

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ANÁLISE BIOMECÂNICA DOS FATORES DE RISCO DE
LESÕES NA ATERRISSAGEM DE JOVENS ATLETAS DE
GINÁSTICA FEMININA

Bruna Travassos Benck

BRASÍLIA
2013

**ANÁLISE BIOMECÂNICA DOS FATORES DE RISCO DE
LESÕES NA ATERRISSAGEM DE JOVENS ATLETAS DE
GINÁSTICA FEMININA**

BRUNA TRAVASSOS BENCK

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

ORIENTADOR: ANA CRISTINA DE DAVID

BRUNA TRAVASSOS BENCK

ANÁLISE BIOMECÂNICA DOS FATORES DE RISCO DE LESÕES NA
ATERRISSAGEM DE JOVENS ATLETAS DE GINÁSTICA FEMININA

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Educação Física na Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília,

Orientadora Prof.^a Dr.^a Ana Cristina de David
Faculdade de Educação Física, UnB

Membro Interno Prof. Dr. Jake Carvalho do Carmo
Faculdade de Educação Física, UnB

Membro Externo Prof.^a Dr.^a Myrian Nunomura
Faculdade de São Paulo, USP

Membro Suplente Prof.^a Dr.^a Rossana Travassos Benck
Governo do Distrito Federal

Brasília, 29 de setembro de 2013

Dedico esta dissertação à minha maior fonte de inspiração pessoal e profissional: minha mãe. Esta pesquisa é resultado de muitos anos de dedicação, esforço e trabalho que sempre me fizeram admirá-la, e me dar o exemplo de sucesso profissional que eu almejo para minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é um momento importante quando da realização de um trabalho extenso como uma dissertação de Mestrado, pois, durante suas várias etapas diversas pessoas e instituições contribuíram para sua realização.

Aos meus pais, Vagner e Rossana, por todos os anos de dedicação e muito trabalho para proporcionar a mim as melhores oportunidades de estudo e de desenvolver meu potencial. Por todos os anos de carinho, amor e atenção e por esses 2 anos de apoio fundamentais para que eu pudesse realizar este projeto pessoal e profissional.

A minha orientadora, Ana Cristina de David, por primeiramente, me dar a oportunidade de realizar este trabalho, e posteriormente, por todo os ensinamentos que me proporcionou durante esses 2 anos. Você foi um exemplo de inteligência, valorização da ciência e me serviu como exemplo de profissionalismo.

A todos os treinadores de Ginástica Artística do Clube Setor Leste, Carlos Augusto Bezerra da Silva, Tatiana Biagini Garcia e Tatiane Freira; e à treinadora de Ginástica Acrobática, Márcia Janete Nuens Colgonese pela colaboração fundamental para a realização deste trabalho, e pelo estímulo constante.

A todos os meus colegas de mestrado, especialmente, Guilherme Lopes e Tainá Vieira, meus sinceros agradecimentos por toda a ajuda nas coletas de

dados. Envolveram-se de forma muito significativa no projeto e permitiram que o projeto se tornasse real e concreto.

Ao meu maravilhoso namorado, Felipe Wasem Magalhães, pelo total apoio e compreensão durante as horas mais difíceis e momentos estressantes. Meu profundo agradecimento pela maior ajuda nas coletas de dados. Meu amor e admiração por você só cresceu durante este período.

Aos professores da Faculdade de Educação Física que de alguma forma contribuíram para o enriquecimento deste trabalho, e especialmente aos professores Dr Jake Carvalho do Carmo e Dr. Bartholomeu Tôrres Tróccoli por auxiliar no desenvolvimento e finalização desta dissertação. Minha gratidão por todo o apoio e pelo conhecimento adquirido.

Aos membros da banca examinadora que contribuíram para o aprimoramento da pesquisa.

A todos os meus familiares, avós, tios, tias e primas e minhas amigas queridas pelo apoio constante.

Aos ginastas e pais de todas as ginastas, os quais permitiram, participaram e apoiaram este desafio em prol da busca pelo conhecimento e aperfeiçoamento profissional.

Sumário

LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE SIGLAS, ABREVIACOES E SÍMBOLOS	12
RESUMO	13
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	22
2.1.Objetivo geral	22
2.2.Objetivos específicos	22
2.3.Hipóteses	23
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	24
3.1.Ginástica – O esporte na infância e na adolescência.	24
3.1.1. Padrões Básicos de Movimento na Ginástica – A aterrissagem	27
3.2.O Estudo da aterrissagem	30
3.2.1. Análise cinética	30
3.2.2. Avaliao do Torque Muscular	33
3.3.Lesão Desportiva	35
3.3.1. Definio de Lesão	35
3.3.2. Epidemiologia da lesão na Ginástica Artística.....	37
3.3.3. Fatores de risco de lesões na aterrissagem da Ginástica	42
4. MATERIAL E MÉTODOS	51
4.1.Caracterizao do estudo	51
4.2.Sujeitos.....	51
4.2.1. Caracterizao da amostra.....	52
4.3.Procedimentos.....	53
4.3.1. Questionário de Anamnese.....	54
4.3.2. Antropometria.....	54

4.3.3. Plataforma de Força.....	55
4.3.4. Dinamômetro Isocinético	56
4.4.Procedimentos estatísticos	58
4.5.Limitações.....	59
5. RESULTADOS	60
5.1.Variáveis isocinéticas e força de reação vertical do solo em jovens atletas de Ginástica Feminina.....	60
5.2.Variáveis isocinéticas e força de reação vertical do solo pela categoria de competição na Ginástica	62
5.3.Variáveis isocinéticas e força de reação vertical do solo pelo tempo de experiência na Ginástica	72
5.4.Variáveis isocinéticas e força de reação vertical do solo pela carga de treinamento de Ginástica.....	79
5.5.Diferença Bilateral	86
6. DISCUSSÃO	92
6.1.Características das Ginastas.....	92
6.2.Torque Muscular e Desequilíbrios Musculares.	93
6.3.Força de reação vertical do solo	100
7. CONCLUSÕES	104
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
ANEXOS	112
Anexo I.....	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Médias e desvios padrão das variáveis idade, peso, estatura, experiência e carga de treinamento dos participantes da pesquisa.....	61
Tabela 5.2 – Médias e desvios padrão das variáveis isocinéticas e da razão isquiotibiais/quadríceps dos participantes da pesquisa.....	62
Tabela 5.3 – Médias e desvios padrão da Força de reação vertical do solo Relativa (Fv/PC) nos protocolos de salto bipodal, unipodal dominante (DO) e unipodal não dominante (ND) dos participantes do estudo.....	63
Tabela 5.4 - Médias e desvios padrão das variáveis idade, peso, estatura, experiência e carga de treinamento dos participantes da pesquisa de acordo com as categorias de competição.....	64
Tabela 5.5 – Médias e desvios padrão das variáveis do isocinéticas e da razão isquiotibiais/quadríceps de acordo com as categorias de competição.....	65
Tabela 5.6 – Médias e desvios padrão da variável Força de reação vertical do solo Relativa (Fv/PC) nos protocolos de salto bipodal, unipodal dominante (DO) e unipodal não dominante (ND) de acordo com a categoria da competição.....	69
Tabela 5.7 - Médias e desvios padrão das variáveis: experiência, idade, peso, estatura e carga de treinamento dos participantes da pesquisa de	73

acordo com as categorias de experiência.....	
Tabela 5.8 - Médias e desvios padrão das variáveis isocinéticas dominantes e não dominantes de acordo com as categorias de experiência.....	74
Tabela 5.9 - Médias e desvios padrão da Força de reação vertical do solo Relativa nos protocolos de salto bipodal, unipodal dominante e unipodal não dominante de acordo com as categorias de experiência.....	77
Tabela 5.10 - Médias e desvios padrão das variáveis idade, peso, estatura, experiência e carga de treinamento dos participantes da pesquisa de acordo com as cargas de treinamento.....	80
Tabela 5.11 – Médias e desvios padrão das variáveis isocinéticas de acordo com a carga horária de treinamento.....	81
Tabela 5.12 – Médias e desvios padrão da Força de reação vertical do solo Relativa nos protocolos de salto bipodal, unipodal dominante e unipodal não dominante de acordo com as categorias de carga de treinamento.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1. Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo do Quadríceps dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de competição.....	67
Figura 5.2. Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo dos Isquiotibiais dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de competição.....	68
Figura 5.3. Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa no salto bipodal de acordo com as categorias de competição.....	70
Figura 5.4 Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa nos saltos unipodal com membro dominante e não dominante de acordo com as categorias de competição.....	72
Figura 5.5 Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo do Quadríceps dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de experiência.....	75
Figura 5.6 Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo dos Isquiotibiais dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de experiência.....	76
Figura 5.7 Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa no salto bipodal de acordo com as categorias de experiência	78
Figura 5.8 Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa nos saltos unipodal com membro dominante e não dominante de acordo com as categorias de experiência.....	79

Figura 5.9 Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo do Quadríceps dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de carga horária de treinamento.....	81
Figura 5.10 Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo dos Isquiotibiais dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de carga horária de treinamento.....	82
Figura 5.11 Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa no salto bipodal de acordo com a carga horária semanal de treino.....	84
Figura 5.12 Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa nos saltos unipodal com membro dominante e não dominante de acordo com a carga horária semanal de treino.....	85
Figura 5.13 Distribuição de frequência dos valores de diferença bilateral na extensão de joelho para os participantes do estudo.....	87
Figura 5.14 Distribuição de frequência dos valores de diferença bilateral na flexão de joelho para os participantes do estudo.....	89
Figura 5.15 Distribuição de frequência dos valores de diferença bilateral na força de reação vertical do solo para os participantes do estudo.	90

LISTA DE SIGLAS, ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

CBG – Confederação Brasileira de Ginástica

DB – Diferenças Bilaterais

DM – Desequilíbrios Musculares

DO – Membro Dominante

FIG – Federação Internacional de Ginástica

Fv – Força de reação vertical do solo

Fv/PC - Força de reação vertical do solo relativo pelo Peso Corporal

GF – Ginástica Feminina

GA – Ginástica Artística

GAF – Ginástica Artística Feminina

GAM – Ginástica Artística Masculina

LCA – Ligamento Cruzado Anterior

NCAA – National Collegiate Athletic Association

ND – Membro Não Dominante

PBM – Padrões Básicos de Movimentos

PT – Pico de Torque

PT/PC – Pico de Torque relativo pelo Peso Corporal

Razão I/Q – Razão Isquiotibiais/Quadríceps

RESUMO

ANÁLISE BIOMECÂNICA DOS FATORES DE RISCO DE LESÕES NA ATERRISSAGEM DE JOVENS ATLETAS DE GINÁSTICA FEMININA

Autor: Bruna Travassos Benck

Orientadora: Ana Cristina de David

O objetivo do presente estudo foi analisar os fatores biomecânicos e musculares relacionados a lesões durante a aterrissagem de jovens atletas de Ginástica Feminina. Vinte e quatro ginastas com idade entre 9 e 15 anos que treinavam há pelo menos 1 ano participaram do estudo. A força de reação vertical do solo na aterrissagem foi avaliada por meio de uma plataforma de força com frequência de amostragem de 1200 Hz. As variáveis musculares foram mensuradas por meio de dinamômetro isocinético a 60°/s. Todas as variáveis foram correlacionadas com a idade de competição, experiência e carga horária semanal de treino. De acordo com os resultados, ginastas possuem os quadríceps estatisticamente mais fortes que os isquiotibiais, o que resulta em valores de razão I/Q inferiores a 0,60 em quase 90% das ginastas. Encontramos uma forte correlação entre a razão I/Q e o pico de torque relativo dos isquiotibiais ($r = 0,563$, $p < 0,005$). Observou-se também que 25% das ginastas possuíam desequilíbrio bilateral no quadríceps, e 30%, nos isquiotibiais. Identificamos somente correlação significativa entre a idade de competição e pico de torque no quadríceps e no isquiotibiais. Não foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes grupos de idade, experiência e carga horária, e entre membro

dominante e não dominante nas forças de aterrissagem. Não encontramos correlação significativa entre as variáveis isocinéticas e a força de reação vertical do solo relativa. Torna-se então importante avaliar os desequilíbrios musculares e as diferenças bilaterais em ginastas femininas para detectar as atletas com potencial risco de lesões e planejar programas de prevenção de lesões mais específicos.

Palavras-chave: Lesões, Ginástica Feminina, Força de Reação Vertical do Solo, Torque Muscular, Desequilíbrios Musculares, Diferenças Bilaterais.

ABSTRACT

BIOMECHANIC ANALYSE OF RISK FACTORS OF INJURIES DURING LANDING OF YOUNG ATHLETES OF WOMEN'S GYMNASTICS.

Author: Bruna Travassos Benck

Adviser: Ana Cristina de David

The aim of this study was to analyze the biomechanical muscle-related risk factors of injuries during the landing of young athletes of Women's Gymnastics. Twenty-four gymnasts with ages between 9 and 15 years who trained for at least one year participate on the study. We evaluated the vertical ground reaction force on landing by a force plate with a sampling frequency of 1200 Hz. Muscle variables were measured by isokinetic dynamometer at 60 °/s. All variables were correlated with the age of competition, experience and weekly workload training. According to the results, the quadriceps of gymnasts were statistically stronger than the hamstrings, resulting in values of H/Q ratio below 0.60 in almost 90% of the gymnasts. We found a strong correlation between the H/Q ratio and peak torque for the hamstrings ($r = 0,563$, $p < 0.005$). We also found that 25% of the gymnasts had bilateral quadriceps imbalances and 30% in the hamstrings. Only significant correlation was found between age and peak torque of quadriceps and hamstring. No significant differences were found between the different age groups, experience and workload, and between the dominant and non-dominant forces in landing. We did not find significant

correlation between the isokinetic variables and the vertical ground reaction normalized forces. It's important to assess muscle imbalances and differences in bilateral strength in female gymnasts to detect athletes with higher risk factors of injuries and plan more specific programs to prevent injuries.

Keywords: Injuries, Women's Gymnastics, Vertical Ground Reaction Forces, Muscle Strength, Muscle Imbalances, Bilateral Imbalances.

1. INTRODUÇÃO

Para o público em geral, a complexidade das acrobacias da Ginástica Artística (GA) pode levá-lo a pensar que seja um esporte arriscado, perigoso e de grande impacto. Os ginastas estão constantemente desafiando as leis da física e executando movimentos cada vez mais complexos (NUNOMURA, 2002).

Com o elevado desenvolvimento da GA no âmbito internacional, esse esporte ganhou visibilidade na mídia e despertou o interesse de estudiosos pelo mundo todo. Os conhecimentos técnicos e científicos começaram a se disseminar para a comunidade derrubando alguns mitos relacionados à prática deste esporte (SCHIAVON, 2009).

A GA de alto rendimento é um esporte que incita o início do treinamento precoce, em torno dos 5 e 6 anos de idade. A justificativa poderia se pautar na quantidade imensa de habilidades motoras a serem aprendidas, e que serão desenvolvidas, aprimoradas e dominadas nos próximos 10 a 15 anos (NUNOMURA; PICCOLO, 2005).

