.25 m, representando uma discrepância de aproximadamente 3% em relação aos
4 resultados obtidos pelas nossas ginastas.

5 **B. Preensão manual**

6 No que diz respeito à preensão manual, as ginastas deste estudo também
7 demonstraram uma diminuição significativa na força da mão direita entre T0 (25.52 \pm
8 4.91 kg) e T1 (24.25 \pm 4.15 kg), e uma tendência de diminuição para a mão esquerda.
9 Considerando a média de idades de 15 anos das nossas ginastas, segundo os valores de
10 referência de Kolimechkov (2019), em T0 estiverem nos percentis 40% e em T1 nos
11 percentis 30% para a preensão manual.

12 Isso pode ser atribuído ao facto de as ginastas manterem os aparelhos mais
13 frequentemente "agarrados" com a mão esquerda do que com a mão direita. Como é
14 comum as ginastas serem destras, isso resulta num maior uso do lado direito para
15 movimentos de motricidade fina e graciosidade, levando a níveis de força próximos entre
16 a mão direita e a mão esquerda.

17 Na GR é fundamental ter um controle preciso da força e da graciosidade durante
18 os lançamentos para garantir o máximo de desempenho e precisão. Nesse sentido, a força
19 de preensão é mais solicitada pela mão esquerda, pois enquanto realizam os lançamentos
20 (com a mão direita ou ambas), as ginastas executam acrobacias e rotações com o outro
21 aparelho, como por exemplo, uma maçã, na mão esquerda.

22

1 **V. 4. Desempenho da aptidão física**

2
3 Em relação à resistência de força dos MS (extensões de braços), as nossas ginastas
4 apresentaram um aumento significativo de T0 para T1 (27.78 ± 7.12 e 33.72 ± 6.81 ,
5 respetivamente, na realização de um teste com um período fixo de 40 segundos, em que
6 procuraram executar o máximo de repetições com qualidade possível. Os resultados da
7 nossa investigação demonstraram médias superiores em relação ao estudo de Cabo e
8 Parraça (2021) que avaliou ginastas, com um protocolo semelhante, pois realizaram um
9 número de repetições até conseguirem manter a qualidade do movimento. Nesse estudo,
10 a média obtida foi de 13.97 ± 6.56 repetições. Estas diferenças sugerem um aumento da
11 resistência muscular nos membros superiores das nossas ginastas, destacando um
12 resultado interessante em relação ao estudo acima referido.

13 Em relação à avaliação da agilidade, observámos que as ginastas apresentaram um
14 ligeiro decréscimo da agilidade de T0 para T1, com valores médios de 11.71 ± 0.52 s e
15 12.04 ± 0.61 s, respetivamente em resposta ao teste do 4x10m SRT, que envolve
16 mudanças de direção e exploração do ciclo alongamento-encurtamento (SSC, do inglês
17 "Stretch-Shortening Cycle"). No entanto, estes resultados enquadram-se com os valores
18 de referência europeus (Kolimechkov, 2019) e com os resultados obtidos no estudo de
19 (Agostini et al., 2017) pelo grupo experimental de ginastas que realizam o teste "square
20 agility test" em 5 momentos diferentes da época ao longo de 12 meses cumprindo um
21 programa de intervenção de força e pliometria. Considerando a média de idades de 15
22 anos das nossas ginastas, segundo os valores de referência de Kolimechkov (2019), em
23 T0 estiverem nos percentis 80% e em T1 nos percentis 75% para os 4x10m SRT.

24 Contudo, é crucial notar as diferenças no teste de agilidade "*square agility test*"
25 conduzido por Agostini et al. (2017) em que o trajeto estabelecido foi de 5 metros, não
26 apenas com movimentos frontais em direção aos cones, mas também com deslocamentos
27 laterais. Este protocolo torna o teste mais complexo em termos de exigência nas mudanças
28 de direção, aumentando o desafio motor e cognitivo para as ginastas.

29 No entanto, na nossa investigação, as ginastas percorreram uma distância maior,
30 e o percurso foi repetido quatro vezes para completar uma única tentativa, sugerindo um
31 grau elevado de exigência e fadiga potencial induzida pelo teste. Comparativamente, o
32 protocolo que utilizámos poderá ser mais exaustivo do que aquele utilizado por Agostini
33 et al. (2017), o que pode implicar variáveis adicionais no impacto sobre os resultados

1 obtidos, como a resistência à fadiga e a capacidade de manter a agilidade sob condições
2 de stress físico prolongado.

3 Ou seja, este decréscimo nos valores do nosso teste de agilidade 4x10m SRT pode
4 estar associado à fadiga neuromuscular manifestada nesta última fase da época. Esta
5 fadiga neuromuscular pode resultar na diminuição da capacidade de produzir força
6 reativa, que é fundamentalmente baseada no ciclo muscular de alongamento-
7 encurtamento (CMAE).

8 Durante o CMAE, a fase excêntrica armazena energia elástica que é liberada na
9 fase concêntrica. A fadiga reduz a eficiência deste processo e diminui a capacidade de
10 gerar força rápida e explosiva devido à menor sincronização das unidades motoras e ao
11 recrutamento muscular ineficiente (Komi, 2000). Esta manifestação de força pode ser
12 melhorada através do treino pliométrico planeado, que otimiza a eficiência do CMAE,
13 melhora a sincronização e recrutamento muscular (Cormie et al., 2011).