Na GA e na Ginástica Acrobática (GAC), a aterrissagem tem um papel fundamental no sucesso esportivo, pois o maior número de erros, despontuações e lesões podem ocorrer durante a execução desse fundamento (MARKOVIC; OMRCEN, 2009). Dessa forma, o estudo da aterrissagem e das forças de impacto geradas sobre as articulações é de extrema importância. O maior número de lesões observadas na ginástica ocorre durante a aterrissagem, e por isso os técnicos devem ter certeza de que a técnica correta para a aterrissagem está sendo ensinada (MARINSEK, 2010).

Ao aterrissar, a ginasta deve conseguir controlar a força de reação do solo e aumentar o tempo de aterrissagem utilizando estratégias biomecânicas e neuromusculares. Caso o corpo da ginasta não seja capaz de controlar

eficientemente a carga no momento da aterrissagem, lesões agudas ou crônicas poderão ocorrer (McNITT-GRAY et al., 2001).

Devido à grande participação de crianças em atividades esportivas, e algumas delas já se encontrarem em programas de treinamento esportivo desde muito cedo como no caso da GA e da GAC, tem se observado um crescente aumento no número de lesões esportivas na infância e na adolescência. Lesões esportivas em crianças podem resultar em alterações no crescimento e desenvolvimento ósseo resultando em problemas em longo prazo na saúde dessas crianças (CASTIGLIA, 1995).

É de conhecimento que aproximadamente 29% do tempo de treinamento durante cada temporada é modificado em decorrência de alguma lesão, e que o risco de lesões na ginástica recreativa é de até 4,2 para cada 100 ginastas por ano. Segundo Caine e Nassar (2005), entre ginastas competitivas, a taxa de lesões pode chegar a 200 para cada grupo de 100 ginastas por ano.

A literatura também revela que ginastas do sexo masculino apresentam maior incidência de lesões nos membros superiores, principalmente, ombro e punho. Em respeito ginastas do sexo feminino, essas são mais acometidas nos membros inferiores, sendo tornozelo e joelho as duas articulações com maior número de lesões registradas (CAINE; NASSAR, 2005).

A maior incidência de lesões nos membros inferiores nas mulheres em relação aos homens também tem sido evidenciada em outras modalidades esportivas que constata a presença de aterrissagens após salto (DECKER et al., 2003, CHAPPELL et al., 2007, YU et al., 2005) Segundo HEWETT et al. (2005) mulheres participantes de esportes que envolvem saltos apresentam de 4 a 6 vezes maior risco de terem lesão no ligamento cruzado anterior (LCA) do que os homens.

Vários fatores têm sido apresentados na literatura como preditores de lesões nos membros inferiores durante a aterrissagem. Entre esses, podemos citar estratégias de aterrissagem utilizadas pelas atletas mulheres para absorver as forças de aterrissagem impostas às articulações. Mulheres atletas parecem estar numa posição mais ereta durante a aterrissagem, apresentando altos valores de força de reação vertical do solo e assim, mais suscetíveis as lesões devido ao excesso de carga imposta ao corpo de forma repetitiva (DECKER, et al., 2003)

Durante uma aterrissagem na GA as forças mensuradas podem alcançar de 3,9 a 14,4 vezes o peso corporal do ginasta (MARINSEK, 2010; NUNOMURA, 2002). Os maiores valores de força mensuradas até o momento foram durante a aterrissagem de um duplo mortal para trás, que atingiu valores na ordem de 8,8 a 14,4 vezes o peso corporal do ginasta. Esses valores representam 6,7 vezes mais peso corporal em comparação a um único mortal para trás (MARINSEK, 2010).

As estratégias de aterrissagem utilizadas podem estar associadas também às variáveis neuromusculares como a força muscular (LLOYD; ACKLAND; COCHRANE, 2009). Para aterrissar de forma bem sucedida, o atleta deve conseguir ativar sua musculatura antes de chegar ao solo, e essa capacidade parece ter relação direta com a experiência do atleta. Estudos mostram que ginastas de alto nível conseguem fazer essa pré-ativação da musculatura antes da aterrissagem e, por isso, utilizam estratégias diferentes de ginastas recreacionais. (McNITT-GRAY, 1993).

As diferenças de gênero associadas ao maior risco de lesão nos membros inferiores também podem ser explicadas por três teorias básicas: diferenças anatômicas, hormonais e biomecânicas. (FORD; MYER; HEWETT, 2003).

As diferenças neuromusculares ou biomecânicas como dominância de ligamentos, dominância de quadríceps e dominância de pernas geram

desequilíbrios no momento da aterrissagem após salto e são considerados importantes preditores de lesão no LCA, principalmente em mulheres (FORD; MYER; HEWETT, 2003; MYER et al., 2006). Em nosso estudo avaliamos a dominância de quadríceps e de pernas.

A dominância de quadríceps é um desequilíbrio no padrão de recrutamento de fibras musculares entre os músculos flexores e extensores do joelho e que também tem sido denominada na literatura como Desequilíbrio Muscular (DM) (ROSENE, FOGARTY, MAHAFFEY, 2001). As mulheres tendem a utilizar mais a musculatura do quadríceps para produzir maior estabilidade no joelho durante a aterrissagem (RITZEL, 2008). O equilíbrio entre o músculo quadríceps e os isquiotibiais tem sido avaliado por meio da razão I/Q (Isquiotibiais/Quadríceps), calculada por meio através da razão do pico de torque medido pelo dinamômetro isocinético nesses dois grupos de músculos.

Em respeito à dominância de pernas, é um desequilíbrio na força muscular e no padrão de recrutamento das fibras entre as duas pernas, dominante e não dominante. Uma perna sempre tende a se mostrar mais forte que a outra e esse fenômeno também é denominado como Diferença Bilateral (DB). As mulheres geralmente demonstram uma dominância de pernas, e tendem a gerar menores valores de força no quadríceps da perna não dominante quando comparado com a sua perna dominante. (FORD; MYER; HEWETT, 2003). E, por essa razão, podem utilizar mais uma perna que a outra durante a aterrissagem, o que gera maiores valores de forças em uma perna em detrimento da outra.

Sendo assim, por ser um esporte que exige que a atleta comece a treinar muito jovem, as crianças ginastas podem se encontrar em situação de risco de desenvolverem lesões desde as categorias de base (SILVA, 2006; CASTIGLIA, 1995). Yu et al. (2005) descobriu que a partir dos 12 anos de idade meninos e

meninas começam a apresentar diferenças na posição corporal durante a aterrissagem. E, à medida que a idade avança, as diferenças na estratégia de aterrissagem utilizadas por cada gênero tende a aumentar linearmente.

Por isso, estudos que analisem os fatores de risco associados às lesões durante aterrissagem, desde as categorias de base, são fundamentais para o melhor entendimento sobre os mecanismos de lesão. E, também, para ajudar no desenvolvimento de programas de prevenções de lesões mais específicos para essa população. E assim, contribuir na qualidade do desempenho atlético nos treinamentos, nas competições e aumentar o tempo de vida útil no esporte. Lesões que ocorrem durante uma aterrissagem resultam em perda de tempo nos treinos e nas competições. Por isso os técnicos devem saber quais problemas e fatores neuromusculares e biomecânicos podem estar ocasionando essas lesões, e posteriormente, saber como corrigi-los ou preveni-los.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Analisar as variáveis biomecânicas relacionadas a lesões durante a aterrissagem de jovens atletas de Ginástica Feminina.

2.2. Objetivos específicos

- a. Analisar o pico de torque relativo do quadríceps e dos isquiotibiais em jovens atletas de Ginástica Feminina.
- b. Analisar a razão isquiotibiais/quadríceps (I/Q) de jovens atletas de Ginástica Feminina.
- c. Analisar as diferenças bilaterais de torque muscular do membro dominante e do não dominante.
- d. Analisar a força de reação vertical do solo na aterrissagem em jovens atletas de Ginástica Feminina.
- e. Comparar a força de reação vertical do solo na aterrissagem em jovens atletas de Ginástica Feminina entre membro dominante e não dominante.
- f. Comparar e correlacionar as variáveis isocinéticas e a força de reação vertical do solo com idade, nível de experiência e carga horária semanal de treino de jovens atletas de Ginástica Feminina.
- g. Correlacionar as variáveis isocinéticas com a força de reação vertical do solo.

2.3. Hipóteses

- O pico de torque no quadríceps e nos isquiotibiais no membro dominante serão maiores do que no membro não dominante.
- A força de reação vertical do solo será menor no membro dominante do que no membro não dominante.
- A idade, a experiência e carga horária semanal de treino relacionar-se-ão positivamente com o pico de torque no quadríceps e nos isquiotibiais.
- A idade, experiência e carga horária semanal de treino relacionar-se-ão negativamente com a força de reação vertical do solo.
- As variáveis isocinéticas irão relacionar-se-ão inversamente com a força de reação vertical do solo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Ginástica – O esporte na infância e na adolescência.

O envolvimento de crianças no esporte tem crescido bastante e já se encontra bem aceito na literatura que as contribuições proporcionadas pela prática esportiva, quando são realizadas respeitando-se os princípios do treinamento esportivo para crianças, podem gerar mudanças positivas em todas as dimensões do desenvolvimento, seja social, cognitivo, afetivo, físico ou motor (TSUKAMOTO; NUNOMURA, 2005).

A prática de esportes na infância e na adolescência possui algumas vantagens e desvantagens. As vantagens seriam: maior nível de atividade infantil, prevenção de problemas de saúde como a obesidade infantil; estímulo ao crescimento e desenvolvimento motor; correções de eventuais deficiências físicas; aumento do nível de responsabilidade social, assim como o aprendizado de conviver com o fracasso e a superação pessoal. As desvantagens poderiam ser: problemas físicos ocasionados pelo treinamento excessivo e inapropriado para a criança; estresse causado pela pressão social e familiar; entre outros. A forma como o treinamento é realizado determinará os malefícios e os benefícios de determinado esporte (SILVA, 2006).

A GA é uma modalidade esportiva pouco conhecida se comparada com o futebol, o vôlei e o basquete, esportes que atraem a atenção de inúmeros espectadores para os jogos e competições (SCHIAVON, 2009). Porém, nos últimos 10 anos, no Brasil, ela teve uma crescente evolução de resultados internacionais e, conseqüentemente, conseguiu ganhar espaço na mídia, despertando o interesse do público e de estudiosos. A partir desses acontecimentos pudemos observar um crescimento tanto no número de

praticantes quanto no número de competições, além do amadurecimento das Federações Estaduais e da Confederação Brasileira de Ginástica (SCHIAVON, 2009, NUNOMURA; PICCOLO, 2005).

Na GA, os ginastas do sexo masculino são treinados para competir em seis aparelhos diferentes, e as mulheres, em 4 aparelhos. Com a única exceção sendo o Salto sobre a Mesa que exige a execução de um único elemento, nos demais aparelhos o ginasta deve realizar uma série de exercícios composta de habilidades individuais. Estima-se que já existem inúmeras habilidades e combinações dessas habilidades que os ginastas podem vir a executar, e esse número aumenta com a criação de novos exercícios (PRASSAS, 1999).

Além da quantidade de exercícios, os ginastas devem cumprir uma série de exigências feitas pelo Código de Pontuação da Federação Internacional de Ginástica (FIG). E para tornar-se campeão de uma competição, o atleta deve ter uma série de alto grau de dificuldade e ao mesmo tempo executadas com o máximo de perfeição possível.

Desta forma, os praticantes deste esporte iniciam a sua especialização esportiva anterior à maioria dos atletas de outras modalidades esportivas, por volta dos 5 e 6 anos de idade, e as ginastas femininas terão os seus resultados mais expressivos por volta dos 15 e 19 anos (SCHAVION, 2009). Essa precocidade tem sido justificada pela forte relação entre o sucesso na modalidade e as menores dimensões corporais do atleta, ou seja, quanto menor e mais leve, maior facilidade a ginasta terá para executar os exercícios da GA. Outra justificativa tem sido a grande quantidade de componentes técnicos e, se o atleta começar a treinar mais velho, o sistema nervoso central estará maduro e será mais difícil de ensinar movimentos que requerem excelência técnica (SILVA, 2006, TSUKAMOTO; NUNOMURA, 2005).

Nessa modalidade a preparação esportiva é classificada como uma “preparação de muitos anos”. Segundo Zakharov e Gomes (2003), a preparação de muitos anos divide-se em cinco etapas, sendo que em cada uma dessas etapas, teríamos uma determinada faixa etária para se trabalhar: (1) Preparação preliminar dos 5 aos 7 anos (2) Especialização inicial dos 8 aos 12 anos, (3) Especialização aprofundada dos 13 aos 15 anos, (4) Resultados superiores dos 15 aos 19 anos e (5) Manutenção de resultados, acima dos 20 anos.

Porém, atualmente encontramos no treinamento esportivo uma preocupação dos técnicos de categorias de base em obter resultados precoces. Esses, muitas vezes, são pressionados pelos clubes e/ou patrocinadores das equipes adultas, o que gera a aceleração ou até mesmo a ultrapassagem das etapas citadas anteriormente. E, em consequência, os métodos de treinamento para atletas de alto nível são aplicados nas categorias de base, o que podemos definir como a especialização precoce (SILVA, 2006).

Para Silva (2006), o treinamento esportivo para crianças e adolescentes é bem simples: “basta identificar a forma de treinamento da categoria adulta, tirar 20% e aplicar nas categorias de base” (pg. 32). No treinamento para crianças e adolescentes o técnico, além de ter conhecimentos sobre biomecânica, treinamento esportivo e fisiologia, deve saber sobre crescimento, desenvolvimento motor e aprendizagem motora para poder utilizar o método de treino que mais se adapte aos seus atletas infantis.

3.1.1. Padrões Básicos de Movimento na Ginástica – A aterrissagem

Como citado anteriormente, a GA é um esporte que inclui muitas habilidades que o atleta deve executar com perfeição. Dessa forma, vários trabalhos procuraram organizar o conteúdo da ginástica para facilitar a compreensão e a aplicação prática das habilidades gímnicas. Uma das propostas de maior sucesso foi desenvolvido pelos professores canadenses Dr. Russel e Dr. Kinsman (RUSSEL e KINSMAN, 1986 apud NUNOMURA, 2000). Esses estudiosos dividiram o conteúdo de GA em seis (6) Padrões Básicos de Movimento (PBM) a partir da percepção de que todas as habilidades específicas dessa modalidade partiam desses PBM e de suas combinações, e o seu domínio permitiria a evolução para qualquer habilidade mais complexa na GA.

Esses PBM foram agrupados de acordo com princípios mecânicos em comum e, independente do aparelho, esses PBM abrangem qualquer habilidade conhecida na modalidade. Os seis PBM são:

- (1) Aterrissagem
- (2) Posições estáticas
- (3) Deslocamentos
- (4) Rotações
- (5) Saltos
- (6) Balanços

Essa divisão mecânica dos movimentos apresenta vantagens no aprendizado das habilidades mais complexas. Para habilidades mais simples, a execução do exercício como um todo parece viável, mas para aquelas mais complexas, nem sempre é possível executar o todo. Dessa forma, ao desmembrarmos a habilidade o atleta vai desenvolvendo a condição física e

motora para tal realização e, ao mesmo tempo, vai desenvolvendo a autoconfiança, que também é fundamental para a segurança na GA.

A aterrissagem pode ser categorizada em quatro tipos: (1) sobre os pés, (2) sobre as mãos, (3) em rotação e (4) sobre as costas. O princípio mecânico envolvido na aterrissagem é utilizar mais tempo e mais partes do corpo possível para absorver o momento da aterrissagem (RUSSEL e KINSMAN, 1986 apud NUNOMURA, 2000).

A proposta de conteúdo dos professores canadenses citado anteriormente divide as aterrissagens da seguinte forma (NUNOMURA, 1998):

- Aterrissagens sobre os pés e suas variações (de altura, em direções e formas no ar diferentes, e combinações);
- Aterrissagem sobre as mãos e suas variações (de altura e direções diferentes);
- Aterrissagem em rotação para trás e suas variações (de altura e em superfícies diferentes, após atividades variadas);
- Aterrissagem em rotação lateral e suas variações (para ambos os lados, de altura e em superfícies diferentes, após atividades variadas);
- Aterrissagem em rotação para frente e suas variações (para ambos os lados, de altura e em superfícies diferentes, após mergulhos);
- Aterrissagem sobre as costas retas e suas variações (de altura e em superfícies diferentes, porém somente para níveis mais avançados).

O domínio da habilidade de aterrissar seria obtido trabalhando-se as suas variações como: aumentar a altura, utilizar os mais diversos equipamentos, partindo de movimentos diferentes (saltos, giros, rotações, etc.), realizado em superfícies variadas (colchões macios e rígidos, pisos) e para as direções (para frente, para trás e para o lado). Essa variedade poderia garantir um maior

repertório motor, além da familiaridade com as mais variadas possibilidades de “quedas” e imprevistos.

Para Nunomura (1998) um dos principais pontos a ser focado nas aulas de GA para prevenir a ocorrência de lesões é o ensino da aterrissagem. Russell e Kinsman (1986) citados pela pesquisadora enfatizam que a aterrissagem deve ser a 1ª habilidade a ser ensinada ao ginasta, pois antes de aprender a voar, o ginasta deve “aprender a cair”.

Na GA a aterrissagem é a última fase de um movimento acrobático e está presente em todos os aparelhos femininos e masculinos e possui uma tabela dentro do Código de Pontuação com deduções específicas para essa habilidade (MARINSEK; CUK, 2008). Nessa modalidade esportiva, conseguir aterrissar de forma correta e controlada é o grande diferencial entre um atleta campeão e um quase campeão, e por isso essa habilidade tem despertado o interesse de pesquisadores e treinadores que desejam melhorar o desempenho da aterrissagem e prevenir a ocorrência de lesões (GEORGE, 2010; MARINSEK, 2010).

O sucesso na aterrissagem vai depender da preparação física e do controle motor dos atletas. Ambos os fatores permitem uma aterrissagem segura e bem sucedida. Na GA existem dois tipos de aterrissagem segundo McNitt-Gray (2000): as aterrissagens “Land and Go” e as “Land and Stop”. No 1º tipo de aterrissagem o objetivo mecânico da aterrissagem que precede uma habilidade aérea é converter uma parte do momento horizontal e angular do corpo gerados durante uma habilidade de *tumbling* realizado anteriormente, em momento vertical na saída do movimento. Em contraste, o 2º tipo de aterrissagem tem como objetivo reduzir os momentos vertical e horizontal até zero após tocar o solo com os pés, e utilizar mais tempo e mais partes do corpo para absorver o

impacto da aterrissagem (MARKOVIC; OMRCEN, 2009, RUSSELL; KINSMAN, 1986 apud NUNOMURA, 2000).

A força na aterrissagem é consequência do peso da ginasta e da velocidade na chegada e essas duas variáveis não podem ser modificadas pelo/a ginasta durante a aterrissagem. A única variável que ele/a pode controlar para modificar é o tempo utilizado para aterrissar. O/a ginasta é capaz de fazer isso aumentando a amplitude de movimento nas articulações do quadril, joelho e tornozelo.

A habilidade do/a ginasta de controlar a força de reação do solo e aumentar o tempo da aterrissagem é limitada pela coordenação neuromuscular, pela habilidade do indivíduo de prever a magnitude da sobrecarga e pela habilidade de superar essa força externa no momento do contato do pé com o solo. Caso o corpo não seja capaz de controlar eficientemente a carga no momento da aterrissagem, lesões agudas ou crônicas poderão ocorrer (McNITT-GRAY et al., 2001).

3.2. O Estudo da aterrissagem

3.2.1. Análise cinética

Existem várias formas de avaliar a aterrissagem de gestos esportivos. As áreas de estudo mais utilizadas para a descrição e análise do movimento esportivo são: a cinemática, a cinética e a eletromiografia. A cinemática analisa descritivamente os movimentos esportivos realizados. Ela mede variáveis de tempo (características temporais do movimento), posição dos segmentos corporais no espaço, os deslocamentos que ocorrem em determinadas articulações durante a realização de um movimento, a velocidade e a aceleração dos movimentos articulares. A descrição dos movimentos fornecem informações importantes para atletas e técnicos terem conhecimento dos padrões de

movimento, posições corretas, entre outras informações. Porém, a descrição sozinha possui limitações, por isso a compreensão completa de uma habilidade exige o conhecimento das forças que produzem um movimento (ZERNICKE e WHITING, 2000).

Dessa forma, a cinética é a área de estudo das forças externas aplicadas ao corpo, ou seja, as forças de reação que são medidas através da dinamometria. Por sua vez, a eletromiografia permite o registro da atividade elétrica associada às contrações musculares (DAVID, 2000).

Os movimentos corporais são produzidos e controlados por forças que agem internamente (contração muscular, etc.) e externamente (gravidade, impacto, etc.). Antes de estudarmos as forças, precisamos definir primeiro o conceito de força: “a ação ou efeito mecânico aplicado ao corpo que tende a produzir aceleração” (ZERNICKE e WHITING, 2000, p. 509). A unidade da força é o Newton (N), que é definido como sendo a quantidade de força necessária para acelerar 1 kg de massa para 1 m/s^2 .

As forças agem diretamente sobre os tecidos do corpo. Na grande maioria das vezes, essas forças são bem toleradas pelos tecidos, e até ajudam no processo de crescimento corporal, no desenvolvimento ósseo e outras estruturas de suporte, como os tendões e os ligamentos. Porém, quando as forças excedem a habilidade dos tecidos de suportar a carga empregada, ocorrem as lesões. A força é, portanto, um fator fundamental na ocorrência de lesões.

Segundo ZERNICKE e WHITING (2000), existem sete fatores que relacionam as forças com a natureza e a severidade da lesão e que podem ser mensurados: a magnitude, a localização da força sobre o corpo, a direção, a duração, a frequência e a variabilidade da força, além da velocidade com que essa força está sendo aplicada, ou seja, a taxa de aplicação da força.

As forças externas aplicadas ao corpo humano durante uma aterrissagem podem ser mensuradas por meio de plataformas de forças. A plataforma de força nos permite a medição de três componentes perpendiculares da força de reação do solo: anteroposterior (F_y), médio-lateral (F_x) e uma no eixo vertical (F_z), os momentos de força nesses eixos (M_x , M_y e M_z). Porém, poucos estudos conseguiram mostrar o uso significativo das variáveis dos momentos de força.

Porém, antes de coletarmos as variáveis que a plataforma nos fornece devemos estabelecer como iremos avaliar a aterrissagem. Portanto, devemos determinar o protocolo que utilizaremos (tipo de salto e movimento que antecede a aterrissagem), a frequência de amostragem para a coleta de dados e o tipo de filtro.

Vários protocolos têm sido utilizados para avaliar as forças da aterrissagem, porém, o protocolo selecionado deve ser aquele que se aproxime do movimento esportivo que está sendo estudado. Como citado anteriormente, na GA existem dois tipos de aterrissagem: “Land and Go”, em que o/a atleta tem que chegar no solo, aterrissar e imediatamente após saltar; e a “Land na Stop”, em que o/a atleta deve aterrissar e reduzir o movimento corporal à zero (McNITT-GRAY, 2000). Por isso, o protocolo para avaliação da aterrissagem na GA deve procurar se aproximar desses dois tipos de aterrissagem que caracterizam esse esporte.

Quanto à frequência de amostragem, a grande maioria dos estudos utiliza os valores de 1000 e 1200 Hz e o número de tentativas entre 5 a 8. Decker et al. (2003) encontrou que 8 tentativas da tarefa “Land and Stop” de uma caixa de 60 cm de estatura foram suficientes para caracterizar a verdadeira performance da aterrissagem e sem gerar fadiga e reduzir a variabilidade de desempenho.

3.2.2. Avaliação do Torque Muscular

Durante uma aterrissagem esportiva, para conseguir evitar lesões deve haver um equilíbrio entre a força gerada pela aterrissagem e a capacidade do atleta de conseguir suportar essas forças por meio da sua atividade muscular. Dessa forma, a eficiência da aterrissagem pode estar ligada à quantidade de força muscular que o atleta consegue gerar.

A força em crianças pode ser mensurada por meio de testes de campo. Porém, esses testes apresentam algumas desvantagens, pois não é possível controlar algumas variáveis que poderiam influenciar no resultado como a velocidade do movimento, o ângulo articular e as condições ambientais. O controle desses fatores é importante devido à especificidade do movimento esportivo. Eles podem ser controlados em laboratório por meio da utilização de dinamômetros isocinéticos computadorizados, que produz uma resistência variável, porém numa velocidade constante durante toda a execução do movimento (SCHINEIDER; BENETTI; MEYER, 2004, VIDAL FILHO, 2009).

A dinamometria isocinética tem sido utilizada quase que exclusivamente para avaliar o desempenho dos músculos (DVIR, 2002). A avaliação da força isocinética tem demonstrado várias vantagens como: a coleta de dados musculares de diferentes populações; a classificação de desempenho muscular; a coleta de curva de torque; e por ser um aparelho de grande precisão, reprodutibilidade e validade. Além disso, o dinamômetro isocinético permite a mensuração da força máxima por toda a amplitude de movimento, o isolamento e a análise da função muscular sob diversas condições. Apesar do alto custo, esse equipamento já é utilizado nos principais laboratórios de exercício físico para uso ampliado em diferentes grupos (SCHINEIDER; BENETTI; MEYER, 2004).

Em relação ao método de aquisição da força muscular isocinética em crianças e adolescentes, alguns aspectos devem ser observados, tais como: a modificação no equipamento, a familiarização e o aquecimento, a velocidade, o número de repetições e os intervalos de recuperação.

Em estudos com crianças normais, a velocidade de execução varia de 60°/s, 90°/s e 180°/s e o número de repetições varia de 3 a 10 repetições (SCHINEIDER; BENETTI; MEYER, 2004, VIDAL FILHO, 2009).

Quanto ao intervalo de recuperação Vidal Filho (2009) demonstrou em seu estudo com crianças e adolescentes que para executar 3 séries de 10 repetições de extensão/flexão de joelho nas velocidades de 60°/s e 180°/s, 1 minuto de intervalo de recuperação era suficiente para realizar as próximas séries de forma máxima, enquanto que para os adolescentes são necessários mais de 2 minutos de recuperação.

O dinamômetro isocinético nos fornece alguns parâmetros como o pico de torque (PT). Esse parâmetro representa o ponto de maior torque ou momento de força na amplitude de movimento. A partir do pico de torque é possível calcular a razão isquiotibiais/quadríceps (I/Q), que nos fornece informações sobre o equilíbrio muscular entre os músculos agonistas e antagonistas. Além disso, quando são realizados testes bilaterais, o programa também nos permite fazer comparações bilaterais entre os músculos e detectar se existem diferenças de força entre os membros considerados anormais pela literatura (DVIR, 2002).

Alguns pesquisadores, treinadores e profissionais de Saúde acreditam que os desequilíbrios musculares (DM), traduzidos por uma baixa razão I/Q, bem como pela presença de consideráveis diferenças bilaterais (DB) entre os membros, podem ser assumidos como a principal causa de lesões em atletas de esportes que envolvem saltos e aterrissagens.

Em estudo feito com 462 jogadores de futsal profissional de diversos países (Brasil, Bélgica e França), verificou-se que a intervenção originada em detrimento ao desequilíbrio muscular, observada no início da temporada por meio de teste isocinético, foi capaz de reduzir a incidência de lesões nos membros inferiores (CROISIER et al., 2008).

Neste sentido, o dinamômetro isocinético é um instrumento importante, haja vista que, além da mensuração de variáveis como a força, a velocidade, a potência e a fadiga, adicionalmente, podem apresentar dados importantes que poderão ser utilizados na prevenção de lesões (FERREIRA et al., 2010).

3.3. Lesão Desportiva

3.3.1. Definição de Lesão

A lesão é uma faceta inegável da vida de qualquer atleta e todos estão suscetíveis ao seu aparecimento. Atletas de alto rendimento encontram-se numa posição de maior risco, mas, apesar do aspecto inevitável da lesão, eles têm se beneficiado dos progressos científicos dos últimos 50 anos.

A lesão músculo esquelética pode ser analisada através de diferentes perspectivas, sendo elas, histórica, epidemiológica, econômica, psicológica e biomecânica (ZERNICK; WHITING, 2000).

As perspectivas epidemiológicas e biomecânicas são as áreas que têm se registrado o maior número de estudos na literatura. Por meio de estudos epidemiológicos, conseguimos identificar a incidência, a distribuição e o controle das lesões e/ou doenças no ambiente esportivo. Com base nesses dados, profissionais de Saúde, profissionais esportivos e outros interessados são capazes de identificar os principais fatores de risco de lesões. E, também, de gerar

programas de prevenção de lesão específicos para cada modalidade esportiva, para populações de risco, entre outros.

A biomecânica também tem sido muito utilizada no estudo das lesões devido à sua forte relação com os aspectos biomecânicos do movimento esportivo. Os movimentos corporais são produzidos e controlados por meio da ação, tanto de forças internas ao corpo humano (força dos músculos, etc.), quanto por forças externas (gravidade, impacto). Na maioria das situações, essas forças são bem toleradas pelos tecidos musculoesqueléticos do nosso corpo. Porém, quando essas forças excedem a habilidade dos tecidos de suportarem a carga imposta, ocorre a lesão. As forças são, portanto, os elementos mais fundamentais da ocorrência de lesões.

A lesão esportiva pode ser definida como “danos causado por traumas físicos sofridos pelos tecidos do corpo” (ZERNICK; WHITING, 2000, p. 514). Estudos em modalidades esportivas definem lesão como “qualquer dano a alguma parte do corpo que resulte em perda de alguma parte da sessão de treinamento ou de uma competição” (CAINE et al., 2003). No entanto, cada estudo pode determinar a sua definição de lesão para fazer investigações epidemiológicas, o que pode explicar as diferenças nos resultados de algumas pesquisas.

As lesões podem ser classificadas quanto ao tipo de lesão e quanto à severidade. O tipo de lesão está ligada à quantidade de carga que foi imposta ao organismo, sendo dividida em 2 tipos: aguda ou crônica. Quanto ao grau ou severidade da lesão, que é medido pelo tempo que o atleta teve que se ausentar dos treinamentos (LUCKSTEAD; SATRAN; PATEL, 2002), elas podem ser classificadas em: Suave (menos de 8 dias ausente dos treinos); Moderado (entre

8 e 21 dias fora dos treinamentos); e Severo (mais de 21 dias longe dos treinamentos).