14

15 **5.5. Justificações teóricas para o desempenho da performance**

16

17 É importante salientar que as ginastas enfrentaram não apenas desafios físicos,
18 mas também mentais, como resultado de uma época atípica. Geralmente, a época é
19 dividida em duas fases distintas: a primeira fase, dedicada ao desempenho individual, e a
20 segunda fase, voltada para as performances em conjunto. Essa estrutura permite uma
21 variação significativa no tipo de treino e na intensidade do esforço exigido. No entanto,
22 nesta época desportiva incomum, as ginastas foram submetidas ao treino individual
23 durante todo o ano. Esse padrão de treino monótono e altamente específico pode ter
24 influenciado tanto o desempenho físico quanto o processo mental das atletas, devido à
25 possível falta de variedade e à possível repetição constante da rotina de treino.

26 Percebemos também que a gestão das rotinas de treino também pode ter de algum
27 modo interferido nos resultados e no decréscimo de performance das ginastas avaliadas,
28 uma vez que realizaram o aquecimento específico depois de exercício intenso prévio,
29 durante dois meses. Do ponto de vista fisiológico, a realização de atividades físicas
30 adicionais após a indução de fadiga (momentânea) pode exacerbar a depleção de reservas
31 de glicogénio muscular e aumentar a acumulação de metabolitos como o lactato,
32 resultando em maior cansaço e redução da capacidade de recuperação (Sahlin, 1992). Este

1 aumento na carga de trabalho ao final da sessão pode, portanto, sobrecarregar ainda mais
2 os sistemas energéticos das atletas, comprometendo a sua recuperação e potencialmente
3 aumentando o risco de lesões (Meeusen et al., 2013).

4 Para mitigar esses efeitos negativos, é crucial monitorizar cuidadosamente os
5 níveis de fadiga e ajustar a carga de treino de forma a equilibrar a intensidade e a
6 recuperação.

7 A fadiga é um fenómeno biológico complexo e multifacetado comumente
8 relacionado à incapacidade de manter um nível necessário ou esperado de força máxima
9 (Armada-da-Silva, 2006). Também está associada à impossibilidade de prosseguir o
10 exercício numa intensidade de trabalho específica, manifestando-se como um declínio
11 gradual na capacidade de gerar força máxima (Armada-da-Silva, 2006). Este fenómeno
12 envolve uma interação intrincada de processos neuromusculares, metabólicos e
13 fisiológicos, sendo objeto de investigação em diversas disciplinas científicas. O
14 decréscimo observado na produção de força máxima, força explosiva e outras
15 manifestações associadas, está frequentemente associado à presença de fadiga e reflete-
16 se em alterações nas vias de ativação neural, no metabolismo muscular e em diversos
17 outros fatores que impactam na capacidade do organismo manter o desempenho físico ao
18 longo do tempo. Uma compreensão detalhada desses mecanismos, aliada à monitorização
19 adequada da carga de treino, é fundamental para o desenvolvimento de estratégias
20 eficazes de treino, recuperação e intervenção, visando atenuar os efeitos da fadiga e
21 otimizar o desempenho atlético, como destacado por alguns autores (Debien et al., 2022).

22 A cultura rigorosa inerente à ginástica influencia profundamente todas as suas
23 disciplinas, especialmente a GR devido à complexidade e ao elevado volume de treino
24 necessários para alcançar o sucesso. Esta cultura é caracterizada por uma carga de treino
25 extremamente elevada, com aumentos significativos de volume e intensidade durante os
26 períodos competitivos, muitas vezes acompanhados por uma frágil relação entre fadiga e
27 recuperação. A aplicação de doses substanciais de sobrecarga, que frequentemente levam
28 à sobrecarga do organismo, é considerada um procedimento necessário e habitual
29 no processo de treino desta modalidade (Debien et al., 2020; Debien et al., 2022).

30 No entanto, a baixa energia e o aumento da carga podem resultar em fadiga,
31 levando as ginastas à exaustão muscular, tanto geral como específica (incluindo lesões
32 típicas e atípicas). Assim, parece-nos que um dos estados de fadiga que pode ser

1 experienciado com alguma frequência pelas ginastas será o estado de sobresolicitação,
2 funcional ou não, dependendo das suas características individuais (Alves, 2006). Esta
3 sobrecarga pode agravar-se se não forem implementados períodos adequados de
4 recuperação ou métodos eficazes para medir e analisar o nível de fadiga (Fari et al., 2021).

5 A introdução de um período de *taper* na modalidade poderia potencialmente
6 permitir às atletas transitar de um estado de sobresolicitação para um estado de
7 supercompensação. Esse estado é caracterizado por um curto período de recuperação
8 ativa de 1 a 2 semanas, com redução da carga de treino e incremento de procedimentos
9 especializados para regeneração neuromuscular e metabólica, podendo resultar num pico
10 de forma física (Alves, 2006).

11 Apesar de não termos realizado essa medição, um dos mecanismos potenciais
12 sugeridos pela literatura para explicar a redução gradual da força desenvolvida pelas
13 fibras musculares é a diminuição na liberação de Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático,
14 possivelmente devido à acumulação intracelular de Pi (Pezarat-Correia, 2006). Essas
15 mudanças celulares associadas à diminuição da capacidade de produção de força podem
16 originar-se de danos estruturais nas fibras musculares induzidos pelos esforços mecânicos
17 durante a contração ou pela ativação da atividade proteolítica (Pezarat-Correia, 2006).