Devido à grande participação de crianças em atividades esportivas, e algumas delas já se encontrarem em programas de treinamento esportivo, tem se observado um crescente aumento no número de lesões esportivas na infância e na adolescência. Lesões esportivas em crianças podem resultar em alterações no crescimento e desenvolvimento ósseo e desencadear problemas em longo prazo na saúde dessas crianças (CASTIGLIA, 1995).

3.3.2. Epidemiologia da lesão na Ginástica Artística

Nos últimos 50 anos, a GA tem passado por grandes mudanças, como no número maior de competições, aumento na taxa de participação, maior desenvolvimento da ciência esportiva em geral e da biomecânica em particular, melhora dos aparelhos e dos equipamentos de segurança e o desenvolvimento técnico da própria ginástica. Durante esses anos, a ginástica conseguiu melhorar o treinamento esportivo de seus atletas, e conseqüentemente, levou a um aumento no grau de dificuldade dos exercícios (KIRIALANIS et al., 2003).

Todos esses fatores podem ter levado a um aumento nos fatores de risco de lesão em ginastas, pois à medida que o nível de aptidão física física das ginastas aumentou, a carga de treinamento foi gradativamente aumentando, elevando o número de repetições, e assim gerou maior oportunidade para o surgimento de lesões (ZETARUK, 2000).

Para Zernick e Whiting (2000) o risco de lesões é altamente dependente do esporte praticado. Luckstead, Satran e Patel (2002) encontraram na população americana que a GA feminina é o sexto esporte com maior número de lesões em crianças e adolescentes, sendo que os praticantes dessa modalidade têm quase

40% de risco de terem lesão. Em contradição, a *National Collegiate Athletic Association* (NCAA) classifica a GA como a segunda modalidade esportiva com maior risco de lesão, ocasionando uma taxa de 6,2 lesões por 1000 horas de exposição e com lesões que ocasionam mais de 7 dias de restrição da atividade (AMARAL; SANTOS; FERREIRINHA, 2009). Essa disparidade pode ser explicada pelas diferentes classificações de lesões, a população estudada, entre outras características particulares dos estudos.

No Brasil, apenas um estudo foi encontrado sobre a epidemiologia das lesões em ginastas brasileiros. Hoshi et al. (2008) avaliaram a incidência de lesões em 54 ginastas de ambos os sexos com idade média de $15,27 \pm 4,46$ anos, durante 1 ano de treinamento da cidade de São Paulo. Eles encontraram que ao todo, 72,2% dos ginastas apresentaram algum tipo de lesão (lesão muscular, articular, óssea ou tendinopatias), sendo observada a presença de 1,26 lesões por ginastas. Os homens (N = 21) tiveram mais lesões que as mulheres, porém em regiões anatômicas diferentes. Os homens apresentaram 58,82% das lesões nos membros superiores, enquanto que as meninas tiveram 61,76% das lesões relatadas nos membros inferiores.

Ainda segundo Hoshi et al. (2008), nas meninas, 79,41% das lesões aconteceram em aparelhos com predominância de saltos, sendo eles Salto sobre a Mesa e Solo aqueles com maior incidência de lesões. Para os meninos, a grande maioria das lesões (61,76%) ocorreu em aparelhos com predominância de exercícios de apoio e de suspensão.

Os demais estudos apresentados a seguir são pesquisas epidemiológicas realizadas no exterior. Há registros de que os ginastas passam 29% de cada temporada modificando seu treinamento por causa de alguma lesão. O risco de lesões na ginástica recreacional é de até 4,2 para cada 100 ginastas por ano. Para

ginastas competitivas a taxa de lesões chega a 200 para cada 100 ginastas por ano, e quase 56% das lesões são do tipo crônica, mais especificamente, por “overuse”. Os ginastas do sexo masculino são mais acometidos por lesões nos membros superiores, enquanto que as mulheres apresentam mais lesões nos membros inferiores e têm maior risco de terem fratura por estresse (CAINE; NASSAR, 2005) corroborando com os achados de Hoshi et al. (2008).

Em estudo longitudinal/descritivo feito em Portugal com 79 ginastas femininas com idade entre 6 e 18 anos, os pesquisadores encontraram que durante 1 ano de observações 43% das ginastas se lesionaram, sendo que o maior número de lesões ocorreram durante os treinos (92,1%) comparando com as competições (5,5%). Quanto ao tipo de lesões, 58,3% das lesões foram agudas, 53,5% ocorreram nos membros inferiores e a trave de equilíbrio foi o aparelho com maior incidência lesiva (19,7%), seguido pelo solo (15,7%). Esse estudo também comparou idade e horas semanais de treino e encontrou que quanto mais velha a ginasta, maior a probabilidade delas contraírem uma lesão, e quanto maior o número de anos de prática e o número de horas/semanais de treino, também é maior a probabilidade de ocorrerem lesões nessas ginastas (AMARAL; SANTOS; FERREIRINHA, 2009).

Outro estudo também encontrou maior risco e severidade das lesões em ginastas mais velhas. Caine et al. (2003) avaliaram 79 ginastas americanas do sexo feminino, com idade entre 7 a 18 anos, durante 3 anos. Durante esse período 60 ginastas se lesionaram, representando 75% do total de meninas, gerando 192 lesões. A taxa de lesões total foi de 2,5 lesões/1000h (horas de exposição), sendo que o maior número de lesões ocorreu nas competições quando comparado com os treinos, sendo que as ginastas mais velhas apresentavam maior risco do que as ginastas mais novas.

O maior risco de lesão em ginastas mais velhas é explicado na literatura pela relação positiva entre a quantidade de tempo dispendida no ginásio e as lesões crônicas por acumulação de microtraumas. O número de lesões ocorridas na GA está ligado ao nível de habilidade no qual o ginasta está competindo. Quanto maior a categoria em que o ginasta se encontra nas competições, maior é o grau de dificuldade dos exercícios exigidos e, conseqüentemente, maior deverá ser o seu envolvimento em horas de prática para conseguir aprender e aperfeiçoar as habilidades. Todos esses fatores combinados aumentam o risco de lesão do ginasta (NUNOMURA, 2002, AMARAL; SANTOS; FERREIRINHA, 2009).

Quanto à localização anatômica das lesões, as mulheres tiveram maior número de lesões nos membros inferiores, 111 lesões (57,81%), enquanto que nos membros superiores foram observadas 41 lesões (21,36%), e as demais lesões ocorreram na cabeça, coluna e tronco. Nos membros superiores, as partes anatômicas mais acometidas foram o punho, com 18 lesões, o ombro, 8 lesões, e o cotovelo, 7 lesões. Em respeito aos membros inferiores, o tornozelo teve o maior número de lesões, 23 lesões, seguido pelo joelho, 21 lesões, e pelo pé, 16 lesões (CAINE et al., 2003).

Kirilanis et al. (2003) observaram durante 1 ano 162 ginastas da Grécia, sendo 83 do sexo masculino e 79 do sexo feminino, com idade média de 13 e 11 anos, respectivamente. Durante o período de observação foram relatadas 151 lesões, sendo 52 agudas e 36 crônicas. Dentre essas lesões, 45,7% ocorreram no tornozelo e 26,5% no joelho, sendo os membros inferiores os mais acometidos por lesões. As demais lesões (27,8%) observadas aconteceram no punho/mão, cotovelo, ombro e costas. Eles também encontraram maior número de lesões no aparelho solo (37%) tanto para os homens quanto para as mulheres, e principalmente na fase da aterrissagem (71%), tendo as mulheres um maior número de lesões do que os homens ($p < 0.05$).

A maior incidência de lesões nos membros inferiores no aparelho solo tem sido explicado pela evolução das acrobacias que envolvem mais combinações de rotações e ligações de elementos e que se encontra diretamente ligada a melhoria dos equipamentos, permitindo que o ginasta se arrisque mais nas acrobacias. Além disso, por ser um aparelho complexo, base para os demais aparelhos e repleto de muitas habilidades, ele envolve maiores horas de treino, além de impor altas cargas de impacto durante as aterrissagens, exigindo mais dos membros inferiores (NUNOMURA, 2002).

Outros estudos procuraram observar a incidência de lesões por partes anatômicas do corpo dos ginastas. Dixon e Fricker (1993) observaram o número total de lesões agudas e crônicas em função das partes anatômicas de 42 ginastas masculinos e 74 ginastas femininas durante 10 anos. O número total de lesões observadas nesse período foi de 247 lesões nos homens e 331, nas mulheres. Quanto à parte anatômica mais acometida, os membros superiores foram aqueles que tiveram maior número de lesões nos homens, com 128 lesões (46,7%) enquanto que nas mulheres, foram os membros inferiores com 157 lesões (47,4%). Nos homens, as 3 regiões mais lesionadas foram, respectivamente, o ombro (47 lesões), o punho (34 lesões) e o cotovelo (28 lesões). Nas mulheres, as lesões se concentraram mais nos tornozelos (58 lesões), nos pés (38 lesões) e nos joelhos (36 lesões).

A maior incidência de lesões nos membros inferiores nas mulheres ginastas encontra-se bem fundamentado na literatura. Uma meta-análise feita com 14 artigos que observaram a incidência de lesão em ginastas do sexo feminino mostrou que em todos os estudos os membros inferiores tiveram maior incidência de lesões (54,1-70,2%), seguido pelos membros superiores (17,1-25%), sendo que as regiões anatômicas mais frequentemente acometidas foram o tornozelo e o joelho (CAINE; NASSAR, 2005).

Como podemos ver, a GA é um esporte que possui uma alta incidência de lesões. Por ser um esporte que exige que o atleta comece a treinar muito jovem, as crianças estão em posição de risco para desenvolverem lesões desde as categorias de base. Ao trabalhar com crianças torna-se, então, fundamental compreender as características musculoesqueléticas durante o processo de crescimento da criança. As atividades esportivas requerem treinamentos intensivos e constantes repetições de determinados movimentos. O ajuste do sistema musculoesquelético imaturo ao estresse gradual que lhe é imposto durante toda a atividade física intensa e repetitiva deve ocorrer por meio da adaptação do sistema biológico e por etapas. Caso essas etapas não sejam seguidas, o sistema pode ficar sobrecarregado, levando a lesões, que podem começar como dores esporádicas até a instalação de dores contínuas (SILVA, 2006; CASTIGLIA, 1995).

3.3.3. Fatores de risco de lesões na aterrissagem da Ginástica

A literatura nos mostra que as mulheres sofrem mais lesões nos membros inferiores do que os homens. Esse fato pode ser explicado pela grande presença de saltos e aterrissagens que caracterizam a GA. Em esportes cujos fundamentos exigem impactos, como é o caso da GA, são aqueles nos quais os praticantes estão mais suscetíveis a lesões nos membros inferiores, pois esses são os que recebem quase toda a sobrecarga dos impactos.

Um dos fatores de risco de lesões na GAF pode estar associado às aterrissagens mal sucedidas nos treinos e em competições, e às altas forças impostas às articulações durante a aterrissagem. Durante uma aterrissagem na GA as forças mensuradas podem alcançar de 3,9 a 14,4 vezes o peso corporal do ginasta (MARINSEK, 2010; NUNOMURA, 2002). As maiores forças já

mensuradas foram durante a aterrissagem de um duplo mortal para trás, atingindo valores de 8,8 a 14,4 vezes o peso corporal do ginasta, sendo isso 6,7 vezes mais peso corporal comparado com um único mortal para trás (MARINSEK, 2010).

Rasquinha et al. (2006) cita em sua pesquisa que no aparelho solo, um dos mais complexos segundo ele, as forças externas atuantes sobre um ginasta durante a execução de seus movimentos acrobáticos podem chegar à ordem de 5 a 17,5 vezes o peso corporal do ginasta.

Alguns fatores podem influenciar diretamente na magnitude da força de reação do solo como: o tipo de superfície, a velocidade final da queda, o tempo de desaceleração desta velocidade, a técnica de aterrissagem utilizada, que está diretamente ligada às estratégias adotadas pelo atleta após o contato inicial com o solo; e por outros fatores como o tipo de calçado, a massa corporal do indivíduo e o tamanho da área de contato dos pés com o solo (MANN 2010). Muitos estudos têm mostrado que a experiência esportiva e a aprendizagem correta da técnica de aterrissagem auxiliam na minimização das forças de impacto e, conseqüentemente, diminuem o número de lesões (MANN 2010, MARINSEK, 2010, NUNOMURA, 2002, HOFFMAN; LIEBERMANN; GUSIS, 1997).

Dependendo da altura e do tipo de aterrissagem, diferentes magnitudes de força de reação são desenvolvidas. Uma maior fase de voo durante uma acrobacia resulta em uma maior força de reação vertical do solo e, conseqüentemente, uma força maior que a ginasta tem que suportar por meio da sua força muscular. Como isso, a amplitude de movimento nas articulações do quadril, tornozelo e joelho tem que aumentar (MARINSEK, 2010).

Alguns fatores intrínsecos relatados na literatura têm sido relacionados às reduções nas magnitudes das forças de impacto sobre as articulações, sendo eles, a concentração e a atenção do atleta no gesto motor da aterrissagem, assim como a capacidade do atleta de ativar a sua musculatura antes da aterrissagem, ou seja, de antecipar as estratégias motoras utilizadas para aterrissar (SHINYA et al., 2011, HOFFMAN; LIEBERMANN; GUSIS, 1997).

A capacidade do atleta de conseguir ativar sua musculatura antes da aterrissagem está diretamente relacionada com a experiência do atleta. Mc-Nitt-Gray (1993) encontrou que ginastas de alto nível utilizam técnicas de aterrissagem diferentes de ginastas recreacionais. Ginastas recreacionais utilizam maior amplitude de movimento no joelho e no quadril quando comparados com os ginastas de alto nível. E, uma das explicações para o fato é a capacidade das ginastas de alto nível de conseguirem pré-ativar a sua musculatura antes da aterrissagem.

Técnicas diferentes mostram diferenças significativas nas variáveis cinemáticas. A técnica de chegar primeiro com o calcanhar resulta em maior magnitude da força de reação vertical do solo, menor contração muscular do joelho e joelho valgus quando comparado com a técnica de chegar primeiro com a ponta dos pés. Quando aterrissamos com maiores quantidades de força, o joelho valgus tende a transmitir forças para o joelho e a coluna, o que pode causar uma série de lesões. As articulações mais sobrecarregadas durante a aterrissagem com os calcanhares são os joelhos e o quadril. Quando a aterrissagem é feita primeiro pela ponta dos dedos, a forma da curva força/tempo muda significativamente, ficando mais achatada. (MARINSEK 2010).

As estratégias de aterrissagem utilizadas podem estar associadas também a variáveis neuromusculares como a força muscular. Durante a execução de

movimentos esportivos, os atletas precisam manter o controle e o equilíbrio dos membros superiores, ou controlar a estabilidade de articulações específicas como o tornozelo, o joelho e os ombros, ou todos juntos. A postura e os movimentos dos membros superiores influenciam na quantidade de carga experimentada pelas articulações dos membros inferiores. Sendo assim, a estabilidade dos membros superiores afeta o risco de lesões nos membros inferiores. Além disso, quando as articulações dos membros inferiores são sobrecarregadas, elas precisam estar estabilizadas para que as estruturas internas como os ligamentos e as cartilagens fiquem protegidas de lesões (LLOYD; ACKLAND; COCHRANE, 2009).

A forma mais comum de impacto gerado pelo próprio atleta é o contato inicial do pé com o solo durante a aterrissagem e a corrida. Esse impacto é muito grande e requer uma boa estabilização. Portanto, caso o atleta tenha um controle pobre dessa força de impacto, várias lesões nos membros inferiores podem ocorrer. Sendo assim, ajustes na postura atlética são necessárias para durante a execução dessas habilidades à medida que as forças externas variam em magnitude e direção.

Outro fator que parece ter relação direta com a magnitude da força de reação do solo e que vem sendo bastante estudada atualmente é o fator sexo. Como mostrado anteriormente, as mulheres ginastas têm maior incidência de lesões nos membros inferiores do que os homens ginastas. Vários estudos com outras modalidades esportivas têm revelado que as mulheres apresentam um maior risco de predisposição a terem lesões no joelho após salto quando comparadas com os homens (DECKER et al., 2003, CHAPPELL et al., 2007, YU et al., 2005) Segundo Hewett et al. (2005) mulheres participantes de esportes que envolvem saltos tem de 4 a 6 vezes maior risco de terem lesão no ligamento cruzado anterior do que os homens.

Decker et al. (2003) encontraram que as mulheres podem estar numa posição de maior risco de lesão no ligamento cruzado anterior. Isto pode ocorrer pelo fato de mulheres se encontrarem numa posição corporal mais ereta durante o contato inicial com o solo. Elas também apresentaram uma maior amplitude de movimento no joelho e no tornozelo e maior velocidade angular durante toda a aterrissagem, sugerindo que as mulheres tentam dissipar grandes forças externas sobre uma ampla variação de movimento articular.

Durante a aterrissagem de saltos de estaturas próximos a 60 cm os músculos dos homens contribuíam em 22% no tornozelo, 41% no joelho e 38% no quadril para a absorção total da energia da aterrissagem. Nas mulheres essa contribuição era de 40% para o tornozelo, 41% para o joelho e 19% para o quadril. Isso nos diz que, homens e mulheres utilizam, prioritariamente, o joelho para absorver energia, contudo a articulação secundária utilizada varia de acordo com o gênero. Esses dados sugerem que as mulheres preferem aterrissar de forma mais ereta por uma estratégia muscular que prioriza a ação dos músculos flexores-plantares do tornozelo (DECKER et al., 2003).

Yu et al. (2005) descobriu que a partir dos 12 anos de idade mulheres e homens começam a apresentar diferenças na posição corporal durante a aterrissagem. E, à medida que a idade avança, as diferenças na estratégia de aterrissagem utilizada para cada gênero tende a aumentar linearmente. Carson e Ford (2011) também observaram maior abdução no joelho das mulheres comparado com os homens.

As diferenças de gênero podem ser categorizadas em 3 teorias básicas: anatômica, hormonal e biomecânica. As variáveis anatômicas que podem influenciar no risco maior de lesão no joelho da mulher são rigidez ou frouxidão dos ligamentos, maior ângulo-Q, encaixe mais estreito do fêmur, entre outras

variáveis que ainda não foram comprovadas cientificamente. As variáveis hormonais ainda são pouco estudadas e possuem muitas limitações. Porém, algumas alterações hormonais que ocorrem durante o ciclo menstrual da mulher podem diminuir a força dos ligamentos, alterar a força muscular ou o recrutamento das fibras musculares. Assim, um possível fator que contribuiria para o maior índice de lesões nas mulheres (FORD; MYER; HEWETT, 2003).

E, o último mecanismo que pode ser responsável pelas diferenças entre os gêneros são os desequilíbrios biomecânicos ou neuromusculares nas mulheres atletas. Algumas diferenças neuromusculares ou biomecânicas como dominância de ligamentos, dominância de quadríceps e dominância de pernas geram desequilíbrios no momento da aterrissagem após salto e são considerados importantes preditores de lesão no LCA (FORD; MYER; HEWETT, 2003; MYER et al., 2006).

A dominância de ligamento seria a maior utilização de um ligamento em detrimento de outros. Durante a aterrissagem de um gesto esportivo os ligamentos dos joelhos são mais utilizados para absorver as forças, sendo o mais utilizado, o ligamento cruzado anterior, gerando então, um excesso de carga sobre esse ligamento. A dominância de ligamento normalmente resulta em maiores valores de força de reação do solo, maiores momentos no joelho e excesso de movimento no joelho.

A dominância de quadríceps é um desequilíbrio no padrão de recrutamento das fibras musculares entre os músculos flexores e extensores do joelho. As mulheres tendem a utilizar mais a musculatura do quadríceps para produzir maior estabilidade no joelho durante a aterrissagem. O desequilíbrio muscular pode ser representado por uma alteração do torque e ativação entre grupos musculares antagonistas, o seja, por uma alteração das razões musculares

(RITZEL, 2008). O equilíbrio entre o músculo do quadríceps e os isquiotibiais tem sido avaliado por meio da razão I/Q (Isquiotibiais/Quadríceps), calculada através da do pico de torque medido pelo dinamômetro isocinético nestes dois músculos.

A razão I/Q tem sido utilizada para verificar a similaridade entre o padrão de recrutamento dos músculos isquiotibiais e quadríceps e para acessar a habilidade funcional do joelho e a possível presença de Desequilíbrio Muscular (DM) (ROSENE, FOGARTY, MAHAFFEY, 2001). Essa razão tem sido convencionalmente expressada pelo pico de torque na flexão do joelho dividido pelo pico de torque na extensão obtida a uma determinada velocidade angular e modo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica). Mas, também pode ser utilizado o valor do pico de torque relativo, que é um valor mais importante e pertinente para a atividade funcional, principalmente em estudos em que a população difere bastante em peso e estatura (AAGAARD et al., 1998; DVIR, 2002; FERREIRA, MACEDO, CARVALHO; 2008)

A ação repetitiva de saltos, comum em esportes como a ginástica, tem sido apresentado como um fator desencadeador de desequilíbrios musculares. Isso pode acontecer porque o quadríceps tem um papel muito importante nesse gesto motor. E, pela ação repetitiva, poderá atingir valores extremos na sua força que promovam o DM na articulação do joelho (FERREIRA, MACEDO, CARVALHO; 2008).

Quanto ao valor ideal dessa razão, encontramos diversas discussões na literatura acerca da razão I/Q e a sua importância na avaliação da habilidade funcional do joelho e do equilíbrio muscular existente. O consenso sobre um valor normativo, valor ideal, para uma velocidade angular de 60°/s, a velocidade padrão utilizada na maior parte dos estudos ainda não se encontra muito claro

nas pesquisas. E, esse consenso é mais limitado quando estudado em crianças e adolescentes devido aos poucos estudos realizados com essa população específica.

É sabido que o valor dessa proporção é dependente da velocidade de execução do movimento. Para velocidades mais baixas (60°/s) a maioria dos estudos mostra que o valor de 60% de diferença entre os músculos é o mais consistente nas pesquisas, sendo que vários investigadores têm assumido que valores inferiores a 0,6 na razão I/Q aumentam o potencial de ocorrência de lesão (AAGAARD et al., 1998; DVIR, 2002; FERREIRA, MACEDO, CARVALHO; 2008; LOPES et al., 2010).

A dominância de pernas é um desequilíbrio na força muscular e no padrão de recrutamento das fibras entre as duas pernas, dominante e não dominante, sendo que uma perna sempre tende a se mostrar mais forte que a outra. As mulheres geralmente demonstram uma dominância de pernas, e tendem a gerar menores valores de força no quadríceps na perna não dominante quando comparado com a sua perna dominante. (FORD; MYER; HEWETT, 2003).

Essa dominância de pernas tem sido relatada como Desequilíbrio Bilateral (DB), e as evidências demonstram que uma diferença de força dos músculos entre os membros de 10% ou mais pode ser um fator de lesão (FERREIRA, MACEDO, CARVALHO; 2008; LOPES et al., 2010).

Segundo Dvir (2002), ao avaliarmos pessoas presumidamente normais, desequilíbrios bilaterais em um grupo muscular de menos de 10% são considerados normais. Diferenças de 10 a 20% são vistas como possivelmente anormais, e aqueles maiores de 20%, como provavelmente anormais. Knapik et al (1991) constataram que as atletas femininas que apresentavam os isquiotibiais

de um dos membros com menos de 15% da força relativamente ao outro, eram 2,6 mais suscetíveis a terem lesões no membro inferior mais fraco.

Essa assimetria entre o membro dominante (DO) e não dominante (ND) e entre músculos agonistas e antagonistas na força muscular, na flexibilidade e na coordenação tem sido mostrada como um importante preditor de maior risco de lesão. Ao utilizar mais uma perna que a outra, pode-se colocar esse membro numa situação de maior estresse, enquanto que a perna mais fraca pode não ser capaz de absorver eficientemente as altas forças associadas ao esporte quando for necessário (MYER et al., 2006; FERREIRA et al., 2010).

Uma boa estratégia para evitar lesões é a avaliação inicial do sistema visando detectar déficits no balanço muscular, e a aplicação de programas de prevenção paralelamente aos treinamentos. O cálculo das razões musculares tem sido sugerido como um dos métodos mais eficientes para essa análise, porém a interpretação dos resultados deve ser feita com cautela (RITZEL, 2008).

Estudos que analisem a aterrissagem na GA são fundamentais devido a sua importância nos treinamentos, nas competições e ao número de lesões que são associados a essa fase do movimento acrobático. Lesões que ocorrem durante uma aterrissagem resultam em perda de tempo nos treinos e em competições e por isso os técnicos devem saber quais problemas estão ocorrendo durante a aterrissagem de seus atletas, e se a técnica de aterrissagem apropriada está sendo executada pelos ginastas. Caso o técnico consiga identificar alguns desses fatores de risco de lesão em seus atletas eles deverão procurar aplicar os exercícios mais apropriados para a prevenção dessas lesões.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização do estudo

Este estudo caracteriza-se como descritivo, do tipo transversal.

4.2. Sujeitos

Participaram do estudo 26 atletas de GA e GAC Feminina de nível competitivo regional e nacional, com características de treinamento semelhantes. Foram escolhidas atletas de GA Feminina com idades entre 9 e 15 anos representantes de 2 clubes de ginástica do Distrito Federal. Devido ao número limitado de atletas de ginástica artística foi necessário incluir na pesquisa atletas de GAC, esporte com características muito semelhantes à GA e que possui saltos e aterrissagens após movimentos acrobáticos iguais ao da GA. As ginastas da acrobática são todas de um único clube.

Os responsáveis e os técnicos das crianças receberam uma explicação oral (conversa com o pesquisador) e por escrito (Carta de Apresentação) sobre os objetivos, os métodos e a importância do estudo. Para permitir a participação das crianças os responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme a resolução nº 196/96 do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde.

O projeto 065/12 foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (UnB) na reunião do dia 12 de junho de 2012.

4.2.1. Caracterização da amostra

Para serem incluídas na análise dos dados as ginastas tinham que cumprir os seguintes critérios de inclusão:

- Participar de um treinamento esportivo especializado de GA ou GAC pelo menos 3x por semana com no mínimo 2h/treino;
- Ter a idade de participação em competições nas categorias pré-infantil, infantil ou juvenil;
- Ter permissão dos responsáveis para participar do estudo.

Foram excluídas da pesquisa, as ginastas que não cumpriam os critérios de inclusão e/ou tinham sofrido algum tipo de lesão aguda ou crônica severa (>21 dias ausentes dos treinos), nos 3 meses que antecederem a coleta de dados ou durante o período da pesquisa.

Após análise inicial dos dados, dois sujeitos foram excluídos da pesquisa. Um sujeito por ser mais velha e se enquadrar na categoria de competição adulta, e outro sujeito por não atingir o limite mínimo de horas semanais de treino (6 horas/semanais). Sendo assim, a amostra final foi constituída por 24 sujeitos.

A literatura apresentada anteriormente nos traz informações de que ginastas mais velhas, com mais experiência e que possuem maior carga horária de treinamento semanal possuem maior incidência de lesões. Por isso, optamos por avaliar a influência da idade cronológica, anos de experiência na ginástica e carga horaria de treinamento semanal sobre as variáveis dependentes do estudo.

As ginastas foram então divididas em três grupos em cada fator de risco. Para a idade cronológica, as ginastas foram divididas seguindo a divisão das categorias de competição impostas pela Confederação Brasileira de Ginástica (CBG), sendo estas:

- (I) Pré-infantil – dos 9 aos 10 anos (n = 6);
- (II) Infantil – dos 11 aos 12 anos (n = 7);
- (III) Juvenil – dos 13 aos 15 anos (n = 11)

Sendo que a categoria é definida pela idade completada no ano de competição.

Para o tempo de experiência na ginástica, em anos, dividimos as ginastas de forma a agrupar números semelhantes de ginastas em cada grupo, desta forma, tivemos:

- (I) Menor Experiência – 1 a 2 anos de treinamento (n = 9);
- (II) Média Experiência – 3 anos de treinamento (n = 8);
- (III) Maior Experiência – mais de 4 anos (n = 7).

A carga horária/semanal (h/s) de treinamento foi agrupada da mesma forma que a experiência. Ficamos então com os grupos divididos da seguinte forma:

- (I) 6 a 11 h/s (n = 8);
- (II) 12 a 16 h/s (n = 8);
- (III) Mais de 20 h/s (n = 5).

4.3. Procedimentos

A coleta dos dados foi feita em um dia e realizada no Laboratório de Treinamento de Força e no Laboratório de Processamento de Sinais Biológicos da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília.

Ao chegarem à Faculdade as ginastas eram acomodadas no Laboratório de Processamento de Sinais Biológicos, onde eram feito: (1) Primeiramente, o preenchimento do questionário de anamnese (ANEXO I) e a coleta das variáveis antropométricas. (2) Após essa primeira etapa foi então realizada a coleta da

força de reação vertical do solo na Plataforma de Força; (3) por último, após um período apropriado de descanso, foi feito o teste no Dinamômetro Isocinético para coleta das variáveis de força muscular.

O membro dominante (DO) e o não dominante (ND) foram determinados perguntando à ginasta com qual membro ela chuta uma bola.

Todas as coletas foram feitas por 2 avaliadores treinados.

4.3.1. Questionário de Anamnese

A anamnese foi realizada por meio de um questionário desenvolvido pelo pesquisador, com informações sobre a idade, experiência na ginástica (ano em que começou a treinar 3x por semana por 2 horas/sessão até o ano da coleta de dados), quantidade de horas de treino por semana no ano da coleta de dados, e lesões anteriores. Todos esses dados foram coletados para ajudar na interpretação dos resultados da pesquisa, pois são variáveis que podem ter influenciado sobre os resultados.

4.3.2. Antropometria

Os ginastas tiveram suas medidas antropométricas coletadas, sendo elas, massa corporal, em quilogramas (kg) mensurada por meio de uma balança digital, e a estatura, em centímetros (cm), medida utilizando um estadiômetro. Esses dados foram utilizados para normalizar os valores da força de reação do solo e pico de torque muscular.

4.3.3. Plataforma de Força

O registro da força de reação vertical do solo (F_v) foi feito por meio da plataforma de força AMTI versão 4.2, com frequência de amostragem de 1200 Hz. As informações da plataforma foram adquiridas por meio do sistema NetForce versão 2.5 e analisadas por meio do programa MatLab.