18 Além disso, como resultado de um esforço metabólico, os modelos do
19 metabolismo muscular indicam que a produção de ácido láctico reflete uma deficiência no
20 fornecimento de oxigênio ao músculo esquelético, estabelecendo uma sequência de
21 eventos na qual o exercício esgota a capacidade de transporte de oxigênio para os tecidos,
22 possivelmente devido a limitações cardiovasculares. Isso requer um aumento na produção
23 de energia por meio de processos anaeróbios, resultando na acumulação de metabolitos,
24 particularmente ácido láctico, que contribui para a fadiga muscular (Pezarat-Correia,
25 2006).

26 Os resultados obtidos na avaliação da carga externa, através dos outputs
27 mecânicos quer da TMG, quer do Biodex, da potência e da altura do salto revelaram um
28 decréscimo significativo, sugerindo a presença de uma possível fadiga acumulada nos
29 atletas. Este decréscimo pode ser interpretado como uma resposta do organismo à
30 sobrecarga imposta durante o treino, refletindo-se na redução do desempenho e na
31 necessidade de uma gestão adequada da carga de trabalho para evitar lesões e otimizar o
32 rendimento desportivo.

1 Assim, compreender e monitorizar a carga externa torna-se crucial para os
2 treinadores e atletas, permitindo ajustar os programas de treino de forma a garantir uma
3 progressão adequada, prevenir o *overtraining* e maximizar o desempenho desportivo.

4 Durante o período de avaliação, observamos que a carga externa foi a única
5 utilizada como métrica para mensurar o impacto do treino. Essa abordagem foi
6 amplamente baseada na quantificação do volume pelo número de exercícios realizados
7 em cada aparelho.

8 Percebemos assim, que existem áreas que podem ser aprimoradas: o
9 acompanhamento e registo da carga interna, ou seja, o impacto fisiológico e psicológico
10 do treino nos atletas. E o registo e monitorização mais detalhada da carga externa, através
11 quantificação da intensidade do treino, organização das sessões, incluindo a distribuição
12 das tarefas e a interconexão entre elas. Esta questão merece uma atenção especial, pois
13 compreender como o corpo responde às exigências do treino é essencial para otimizar o
14 desempenho e reduzir o risco de lesões.

15 Portanto, apesar de algum foco na carga externa, é essencial que haja uma maior
16 atenção e monitorização da carga interna para garantir um treino mais eficaz e seguro.
17 Isso pode envolver a implementação de métodos de avaliação mais abrangentes e o uso
18 de tecnologias de monitorização fisiológica para acompanhar de perto a resposta do corpo
19 ao treino. Conforme as evidências atuais da literatura, observa-se um aumento na
20 incidência de lesões típicas entre ginastas à medida que o tempo de prática desportiva
21 aumenta e também nas fases competitivas, pelo que o foco na monitorização da carga
22 nestas fases é ainda mais fulcral (Fari et al., 2021).

23 **5.6. Limitações**

24

25 O estudo apresenta algumas limitações, que devem ser consideradas ao interpretar
26 os resultados. Uma delas é a heterogeneidade do grupo de ginastas participantes, que
27 abrange uma ampla faixa etária, incluindo ginastas mais jovens. Esta diversidade pode
28 influenciar os resultados devido aos diferentes estádios de desenvolvimento do sistema
29 neuromuscular e ao nível maturacional mais baixo observado nas ginastas mais novas.
30 Essa variação na maturidade neuromuscular pode afetar a interpretação dos dados,
31 especialmente quando se trata de análises da composição corporal e do desempenho
32 funcional.

1 No que diz respeito às avaliações de força explosiva dos membros inferiores, é
2 importante destacar que as avaliações foram realizadas sempre utilizando saltos com os
3 dois pés. No entanto, essa abordagem pode não refletir completamente o trabalho técnico
4 das ginastas durante os saltos, já que na prática desportiva é comum a realização de
5 movimentos assimétricos e variações na distribuição de peso. Estudos anteriores
6 (Cabrejas et al., 2023b; Çimen Polat, 2018), destacaram a importância de considerar essas
7 especificidades técnicas na avaliação da força explosiva em ginastas.

8 Outra limitação significativa está relacionada à avaliação do desempenho
9 neuromuscular através da TMG (Tensiomiografia). Neste estudo, não foram realizadas
10 medições do músculo vasto lateral médio, um músculo importante para o rendimento na
11 Ginástica Rítmica, como evidenciado noutros estudos (Atikovic et al., 2023; Samardžija
12 Pavletić et al., 2022). A inclusão dessa medida poderia fornecer insights adicionais sobre
13 o desempenho neuromuscular das ginastas e enriquecer a análise do estudo.

14

1 **CAPÍTULO VI – Conclusão**

2
3 Neste estudo, observou-se uma diminuição em várias variáveis da aptidão física,
4 dos aspetos neuromusculares e das propriedades contráteis dos músculos. Esta avaliação
5 foi realizada através de uma bateria de testes físicos, incluindo o *Chronojump*, a
6 tensiomiografia e o *Biodex*, em dois momentos distintos separados por um macrociclo
7 competitivo. Os resultados podem ser atribuídos a uma série de fatores. No entanto,
8 constatou-se uma boa simetria e uma distribuição funcional adequada nos músculos
9 analisados de T0 para T1.