Os indivíduos foram avaliados em 3 protocolos diferentes de salto, em que eles tinham que saltar e aterrissar sobre a plataforma de acordo com o protocolo executado e permanecer sobre ela durante 10 segundos após o primeiro contato com a plataforma. Os protocolos realizados foram:

- I. Salto Bipodal – Aterrissagem do tipo “Land and Stop” após salto de uma caixa de 60 cm de estatura, a uma distância da plataforma de força de 50% da estatura do sujeito, aterrissando com os dois pés na plataforma – as atletas foram instruídas a sair da caixa para frente sem saltar para cima e aterrissar com os dois pés em cima da plataforma e como se elas estivessem aterrissando de um movimento acrobático na ginástica.
- II. Salto Unipodal com a Perna Dominante.
- III. Salto Unipodal com a Perna Não Dominante.

Nos protocolos II e III as ginastas tinham que saltar do chão, a uma distância de 50 cm da plataforma com 1 pé só para a plataforma – as atletas eram posicionadas a 50 cm da plataforma e deveriam saltar e aterrissar com um pé em cima da plataforma e se manter num pé só durante 10 segundos.

Foram realizadas 3 tentativas válidas para cada protocolo. O tempo de descanso entre as tentativas foi livre para cada sujeito, e entre os protocolos foi de 2 minutos, tempo suficiente para diminuir os efeitos da fadiga entre os protocolos. Não foram fornecidos qualquer tipo de incentivo e feedback durante

os testes. Estudos anteriores mostram que o feedback pode diminuir a magnitude da força de reação vertical do solo entre uma tentativa e outra (HERMAN et al., 2008, McNAIR; PRAPAVESSIS; CALLENDER, 2000), e por não ser objetivo do estudo essa variável será retirada para que observemos o fenômeno corretamente.

Para diminuir os efeitos do tédio (cansaço, monotonia e desinteresse), a ordem de execução dos protocolos foi randomizada para cada sujeito, de tal forma a conseguir reduzir a variação assistemática durante a coleta desses dados.

As variáveis coletadas foram Pico da Força de Reação Vertical do Solo (Fv) e Força de Reação Vertical do Solo Relativa (Fv/PC)

Os testes foram realizados por 1 avaliador treinado.

4.3.4. Dinamômetro Isocinético

A força muscular na extensão e flexão do joelho foi determinada por meio do Dinamômetro Isocinético Biodex Sistem III (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY).

Os sujeitos da pesquisa foram sentados na cadeira do dinamômetro em uma posição confortável para cada pessoa, de tal forma que permitisse o movimento livre de flexão e extensão de joelho de uma posição de 90° de flexão até a extensão terminal. A partir desta posição, foi averiguada a estatura da cadeira, a regulagem do encosto, a posição da cadeira e do dinamômetro e a regulagem do braço de resistência de tal forma que fosse padronizada a posição de teste de cada indivíduo.

Após o posicionamento confortável do sujeito foram afixados os cintos de segurança no tronco, pélvis e coxa, a fim de minimizar movimentos corporais

extras. O epicôndilo lateral do fêmur foi utilizado como marcador para alinhar o eixo de rotação do joelho e o do aparelho.

A correção da gravidade foi feita para cada membro antes dos testes para reduzir o risco de dados incorretos. A falha ao corrigir os efeitos da gravidade quando mensurado a razão I/Q pode resultar em valores superestimados dessa razão. Esse valor superestimado é derivado de um aumento da força dos isquiotibiais em relação ao quadríceps (ROSENE; FOGARTY; MAHAFFEY, 2001).

Foi explicado aos sujeitos da pesquisa como funcionaria o teste e foi proporcionado um tempo suficiente para que se acostumassem com o aparelho. Os sujeitos então fizeram um protocolo de aquecimento em que foram feitas 10 repetições a uma velocidade de 180°/s.

O protocolo de avaliação propriamente dito consistiu em 2 séries de 4 repetições para ambos os membros (dominante e não dominante) na velocidade de 60°/s de forma Concêntrica/Concêntrica com intervalo de recuperação de 2 minutos. Todos os procedimentos do teste foram realizados por 1 técnico treinado.

As variáveis coletadas e analisadas foram o Pico de Torque Relativo (PT/PC) na perna dominante (DO) e na perna não dominante (ND), para os músculos quadríceps e isquiotibial, e a partir desses valores foi calculado a razão I/Q para cada membro, DO e ND, representando as diferenças musculares entre agonista e antagonista. Outra variável fornecida pelo dinamômetro foi a Diferença Bilateral (DB) para a extensão e a flexão.

4.4. Procedimentos estatísticos

Inicialmente, utilizamos o programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, versão 18.0). Foram realizadas análises descritivas dos dados para obter os valores das médias e desvios padrão e análises dos pressupostos de normalidade por meio do teste de Shapiro-Wilk para amostras pequenas. Todas as variáveis dependentes apresentaram valores com distribuição normal em todos os grupos de comparação.

As comparações das variáveis do isocinético (PT/PC Quadríceps DO, PT/PC Quadríceps ND, PT/PC Isquiotibiais DO, PT/PC Isquiotibiais ND, Razão I/Q DO e Razão I/Q ND) entre os grupos de risco (categoria de competição, experiência e carga horária de treinamento) foi feita por meio de três MANOVAS (3 X 6), e três MANOVAS para comparação dos grupos de risco e as variáveis da plataforma de força (Fv/PC Bipodal, Fv/PC Unipodal DO e Fv/PC Unipodal ND) (3 X 3), com nível de significância estabelecido de 0,05. Testes post hoc foram utilizados juntamente com as MANOVAS para detectar entre quais grupos ocorreram diferenças significativas.

Para comparar o membro dominante e o membro não dominante entre sujeitos do mesmo grupo nos fatores de risco foram realizados o Teste T simples para amostras pareadas.

E por fim, para verificar a relação entre as variáveis Pico de Torque Relativo e Força de reação vertical do solo foram feitos testes de correlação, controlando pela idade de competição, experiência e carga de treinamento.

4.5. Limitações

Alguns fatores podem ter influenciado nos resultados deste estudo, tais como:

- O ambiente e o movimento do salto escolhido foram controlados laboratorialmente e por isso, perdem parte da sua validade externa se comparado aos movimentos realmente realizados nos treinamentos e nas competições das ginastas.
- Como os locais de treinamento eram diferentes, as características e os métodos de treinamento podem ter afetado os resultados do estudo. No entanto, optamos por ter um maior número de ginastas participando do estudo.
- A razão I/Q foi calculada por meio do Pico de Torque Concêntrico na extensão do joelho e concêntrico na flexão do joelho. A melhor forma de acessar a diferença muscular de forma mais funcional teria sido fazer o teste de forma excêntrica/excêntrica. Mas, por se tratar de crianças e o protocolo excêntrico ser difícil, optou-se por fazer a razão I/Q convencional.
- Por problemas técnicos na plataforma de força em um dos dias da coleta, cinco ginastas não realizaram o teste na plataforma e por isso o tamanho final da amostra na plataforma foi de 19 ginastas.

5. RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa são apresentados em cinco seções. Na primeira seção relatamos os resultados encontrados para todos os sujeitos nas variáveis estudadas. Nas seções dois, três e quatro apresentamos os resultados das variáveis associadas aos fatores de risco: idade de competição, tempo de experiência e carga de treinamento. Na quinta e última seção apresentamos as diferenças bilaterais encontradas nos testes.

5.1. Variáveis isocinéticas e força de reação vertical do solo em jovens atletas de Ginástica Feminina

Os resultados nas Tabelas 5.1, 5.2 e 5.3 apresentam as características das ginastas, os valores isocinéticos e, a força de reação vertical do solo, respectivamente.

Tabela 5.1 - Médias e desvios padrão das variáveis idade, peso, estatura, experiência e carga de treinamento dos participantes da pesquisa.

Sujeitos	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Experiência (anos)	Carga de treinamento (h/s)
Ginastas	11,21	36,95	143,08	2,92	14,37
N = 24	(1,56)	(9,18)	(10,82)	(1,44)	(4,62)

Legenda: h/s – horas por semana.

Foi encontrada uma correlação positiva entre a idade das meninas e o tempo de experiência na ginástica ($r = 0,53$; $p < 0,05$), indicando que, para este grupo de ginastas, quanto mais velhas, maior a experiência na ginástica e vice-versa. Não foram encontradas correlações significativas entre idade e carga horária de treinamento e entre experiência e carga horária de treinamento, ou

seja, não é sempre que as meninas mais velhas e/ ou as mais experientes, são as que treinam mais horas.

Tabela 5.2 – Médias e desvios padrão das variáveis isocinéticas e da razão isquiotibiais/quadríceps dos participantes da pesquisa.

Categoria Competição	PT/PC	PT/PC	PT/PC	PT/PC	Razão	Razão
	Quadríceps DO	Quadríceps ND	Isquios DO	Isquios ND	I/Q DO	I/Q ND
Ginastas N = 24	254,69 ^{A B} (29,34)	243,54 ^B (29,60)	123,12 (17,34)	120,58 (15,41)	0,51 (0,07)	0,48 (0,06)

^A Diferença significativa entre membro dominante e não dominante

^B Diferença significativa entre quadríceps e ísquios

Legenda: PT – Pico de Torque, PC – Peso Corporal, DO – Dominante, ND – Não Dominante, I/Q – Isquiotibiais/Quadríceps.

Na Tabela 5.2 é possível observar que tanto para o quadríceps quanto para os músculos isquiotibiais, as ginastas tiveram maiores valores de pico de torque no membro dominante quando comparado com o membro não dominante, assim como os valores de razão I/Q. No entanto, somente encontramos diferença significativa entre membro dominante e não dominante para o pico de torque do quadríceps ($p < 0,05$).

Encontramos também que tanto no membro dominante quanto no membro não dominante, o pico de torque relativo no quadríceps foi significativamente maior que o pico de torque relativo nos isquiotibiais.

Foi encontrada uma forte correlação positiva e significativa entre o pico de torque nos isquiotibiais e os valores de razão I/Q tanto para a perna dominante ($r = 0,632$, $p = 0,001$) quanto para a perna não dominante ($r = 0,563$, $p < 0,005$). Isso nos indica que a razão I/Q é mais influenciada pela força que o ginasta consegue impor durante a flexão de joelho.

Tabela 5.3 – Médias e desvios padrão da variável Força de reação vertical do solo Relativa (Fv/PC) nos protocolos de salto bipodal, unipodal dominante (DO) e unipodal não dominante (ND) dos participantes do estudo.

Sujeitos	Fv/PC Salto Bipodal	Fv/PC Salto Unipodal DO	Fv/PC Salto Unipodal ND
Ginastas N = 19	10,0 (1,61)	4,66 (1,01)	4,64 (0,71)

Legenda: Fv – Força de reação vertical do solo, PC – Peso Corporal, DO – Dominante, ND – Não Dominante.

Para os resultados encontrados sobre a força de reação vertical do solo, o grupo de ginastas avaliadas na pesquisa (N = 19) apresentou um valor médio de Fv/PC por volta de 10 vezes o peso corporal no salto bipodal (Tabela 5.3).

Os valores de Fv/PC no salto unipodal registrados para a amostra das 24 ginastas foram de 4,66 vezes o peso corporal para a perna dominante e 4,64 vezes o peso corporal para a perna não dominante, sem diferença significativa entre os membros na absorção das forças externas.

Não foram encontradas correlações significativas entre as variáveis isocinéticas e a força de reação do solo em nenhum dos saltos.

5.2. Variáveis isocinéticas e força de reação vertical do solo pela categoria de competição na Ginástica

Na Tabela 5.4 temos os dados para idade, massa corporal, estatura, experiência e carga horária de treino nos grupos por categoria de competição.

Tabela 5.4 - Médias e desvios padrão das variáveis idade, peso, estatura, experiência e carga de treinamento dos participantes da pesquisa de acordo com as categorias de competição.

Categoria Competição	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Experiência (anos)	Carga de treinamento (h/s)
Pré-infantil (9 aos 10 anos) N= 6	9,17 (0,75)	27,38 (3,15)	129,63 (4,17)	2,00 (1,67)	11,75 (2,23)
Infantil (11 aos 12 anos) N = 7	10,86 (0,69)	33,08 (2,96)	141,13 (6,82)	2,86 (0,90)	16,07 (6,02)
Juvenil (13 aos 15 anos) N = 11	12,55 (0,69)	44,63 (7,31)	151,66 (6,36)	3,45 (1,44)	14,73 (4,30)

Legenda: h/s – horas por semana.

Como pode ser observado na Tabela 5.4, à medida que aumenta a idade dos grupos, maior a experiência, ou seja, maior tempo de prática de ginástica, sendo que o grupo pré-infantil treina em média há 2 anos ($\pm 1,67$), o grupo infantil há 2,86 anos ($\pm 0,9$) anos e o juvenil há 3,45 anos ($\pm 1,44$). Em relação à carga não observamos a mesma linearidade no aumento da carga horária de treinamento. As ginastas pré-infantis treinam semanalmente 11,75 ($\pm 2,23$) horas, e quando na categoria infantil passam a treinar 16,07 ($\pm 6,02$) horas por semana. As ginastas juvenis da amostra deste estudo treinam em média 14,73 horas semanais, menos tempo que as ginastas infantis, algo não muito comum nos ginásios de treinamento onde geralmente ocorrem acréscimos nas horas de treinamento à medida que as ginastas mudam de categoria de idade de competição.

Comparações entre as médias da Tabela 5.4 mostraram que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nas variáveis experiência e carga horária de treinamento.

Na Tabela 5.5 temos os resultados das variáveis isocinéticas analisadas no estudo para cada categoria de idade de competição.

Tabela 5.5 – Médias e desvios padrão das variáveis isocinéticas e da razão isquiotibiais/quadríceps de acordo com as categorias de competição.

Categoria Competição	PT/PC Quadríceps DO	PT/PC Quadríceps ND	PT/PC Isquios DO	PT/PC Isquios ND	Razão I/Q DO	Razão I/Q ND
Pré-infantil N= 6	228,07 ^A (28,64)	223,42 ^A (28,21)	106,42 ^A (8,05)	113,87 (14,64)	0,46 (0,04)	0,51 (0,06)
Infantil N = 7	260,96 ^{B a} (22,73)	234,74 (26,22)	122,40 ^a (8,07)	115,19 (5,93)	0,47 (0,03)	0,52 (0,06)
Juvenil N = 11	265,24 (26,18)	260,11 (24,62)	132,70 (18,74)	127,67 (17,75)	0,50 (0,08)	0,49 (0,09)

^A Diferença significativa entre pré-infantil e juvenil (p<0,05)

^B Tendência significativa entre infantil e juvenil (p=0,08)

^a Diferença significativa entre membro dominante e não dominante dentro do mesmo grupo.

Legenda: PT – Pico de Torque, PC – Peso Corporal, DO – Dominante, ND – Não Dominante, I/Q – Isquiotibiais/Quadríceps.

Os valores das variáveis isocinéticas e a razão isquiotibiais/quadríceps descritos na Tabela 5.5 mostram que à medida que as ginastas ficam mais velhas, maior o valor do pico de torque relativo tanto no quadríceps quanto nos isquiotibiais, para a perna dominante e não dominante. Foram encontradas diferenças significativas entre os grupos nas variáveis: Pico de Torque Relativo do Quadríceps da perna dominante [F (2, 21) = 4,30; p<0,05], na perna não

dominante [$F(2, 21) = 4,44; p < 0,05$] e no Pico de Torque Relativo dos Isquiotibiais na perna dominante [$F(2, 21) = 6,67; p < 0,01$].

Comparações post-hoc nos mostraram que para a variável pico de Torque Relativo do Quadríceps da perna dominante existe diferença significativa entre as ginastas do pré-infantil e juvenil ($p=0,03$) e uma tendência a significância entre as ginastas juvenis e infantis com um nível de significância de $p=0,08$. Nas variáveis Pico de Torque Relativo do Quadríceps da perna não dominante e Pico de Torque dos Isquiotibiais na perna dominante foi observada diferença significativa entre os grupos pré-infantil e juvenil ($p < 0,05$).

Ao compararmos as variáveis isocinéticas dentro do mesmo grupo entre membro dominante e membro não dominante na Tabela 5.5 e na Figura 5.1, podemos observar que todos os grupos apresentam maior Pico de Torque Relativo no Quadríceps dominante quando comparado com o não dominante, mas só foi encontrada diferença significativa no grupo infantil ($p=0,005$).

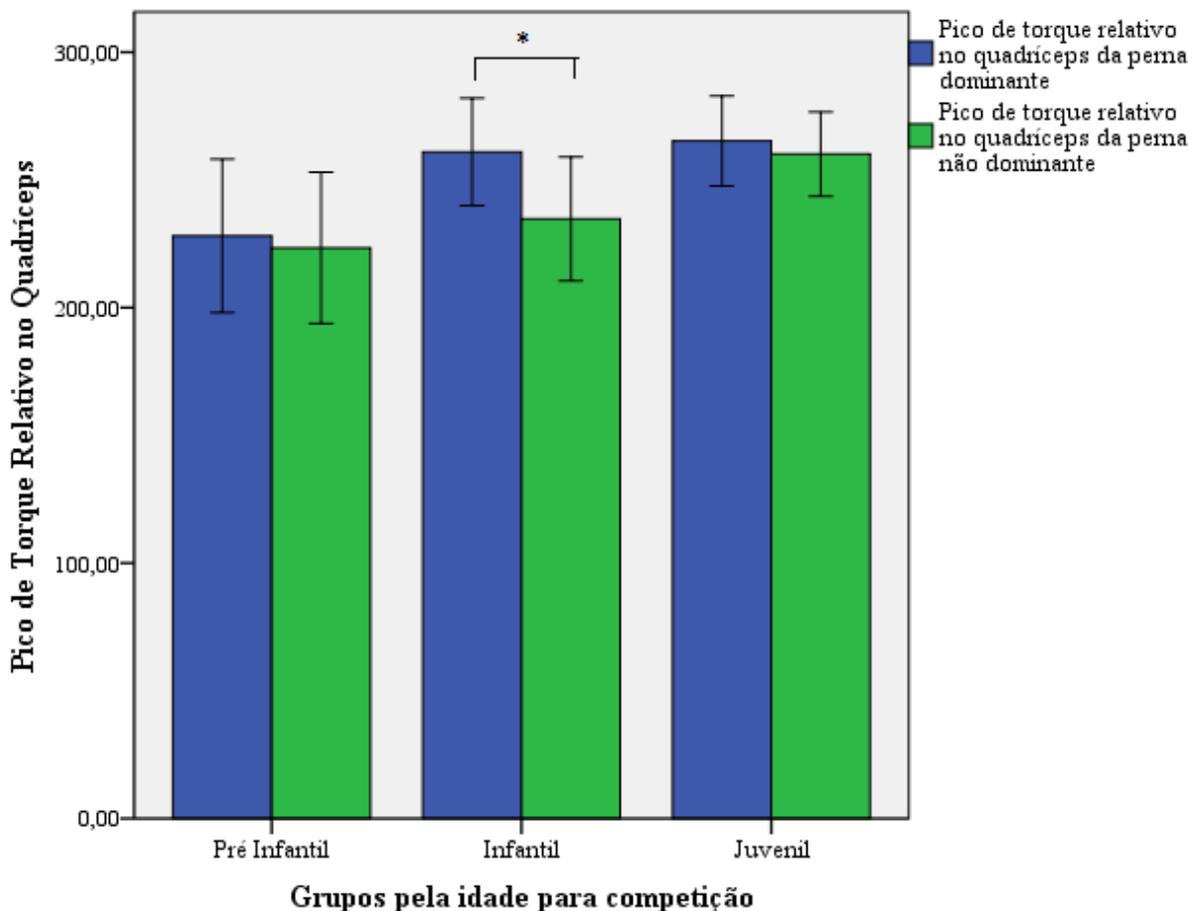


Figura 5.1. Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo do Quadríceps dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de competição.
 Legenda: * Diferença Significativa.

Em respeito aos valores do Pico de Torque Relativo dos Isquiotibiais podemos notar a partir da Figura 5.2 que as ginastas do grupo pré-infantil tiveram um pico de torque maior no membro não dominante em relação ao dominante, sem diferença significativa. Nas ginastas infantis e juvenis observamos que os isquiotibiais da perna dominante são mais fortes que os da perna não dominante, sendo que somente as ginastas infantis apresentaram diferença significativa entre os membros ($p=0,01$).

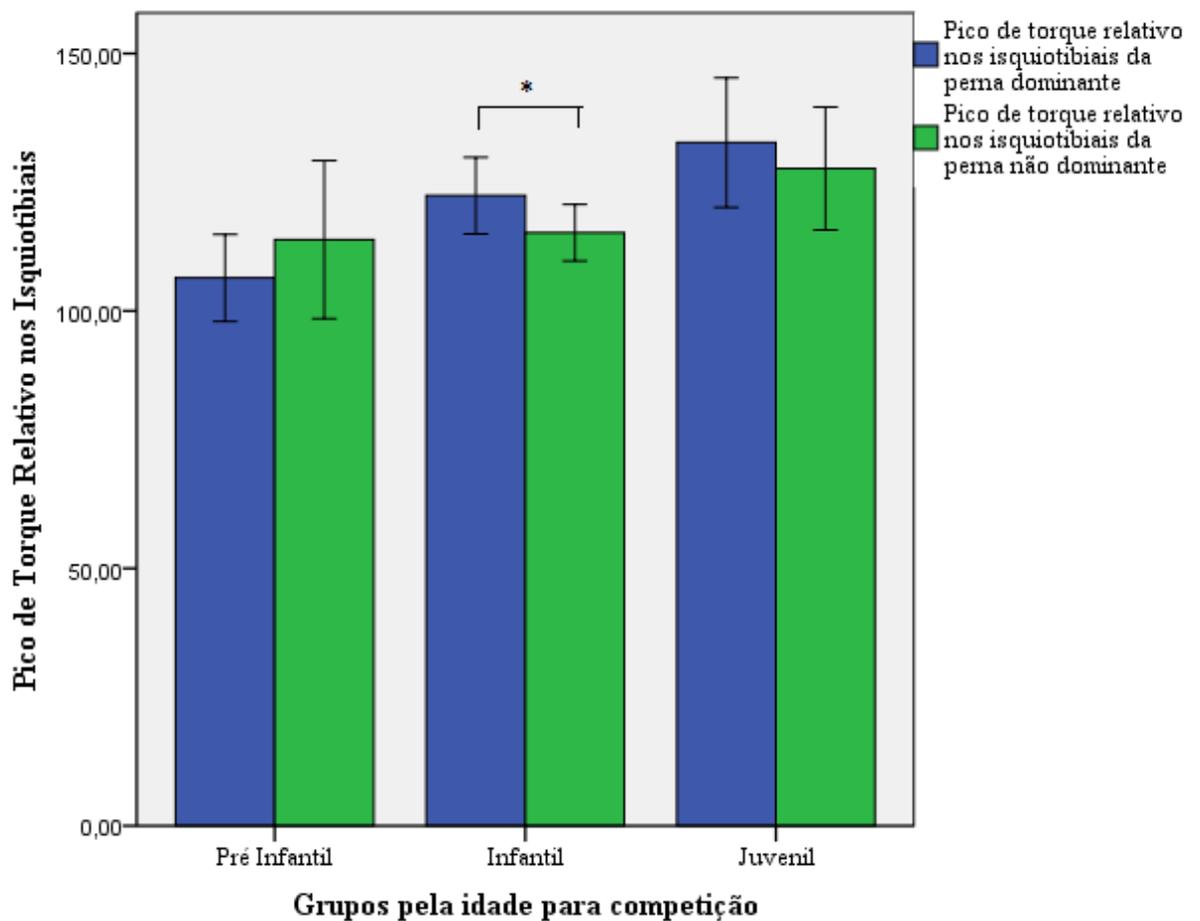


Figura 5.2. Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo dos Isquiotibiais dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de competição.

Legenda: * Diferença significativa.

Na razão I/Q (duas últimas colunas da Tabela 5.5) todas as categorias apresentaram um valor de razão abaixo de 0,60, considerado o valor ideal segundo diversos autores (AAGAARD et al., 1998; DVIR, 2002; FERREIRA, MACEDO, CARVALHO; 2008; LOPES et al., 2010) para não apresentar risco de lesões nos membros inferiores. Encontramos que na razão da perna dominante os grupos que apresentaram maiores e menores valores foram, respectivamente, o grupo juvenil e o grupo pré-infantil. Na razão da perna não dominante, os maiores valores foram os do grupo infantil e os menores valores foram das

ginastas juvenis. Isso revela que para a perna dominante o grupo com maior risco de lesão é o das ginastas pré-infantis, enquanto que na perna não dominante, temos as ginastas juvenis com maiores valores. Como as diferenças entre os grupos não foram significativas devemos olhar com cautela para estes resultados.

Testes de correlação entre variáveis isocinéticas e idade das ginastas nos mostrou uma associação positiva entre a idade e as variáveis Pico de Torque Relativo no Quadríceps dominante ($r = 0,50$; $p < 0,05$), Pico de Torque Relativo no Quadríceps não dominante ($r = 0,46$; $p < 0,05$) e Pico de Torque Relativo nos Isquiotibiais dominante ($r = 0,60$; $p < 0,005$). Não foi encontrada relação significativa entre idade e a razão I/Q.

Na Tabela 5.6 são descritos os valores da força de reação vertical do solo relativa ao peso corporal nos três protocolos de salto para as categorias de competição.

Tabela 5.6 – Médias e desvios padrão da variável Força de reação vertical do solo Relativa (Fv/PC) nos protocolos de salto bipodal, unipodal dominante (DO) e unipodal não dominante (ND) de acordo com a categoria da competição.

Categoria Competição	Fv/PC Salto Bipodal	Fv/PC Salto Unipodal DO	Fv/PC Salto Unipodal ND
Pré-infantil	9,71	5,35	4,90
N = 5	(1,17)	(0,67)	(0,48)
Infantil	11,21	4,47	4,60
N = 5	(0,90)	(1,16)	(0,56)
Juvenil	9,48	4,39	4,52
N = 9	(1,86)	(0,99)	(0,90)

Legenda: Fv – Força de reação vertical do solo, PC – Peso Corporal, DO – Dominante,

ND – Não Dominante.

No protocolo de salto bipodal saindo de uma caixa de 60 cm de estatura encontramos que durante a aterrissagem as ginastas tiveram que suportar uma força de 9 a 11 vezes o peso corporal, sendo que as ginastas juvenis foram aquelas que conseguiram ter o menor valor de força de reação vertical do solo com uma força de 9,48 ($\pm 1,86$) vezes o peso corporal, seguidas pelas ginastas pré-infantis, com uma força de 9,71 ($\pm 1,17$) vezes o peso corporal. As ginastas com maior força de reação vertical relativa foram as infantis, suportando 11,21 ($\pm 0,90$) vezes o peso corporal (Figura 5.3). Comparações entre os grupos não revelaram diferenças significativas.

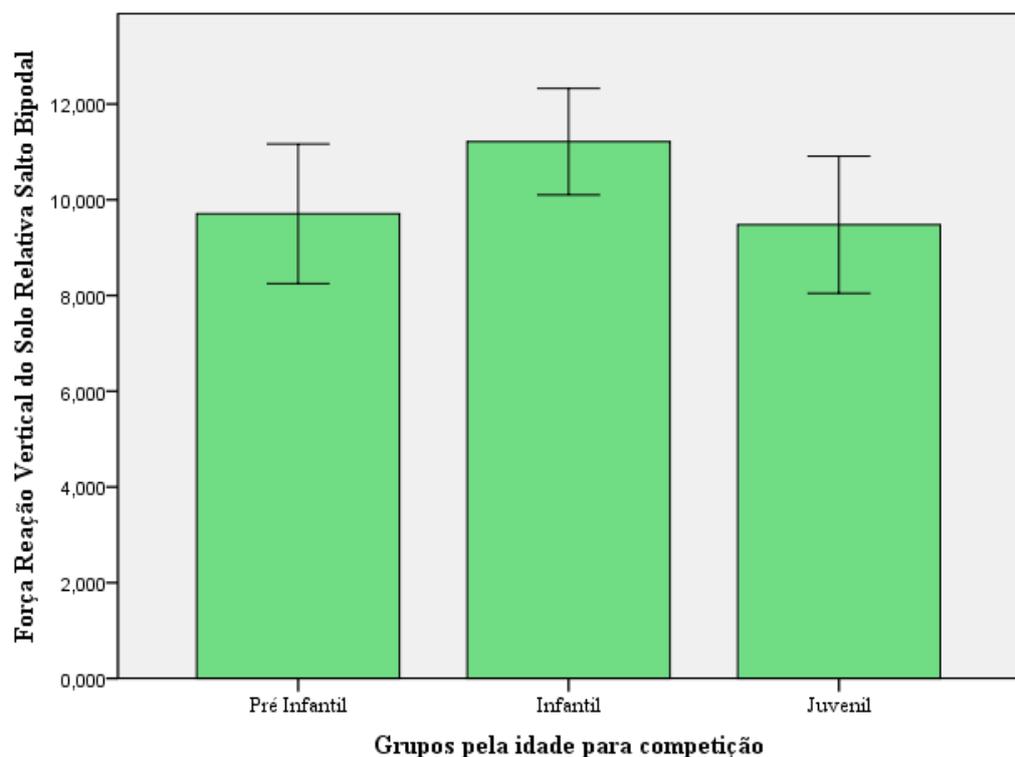


Figura 5.3. Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa no salto bipodal de acordo com as categorias de competição.

No protocolo de salto unipodal observamos que os valores de Fv relativo foram entre 4 a 5 vezes o peso corporal exercida sobre uma perna durante a aterrissagem (segunda e terceira coluna Tabela 5.6). Com a perna dominante as ginastas juvenis também obtiveram o menor valor de Fv relativa, seguidas pelas infantis e por último, as pré-infantis apresentando maior valor de Fv relativa. O mesmo fenômeno foi observado no salto unipodal com o membro não dominante, porém em ambos os membros não foram encontradas diferenças significativas nos valores de Fv relativo entre as categorias de idade de competição.

Ao analisarmos os valores da força de reação vertical do solo relativa entre os membros, no salto unipodal, podemos observar pela Figura 5.4 que as ginastas infantis e juvenis conseguiram absorver mais força de reação do solo, ou seja, apresentaram menor valor de força de reação vertical do solo, com a perna dominante, enquanto que as meninas pré-infantis apresentaram menor valor de Fv relativo na perna não dominante, conseguindo absorver mais força com esta perna do que com a perna dominante. Não foram observadas diferenças significativas entre os membros para todos os grupos.