10 Primeiramente, a época atípica de Ginástica Rítmica, na qual as ginastas
11 competiram predominantemente de forma individual, pode ter contribuído para esse
12 decréscimo, possivelmente devido ao prolongado período de competição individual que
13 normalmente ocorre ao longo de 8 meses, tendo-se estendido nesta época para 11 meses.
14 Além disso, a monotonia no repertório motor pode ter limitado a variedade de estímulos
15 aos quais as ginastas foram expostas, impactando negativamente o desenvolvimento do
16 desempenho atlético. Uma eventual gestão inadequada dos períodos de recuperação e dos
17 meios de controlo da carga interna e externa também pode ter contribuído para a
18 acumulação de fadiga, tanto localizada quanto geral, comprometendo o desempenho das
19 ginastas. Adicionalmente, a possível redução de força em músculos específicos
20 analisados, sugere a necessidade de um foco mais direcionado no desenvolvimento dessas
21 capacidades físicas durante o treino de Ginástica Rítmica.

22 Os resultados deste estudo destacam a importância da periodização cuidadosa de
23 avaliações de desempenho e do controlo da carga de treino ao longo do tempo. Estas
24 evidências fornecem informações valiosas para orientar futuras estratégias de melhoria,
25 desenvolvimento e adaptação dos programas de treino, visando uma abordagem holística
26 que abranja tanto a saúde das atletas quanto a maximização do desempenho atlético. Este
27 processo é essencial para otimizar as condições que possibilitam às ginastas atingir um
28 alto rendimento durante momentos cruciais, como picos de forma e competições de maior
29 relevância.

6.1. Aplicações Práticas e Recomendações

Propomos, portanto, avaliações do desempenho neuromuscular por meio da Tensiomiografia (TMG) e Biodex, ou mesmo testes mais simples de executar, como os saltos verticais (SJ e CMJ). Recomendamos realizar avaliações mais simples com alguma regularidade e pontuais, pelo menos três vezes ao ano, seguindo um cronograma específico: a primeira no início da temporada, a segunda durante o período pré-competitivo e a terceira no período transitório.

Sugerimos um maior desenvolvimento do treino pliométrico e da força explosiva, com maior intensidade durante o período preparatório geral e específico, seguido por uma redução gradual da intensidade, mas mantendo a continuidade nos períodos subsequentes. Também recomendamos a inclusão de treino de força específico com carga, com ênfase na potencialização muscular, visando melhorar o desempenho sem aumentar o tamanho muscular. Achamos que é essencial manter um registo contínuo e uma interpretação atenta da carga externa aplicada durante o treino. Este registo deve ser feito tanto pelas treinadoras quanto pelas próprias atletas, dada a variação na supervisão do treino.

Sugerimos ainda uma ampliação dos métodos de avaliação da carga interna, utilizando técnicas como a Escala da Percepção Subjectiva de Esforço (PSE). O método da PSE da sessão (PSE_{sessão}) é usado na monitorização da carga de treino (Equação 1) e requer que cada ginasta forneça um índice de PSE para cada sessão de treino. Em conjunto com a duração permite calcular uma pontuação diária de carga expressa em Unidades Arbitrárias de Carga (UAC) (Foster et al., 2001).

$$\text{Carga de treino (UAC)} = \text{PSE}_{\text{sessão}} \times \text{duração de treino}$$

Julgamos que as estratégias de treino mencionadas podem contribuir significativamente para a melhoria do desempenho atlético e a prevenção de lesões nas ginastas.

Referências bibliográficas

- Agostini, B. R., Palomares, E. M. D. G., Andrade, R. D. A., Uchôa, F. N. M., & Alves, N. (2017). Analysis of the influence of plyometric training in improving the performance of athletes in rhythmic gymnastics. *Motricidade*, 13(2), 71-80. <https://doi.org/10.6063/motricidade.9770>
- Alves, F. (2006). A síndrome do sobretreino. In (pp. 55-69). Faculdade de Motricidade Humana - Universidade Técnica de Lisboa.
- Armada-da-Silva, P. (2006). A síndrome do sobretreino. In *Fadiga e Desempenho* (pp. 14-16). Faculdade de Motricidade Humana – Universidade Técnica de Lisboa.
- Atikovic, A., Pavletic, M. S., Colakhodzic, E., Petkovic, E., Mujanovic, A. N., Lilic, A., & Kalinski, S. D. (2023). Comparison of tensiomyographic neuromuscular characteristics skeletal muscle properties in gymnasts. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(1), Art 8, pp. 66 - 75. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.01008>
- Ávila-Carvalho, L., Klentrou, P., da Luz Palomero, M., & Lebre, E. (2013). Anthropometric profiles and age at menarche in elite group rhythmic gymnasts according to their chronological age. *Science and Sports*, 28(4), 172-180. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2012.04.005>
- Avila-Carvalho, L., Palomero, L., Klentrou, P., & Lebre, E. (2012). Analysis of Technical Content of Elite Rhythmic Gymnastics Group Routines. *The Open Sports Sciences Journal*.
- Ávila-Carvalho, L., Palomero, L., Klentrou, P., & Lebre, E. (2012). *The Open Sports Science Journal*, 5, 146-153.
- Batista, A., Garganta, R., & ávila-Carvalho, L. (2017). Strength in young rhythmic gymnasts. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(4), 1162-1175. <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.124.03>
- Batista, A., Natacha Gomes, T., Rui, G., Avila-Carvalho, L., Amanda, B., Thayse Natacha, G., & Lurdes, Á.-c. (2018). Training intensity of group in rhythmic gymnastics *Romania The journal is indexed in: Ebsco, SPORTDiscus, INDEX COPERNICUS JOURNAL MASTER LIST*, XVIII(1), 17-24. <https://doi.org/10.2017/Accepted>
- Batista, A. B. (2011). Flexibilidade e Força em Ginástica Rítmica : Avaliação de ginastas juniores portuguesas Amanda Batista Santos.
- Blanco, P., Nimphius, S., Seitz, L. B., Spiteri, T., & Haff, G. G. (2021). Countermovement Jump and Drop Jump Performances Are Related to Grand Jeté Leap Performance in Dancers with Different Skill Levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3386-3393. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003315>
- Bobo-Arce, M., & Méndez-Rial, B. (2013). Determinants of competitive performance in rhythmic gymnastics. a review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8(3 PROC), 711-727. <https://doi.org/10.4100/jhse.2013.8.Proc3.18>
- Botelho, M., Vasconcelos, O., & CidÁlia, F. (2014). Preferência lateral e coordenação motora Lateral preference and motor coordination. *Motricidade*, 10(2), 11-24.
- Cabo, C. A., & Parraça, J. A. (2021). Comparação da Força e Flexibilidade em jovens atletas femininas -Ginastas versus Patinadoras. *Revista de Educación, Motricidad e Investigación*, pp. 103-123. <https://doi.org/10.33776/rev.%20e-motion.v0i17.5463>
- Cabrejas, C., Solana-Tramunt, M., Morales, J., Campos-Rius, J., Ortegon, A., Nieto-Guisado, A., & Carballeira, E. (2022). The Effect of Eight-Week Functional Core Training on Core Stability in Young Rhythmic Gymnasts: A Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health*, 19(6), 1041 - 1061. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063509>
- Cabrejas, C., Solana-Tramunt, M., Morales, J., Nieto, A., Bofill, A., Carballeira, E., & Pierantozzi, E. (2023a). The Effects of an Eight-Week Integrated Functional Core and Plyometric

- Training Program on Young Rhythmic Gymnasts' Explosive Strength. *Int J Environ Res Public Health*, 20(2), 1041-1061. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021041>
- Cabrejas, C., Solana-Tramunt, M., Morales, J., Nieto, A., Bofill, A., Carballeira, E., & Pierantozzi, E. (2023b). The Effects of an Eight-Week Integrated Functional Core and Plyometric Training Program on Young Rhythmic Gymnasts' Explosive Strength. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1041-1061. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021041>
- Çimen Polat, S. (2018). The Effect of Two Different Take Offs on Split Leap and Stag Leap with Ring Parameters in Rhythmic Gymnastics. *Pedagogical Research*, 3(4), 13-16. <https://doi.org/10.20897/pr/3905>
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports Med*, 41(2), 125-146. <https://doi.org/10.2165/11538500-000000000-00000>
- Cristina, A., & Gama, C. (2017). *Impacto das forças de reação do solo na Ginástica Rítmica - Estudo de saltos* Universidade de Coimbra].
- Debien, P. B., Márcio de Oliveira, P., Timoteo, T. F., Ferezin, C., Filho, M. G. B., & Gabbett, T. (2020). Training Load, Recovery and Injuries in Elite Rhythmic Gymnasts during Main Competitive Periods: A Case Study. *Science of Gymnastics Journal*, 12(3), 277-285. <https://doi.org/10.52165/sgj.12.3.277-285>
- Debien, P. B., Timoteo, T. F., Gabbett, T. J., & Bara Filho, M. G. (2022). Training-Load Management in Rhythmic Gymnastics: Practices and Perceptions of Coaches, Medical Staff, and Gymnasts. *Int J Sports Physiol Perform*, 17(4), 530-540. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0279>
- Deodato, M., Saponaro, S., Simunic, B., Martini, M., Murena, L., & Buoite Stella, A. (2023). Trunk muscles' characteristics in adolescent gymnasts with low back pain: a pilot study on the effects of a physiotherapy intervention including a postural reeducation program. *Journal of manual & manipulative therapy*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/10669817.2023.2252202>
- Despina, T., George, D., George, T., Sotiris, P., Alessandra, D. C., George, K., Maria, R., & Stavros, K. (2014). Short-term effect of whole-body vibration training on balance, flexibility and lower limb explosive strength in elite rhythmic gymnasts. *Hum Mov Sci*, 33(1), 149-158. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.07.023>
- Dobrijević, S., Moskovljević, L., Marković, M., & Dabović, M. (2018). Effects of proprioceptive training on explosive strength, agility and coordination of young rhythmic gymnasts. *Fizicka kultura*, 72(1), 71-79. <https://doi.org/10.5937/fizkul1801071D>
- Dokic, Z., & Mededovic, B. (2006). Tests To Determinate the Fitness Level in Rhythmic Gymnastics. *Crnogorsha Sportska Akademija*, 3-10.
- Donti, O., Bogdanis, G. C., Kritikou, M., Donti, A., & Theodorakou, K. (2016). The relative contribution of physical fitness to the technical execution score in youth rhythmic gymnastics. *Journal of Human Kinetics*, 50(2), 143-152. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0183>
- Donti, O. T., Charilaos; Bogdanis, Gregory C.; (2014a). Effects of baseline Levels of Flexibility and Vertical Jump Ability Performance Following Different Volumes of Static Stretching and Potentiating Exercises in Elite Gymnasts. *Sports Science and Medicine*.
- Donti, O. T., Charilaos; Bogdanis, Gregory C.; (2014b). Effects of Baseline Levels of Flexibility Performance Following Different Volumes of Exercises in Elite Gymnasts. *Journal of Sports Science and Medicine*(13), 105-113.
- Dordevic, S., Rozman, S., Zupet, P., Dopsaj, M., & Maffulli, N. (2022a). Tensiomyography Allows to Discriminate between Injured and Non-Injured Biceps Femoris Muscle. *Biology (Basel)*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/biology11050746>

- Dordevic, S., Rozman, S., Zupet, P., Dopsaj, M., & Maffulli, N. (2022b). Tensiomyography Allows to Discriminate between Injured and Non-Injured Biceps Femoris Muscle. *Biology (Basel)*, 11(5), 746. <https://doi.org/10.3390/biology11050746>
- Douda, H., Avloniti, A., Kasabalis, A., & Tokmakidis, S. (2007). Adaptations on Physical Performance Characteristics after a 6-Month Specific Training in Rhythmic Gymnasts. *Medical Problems of Performing Artists*.
- Douda, H., Toubekis, A., Avloniti, A., & Tokmakidis, S. (2008). Physiological and Anthropometric Determinants of Rhythmic Gymnastics Performance. *Int J Sports Physiol Perform*, 3, 41-54.
- Douda, H., Toubekis, A. G., Avloniti, A., & Tokmakidis, S. (2008). Physiological and anthropometric determinants of Rhythmic Gymnastics Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3, 41-54.
- Esteban-Garcia, P., Jimenez-Diaz, J. F., Abian-Vicen, J., Bravo-Sanchez, A., & Rubio-Arias, J. A. (2021). Effect of 12 Weeks Core Training on Core Muscle Performance in Rhythmic Gymnastics. *Biology (Basel)*, 10(11), 1210. <https://doi.org/10.3390/biology10111210>
- Fari, G., Fischetti, F., Zonno, A., Marra, F., Maglie, A., Bianchi, F. P., Messina, G., Ranieri, M., & Megna, M. (2021). Musculoskeletal Pain in Gymnasts: A Retrospective Analysis on a Cohort of Professional Athletes. *International Journal Environmental Research and Public Health* 18(10), 5460. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105460>
- Ferri-Caruana, A. R.-B., Noelia; Romagnoli, Marco;. (2020). Effect of dynamic range of motion and static stretching techniques on flex strength and jump performance in female gymnasts. *Science of Gymnastics Journal*, 12(1), 87-100.
- FIG. (2022). 2022-2024 RG Code of Points.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*, 15(1), 109-115. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11708692>
- Frutuoso, A. S., Diefenthaler, F., Vaz, M. A., & Freitas Cde, L. (2016). Lower Limb Asymmetries in Rhythmic Gymnastics Athletes. *Int J Sports Phys Ther*, 11(1), 34-43. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26900498>
- Garcia-Garcia, O., Cuba-Dorado, A., Alvarez-Yates, T., Carballo-Lopez, J., & Iglesias-Caamano, M. (2019). Clinical utility of tensiomyography for muscle function analysis in athletes. *Open Access J Sports Med*, 10, 49-69. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S161485>
- Garcia-Manso, J. M., Rodriguez-Ruiz, D., Rodriguez-Matoso, D., de Saa, Y., Sarmiento, S., & Quiroga, M. (2011). Assessment of muscle fatigue after an ultra-endurance triathlon using tensiomyography (TMG). *J Sports Sci*, 29(6), 619-625. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.548822>
- Gasparetto, Z., Julião, A. L., Thuany, M., Martinez, P. F., Bacciotti, S. d. M., & de Oliveira-Junior, S. A. (2022). Concerns about Strength test in Gymnastics: A systematic review. In *Science of Gymnastics Journal* (Vol. 14, pp. 225-236): University of Ljubljana.
- Gateva, M. (2015). Test to determinate the fitness level in Rhythmic Gymnastics.
- Gateva, M. (2019). Modified Field Test for Determining the Specific Endurance in Rhythmic Gymnastics. *Journal of Applied Sports Sciences*, 1(July), 3-12. <https://doi.org/10.37393/jass.2019.01.1>
- Gymnastique, R. I. D. E. (2020). 2017 – 2020 CODE OF POINTS Rhythmic Gymnastics. (February 2018).
- Hafez, A. R. (2016). Impact of coordination abilities program on accuracy and speed in Rhythmic Gymnasctics. *XVI*(2), 141-146.

- Istenic, N., Samardzija, M., Valic, A., & Kolar, E. (2015). *Single leg stance with closed eyes on a force plate in artistic and rhythmic gymnastics*.
- Ji, M. Y., Yoon, J. H., Song, K. J., & Oh, J. K. (2021). Effect of Dry-Land Core Training on Physical Fitness and Swimming Performance in Adolescent Elite Swimmers. *Iran J Public Health*, 50(3), 540-549. <https://doi.org/10.18502/ijph.v50i3.5595>
- Khiyami, A., Nuhmani, S., Joseph, R., Abualait, T. S., & Muaidi, Q. (2022). Efficacy of Core Training in Swimming Performance and Neuromuscular Parameters of Young Swimmers: A Randomised Control Trial. *Journal of clinical medicine*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/jcm11113198>
- Kinser, A. M., Ramsey, M. W., O'Bryant, H. S., Ayres, C. A., Sands, W. A., & Stone, M. H. (2008). Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. *Med Sci Sports Exerc*, 40(1), 133-140. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181586b13>
- Kolarec, M., Horvatin-Fuckar, M., & Radas, J. (2013). Correlation between motor skills and performance evaluation of ball routine elements in Rhythmic Gymnastics.
- Kolimechkov, S. P., L: Alexandrova, A; . (2019). Alpha-fit test battery norms for children and adolescents from 5 to 18 years of age obtained by linear interpolation of existing European physical fitness references. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 5(4). <https://doi.org/10.5281/zenodo.2546360>
- Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigue muscle. *Journal of Biomechanics*, 33, 1197- 1206.
- Kyselovičová, O., Zemková, E., Péliová, K., & Matejová, L. (2023). Isokinetic leg muscle strength relationship to dynamic balance reflects gymnast-specific differences in adolescent females. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1084019>
- Lebre, E. (1993). *Estudo comparativo das exigências técnicas e moriofuncionais em Ginástica Rítmica Desportiva*.
- Marôco, J. (2014). *Análise de equações estruturais: Fundamentos teóricos, software & aplicações*. ReportNumber, Lda.
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., Urhausen, A., European College of Sport, S., & American College of Sports, M. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*, 45(1), 186-205. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318279a10a>
- Merrilee, N. Z. M., Violan; David, Zurakowski; Willian, A. Mitchell Jr; Lyle, J. Micheli. (2006). Recomendaciones para el entrenamiento y prevención de lesiones en gimnastas de rítmica de elite.
- Mil-Homens, P., de Pezarat Correia, P., & de Mendonça, G. V. (2022). *Treino da Força - Volume 1 - Reedição Revista*. Faculdade de Motricidade Humana. <https://books.google.pt/books?id=h5-dEAAQBAJ>
- Mirela, D., Raducu, P., Antoanela, O., Carmen, T., & Laura, G. (2014). Plyometric exercises to improve explosive power in gymnastics. *Science, Movement and Health*, XIX(2).
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689-694. <https://doi.org/10.1249/00005768-200204000-00020>
- Molinari, C. I., Bassan, J. C., & Urbinati, K. S. (2008a). Análise Do Perfil De Força De Preensão Manual , Potência Anaerobia E Composição Corporal De Jovens Ginastas. *Coleção Pesquisa em Educação Física*, 7, 89-96.
- Molinari, C. I., Bassan, J. C., & Urbinati, K. S. (2008b). Análise do perfil de força de preensão manual, potência anaerobia e composição corporal de jovens ginastas. *Coleção Pesquisa em Educação Física*, Vol.7.

- Molinari, C. I., Bassan, J. C., & Urbinati, K. S. (2008c). *Análise do perfil de força de preensão manual, potência anaeróbia e composição corporal de jovens ginastas* (Fontoura, Ed. Vol. 7)
- Monteiro, S. G. P. (2000a). Quantificação e classificação das cargas de treino em ginástica rítmica. *1*, 74-74. http://dited.bn.pt/29247/index_default.html
- Monteiro, S. G. P. (2000b). *Quantificação e classificação das cargas de treino em Ginástica Rítmica: estudo de caso* Universidade do Porto].
- Mudalloul, H. R. (2020a). Relationship of Some Anthropometric Measurements With The Explosive Strength of the Upper and lower extremities with the Rhythmic Gymnastics. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, *14*(4).
- Mudalloul, H. R. (2020b). Relationship of Some Anthropometric Measurements With The Explosive Strength of the Upper and Lower Extremities with the Rhythmic Gymnastics of Female Students. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, *14*(4), 2337-2341. <https://doi.org/10.37506/ijfmt.v14i4.11908>
- Mueller, J., mueller, S., Stoll, J., Baur, H., & Mayer, F. (2014). Trunk Extensor and Flexor Strength Capacity in Healthy Young Elite Athletes aged 11-15 years. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Ogura, Y., Miyahara, Y., Naito, H., Katamoto, S., & Aoki, J. (2007). Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *21*(3).
- Opplert, J., Genty, J. B., & Babault, N. (2016). Do Stretch Durations Affect Muscle Mechanical and Neurophysiological Properties? *Int J Sports Med*, *37*(9), 673-679. <https://doi.org/10.1055/s-0042-104934>
- Pajovic, L., Toskic, L., Stankovic, V., Lilic, L., & Cicovic, B. (2023). Muscle Contractile Properties Measured by the Tensiomyography (TMG) Method in Top-Level Football Players of Different Playing Positions: The Case of Serbian Super League. *Int J Environ Res Public Health*, *20*(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph20020924>
- Palao, J. M., & Valdés, D. (2013). Testing protocol for monitoring upper-body strength using medicine balls. *8*(2), 334-341. <https://doi.org/10.4100/jhse.2012.82.02>
- Pereira, R. J., Cunha, P., Monteiro, L., & Valente-Dos-Santos, J. (2022). O treino de força torna os atletas mais lentos. In U. CIDEFES, ed. (Ed.), *Mitos vs. Factos no Desporto, Educação Física, Exercício e Saúde*.
- Pérez-Castilla, A., Fernandes, J. F. T., Rojas, F. J., & García-Ramos, A. (2021). Reliability and Magnitude of Countermovement Jump Performance Variables: Influence of the Take-off Threshold. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, *25*(3), 227-235. <https://doi.org/10.1080/1091367x.2021.1872578>
- Pezarat-Correia, P. L. (2006). A síndrome do sobre-treino. In *Fadiga e Desempenho* (pp. 33-44). Faculdade de Motricidade Humana – Universidade Técnica de Lisboa.
- Plotkin, D. L., Roberts, M. D., Haun, C. T., & Schoenfeld, B. J. (2021). Muscle Fiber Type Transitions with Exercise Training: Shifting Perspectives. *Sports (Basel)*, *9*(9). <https://doi.org/10.3390/sports9090127>
- Portugal, F. G. (2020). Código de Pontuação de Pontuação 2017-2020.
- Purenović-Ivanović, T., Popović, R., Bubanj, S., & Stanković, R. (2019). Body composition in high-level female rhythmic gymnasts of different age categories. *Science and Sports*, *34*(3), 141-148. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2018.10.010>
- Ramos, G. S., Silva-Batista, C., Palma, B. P., Ugrinowitsch, C., & Cunha, T. F. D. (2022). Risk of falls using the Biodex Balance System in non-faller patients with Parkinson Disease. *Somatosens Mot Res*, *39*(2-4), 111-115. <https://doi.org/10.1080/08990220.2021.2018295>
- Root, H., Marshall, A. N., Thatcher, A., Snyder Valier, A. R., Valovich McLeod, T. C., & Curtis Bay, R. (2019). Sport specialization and fitness and functional task performance among

- youth competitive gymnasts. *Journal of Athletic Training*, 54(10), 1095-1104. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-397-18>
- Ruiz, D. R., Escudero, Q., Matoso, D. R., Montesdeoca, S. S., Reyna, J. L., Guerra, Y. d. S., Bautista, G. P., & Manso, J. M. G. (2012). Tensiomiografia utilizada para a avaliação de jogadores de vôlei de praia de alto nível.
- Russo, L., Palermi, S., Dhahbi, W., Kalinski, S. D., Bragazzi, N. L., & Padulo, J. (2021). Selected components of physical fitness in rhythmic and artistic youth gymnast. *Sport Sciences for Health*, 17(2), 415-421. <https://doi.org/10.1007/s11332-020-00713-8>
- Sahlin, K. (1992). Metabolic factors in fatigue. *Sports Med*, 13. <https://doi.org/10.2165/00007256-199213020-00005>
- Samardžija Pavletić, M., Atiković, A., Čolakhodžić, E., Sijerčić, S., Petković, E., & Nožinović Mujanović, A. (2022). <https://doi.org/10.20944/preprints202208.0245.v1>
- Santos, A. B., Lebre, E., & Carvalho, L. Á. (2016). Explosive power of lower limbs in rhythmic gymnastics athletes in different competitive levels. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 30(1), 41-50. <https://doi.org/10.1590/1807-55092016000100041>
- Santos, A. B., Lemos, M. E., Lebre, E., & Avila-Carvalho, L. (2015). Active and passive lower limb in high level Rhythmic Gymnastics.
- Siddiqi, F. A., & Masood, T. (2018). Training on Biodex balance system improves balance and mobility in the elderly. *J Pak Med Assoc*, 68(11), 1655-1659. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30410145>
- Sierra-palmeiro, E., Bobo-arce, M., Pérez-ferreirós, A., Francis, J. W., & Sierra-palmeiro, E. (2019). Longitudinal Study of Individual Exercises in Elite Rhythmic Gymnastics. 10(June). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01496>
- Simola, Á., Harms, N., Raeder, C., Kellmann, M., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2015). Assessment of neuromuscular function after different strength training protocols using Tensiomyography. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1339-1348.
- Sterkowicz-Przybycien, K., & Fundament, P. (2020). Physical fitness of rhythmic gymnasts depending on age and level of sports achievements. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*, 30(91), 29-36. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.8128>
- Sung, E. S., & Kim, J. H. (2018). The influence of ovulation on postural stability (Biodex Balance System) in young female. *J Exerc Rehabil*, 14(4), 638-642. <https://doi.org/10.12965/jer.1836266.133>
- Tabaković, A., Tabaković, M., & Atiković, A. (2023). Effects of 12-Week Isokinetic Training on Knee Stabilizers Strength and the Efficiency of the Performance of Gymnastics Vaults. *Science of Gymnastics Journal*, 15(2), 239-256. <https://doi.org/10.52165/sgj.15.2.239-256>
- Thompson, B. J., Cazier, C. S., Bressel, E., & Dolny, D. G. (2018). A lower extremity strength-based profile of NCAA Division I women's basketball and gymnastics athletes: implications for knee joint injury risk assessment. *J Sports Sci*, 36(15), 1749-1756. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1412245>
- Tittelboom, V., Alemdaroglu-Gurbuz, I., Hanssen, B., Heyrman, L., Feys, H., Desloovere, K., Calders, P., & Van den Broeck, C. (2022). Reliability of Isokinetic Strength Assessments of Knee and Hip Using the Biodex System 4 Dynamometer and Associations With Functional Strength in Healthy Children. *Front Sports Act Living*, 4, 817216. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.817216>
- Victorii, L., Valentin, S., Tara, O., Iryn, R., & Ulyan, P. (2016). Special physical training program in rhythmic gymnastics group exercises. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(4), 1340-1347. <https://doi.org/10.7752/jpes.2016.04212>
- Vogrin, M., Novak, F., Licen, T., Greiner, N., Mikl, S., & Kalc, M. (2020). Acute Effects of Tissue Flossing on Ankle Range of Motion and Tensiomyography Parameters. *J Sport Rehabil*, 30(1), 129-135. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0160>

- Warneke, K., Freundorfer, P., Ploschberger, G., Konrad, A., Behm, D. G., & Schmidt, T. (2024). Effects of chronic static stretching interventions on jumping and sprinting performance. *Frontiers in Physiology*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1372689>
- Wiażewicz, A., Wiśniowski, W., Sacewicz, T., & Czajka, M. (2020). The Strength of Lower Limbs in Elite Gymnasts and Swimmers. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 29, 77-88. <https://doi.org/10.18276/cej.2020.1-08>
-