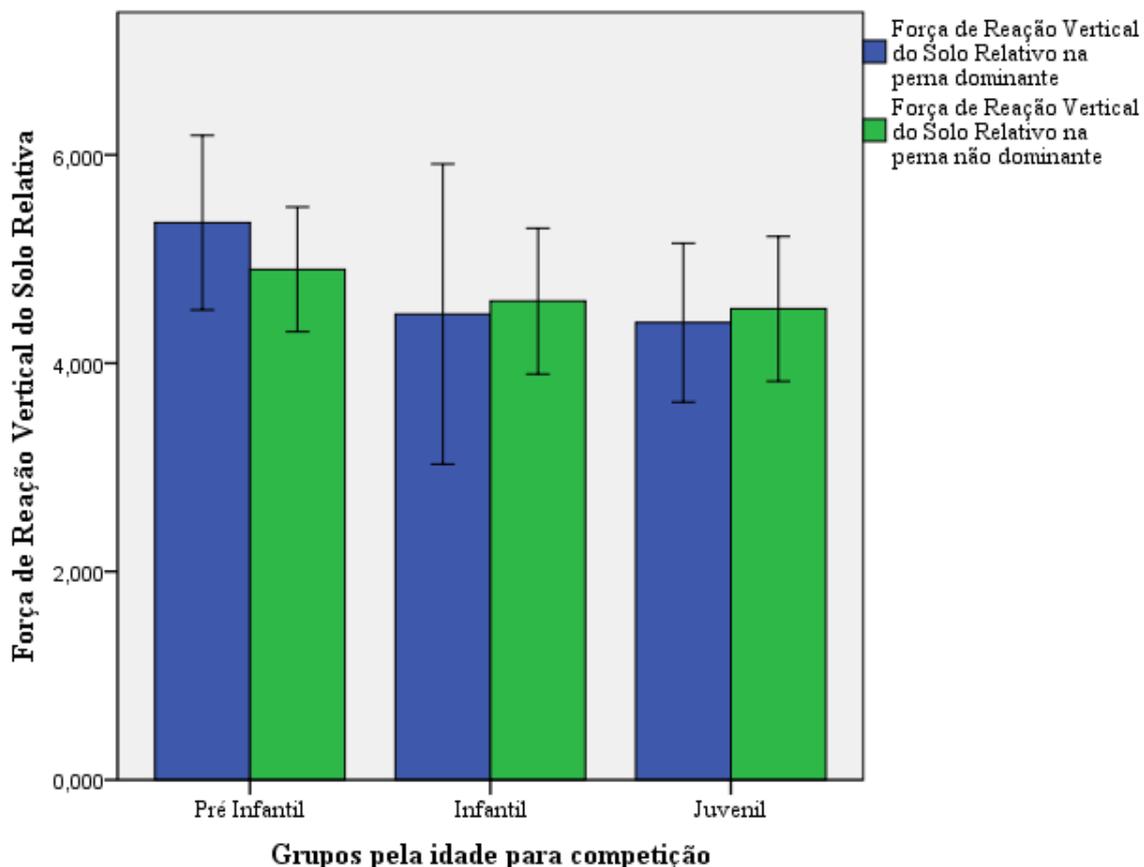


Figura 5.4 Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa nos saltos unipodal com membro dominante e não dominante de acordo com as categorias de competição.

Encontramos uma relação negativa entre a idade das ginastas e a variável Força de reação vertical do solo no salto unipodal na perna dominante ($r = -0,459$, $p < 0,05$), mostrando que as ginastas mais velhas são capazes de diminuir os valores de Fv/PC.

Ao avaliarmos a relação entre as variáveis isocinéticas e a força de reação vertical do solo nos 3 protocolos de salto, controlando pela idade de competição, não encontramos nenhum tipo de correlação significativa entre as variáveis.

5.3. Variáveis isocinéticas e força de reação vertical do solo pelo tempo de experiência na Ginástica

Características dos sujeitos nos três grupos com diferentes tempos de prática na Ginástica (experiência) são apresentados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Médias e desvios padrão das variáveis: experiência, idade, peso, estatura e carga de treinamento dos participantes da pesquisa de acordo com as categorias de experiência.

Categoria Experiência	Experiência (anos)	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Carga de treinamento (h/s)
1 a 2 anos	1,44	10,22	33,17	136,74	13,78
N= 9	(0,53)	(1,39)	(10,09)	(9,56)	(5,28)
3 anos	3,00	11,88	40,80	150,36	14,06
N= 8		(1,36)	(6,86)	(8,85)	(3,58)
Mais de 4 anos	4,71	11,71	37,40	142,91	15,50
N= 7	(0,76)	(1,50)	(9,55)	(10,23)	(5,24)

Legenda: h/s – horas por semana.

A Tabela 5.7 revela que a idade média das ginastas não variou muito entre os grupos, ficando o grupo menos experiente (1 a 2 anos de treinamento) com uma média de 10,22 anos ($\pm 1,39$), o grupo de experiência intermediária (3 anos) com uma média de 11,88 anos ($\pm 1,36$) e o grupo mais experiente com 11,71 anos ($\pm 1,50$). Comparações entre estes grupos revelaram uma tendência de diferença significativa entre o grupo intermediário e o grupo menos experiente ($p = 0,06$) na idade.

Quanto à carga de treinamento podemos observar na Tabela 5.7 que as ginastas com menos experiência treinam menos horas que as ginastas com experiência intermediária e aquelas com mais experiência. Estes grupos apresentam médias de horas de treinamento de 13,78 h/s ($\pm 5,28$), 14,06 h/s ($\pm 3,58$) e 15,50 h/s ($\pm 5,24$), respectivamente. Comparações entre estas médias, no entanto, não revelaram diferenças significativas entre as cargas horárias de treinamento e não foram encontradas correlações significativas entre experiência e carga de treinamento.

Na Tabela 5.8 temos as médias e desvios padrão das variáveis isocinéticas nos grupos de experiência.

Tabela 5.8 - Médias e desvios padrão das variáveis isocinéticas dominantes e não dominantes de acordo com as categorias de experiência.

Categoria Experiência	PT/PC Quadríceps DO	PT/PC Quadríceps ND	PT/PC Isquios DO	PT/PC Isquios ND	Razão I/Q DO	Razão I/Q ND
1 a 2 anos N= 9	251,80 (28,74)	231,82 (28,36)	119,75 (14,49)	119,74 (17,86)	0,48 ^b (0,07)	0,54 (0,09)
3 anos N= 8	254,30 (28,34)	247,40 (28,57)	123,90 ^a (21,02)	120,36 (17,22)	0,49 (0,06)	0,49 (0,06)
Mais de 4 anos N= 7	258,87 (35,05)	254,18 (31,25)	126,57 (18,03)	121,90 (11,64)	0,49 (0,05)	0,48 (0,06)

a e b = Diferença significativa entre membro dominante e não dominante dentro do mesmo grupo.

Legenda: PT – Pico de Torque, PC – Peso Corporal, DO – Dominante, ND – Não Dominante, I/Q – Isquiotibiais/Quadríceps.

Ao analisar os valores do pico de torque relativo entre os grupos podemos observar que o pico aumenta tanto no quadríceps quanto nos isquiotibiais do grupo menos experiente para o mais experiente, sem diferenças significativas

entre os grupos. Também não foram encontradas correlações significativas entre a experiência e a força muscular na extensão e flexão de joelho.

Ao compararmos os valores de pico de torque entre os membros, observamos que em todos os grupos de experiência e tanto no quadríceps quanto nos isquiotibiais as ginastas tiveram maior pico de torque relativo no membro dominante quando comparado com o membro não dominante. No entanto, só foi encontrada uma tendência de significância no grupo de menor experiência entre o quadríceps do membro dominante e não dominante ($p=0,07$) (Figura 5.5 e Figura 5.6).

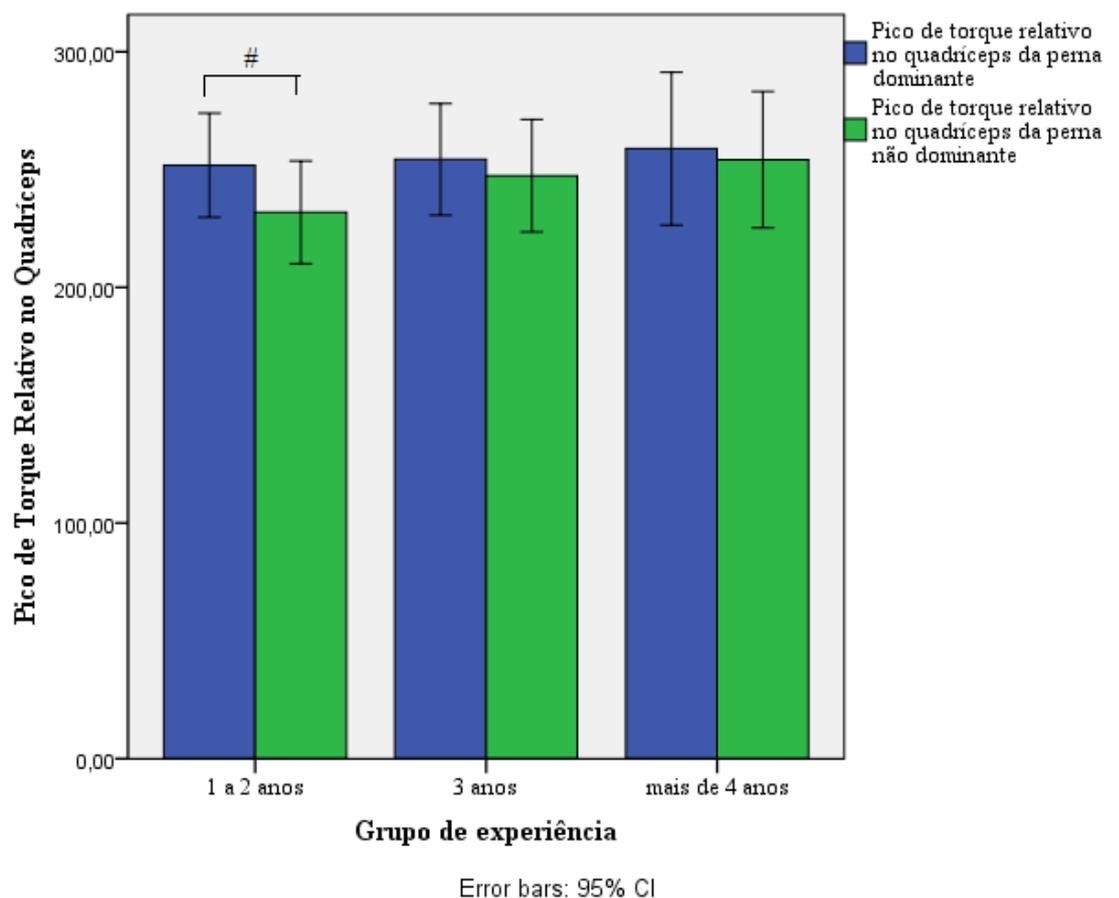


Figura 5.5 Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo do Quadríceps dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de experiência.

Legenda: # - tendência de diferença significativa.

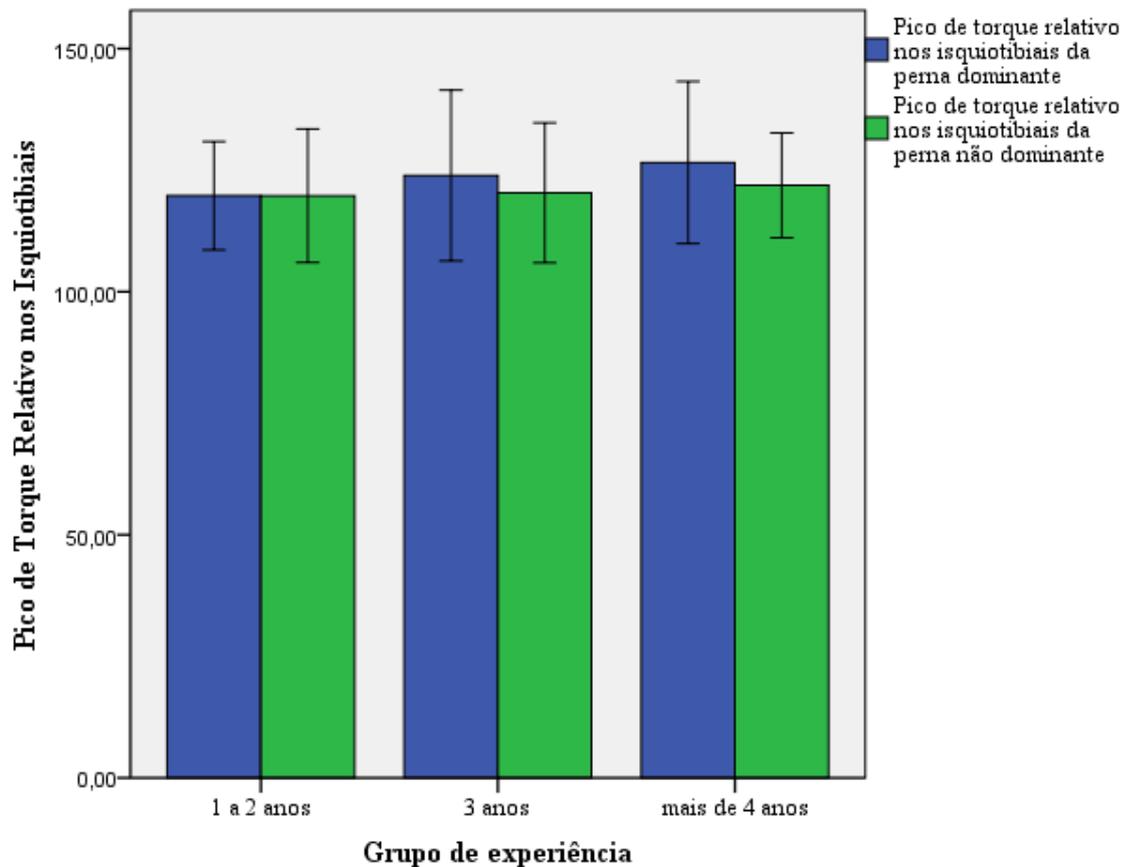


Figura 5.6 Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo dos Isquiotibiais dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de experiência.

Sobre a razão I/Q nos grupos de experiência, podemos notar que todos os grupos apresentaram valores abaixo de 0,60 em ambas as pernas, dominante e não dominante. No membro dominante observamos que os grupos com experiência intermediária e maior experiência tiveram o mesmo valor de razão I/Q ($I/Q = 0,49$) enquanto que as ginastas de menor experiência tiveram o menor valor de razão, obtendo uma média de 0,48 ($\pm 0,07$), sem diferença significativa entre os grupos. Na razão I/Q do membro não dominante, notamos que o grupo com maior valor de razão foi o grupo menos experiente com um valor de razão de 0,54, enquanto os grupos de experiência média e maior experiência

apresentaram valores de 0,49 e 0,48 respectivamente, também sem diferenças significativas entre os grupos. No entanto, não foi encontrada relação significativa entre experiência e a razão I/Q.

Ao comparar a razão I/Q entre os membros encontramos diferença significativa entre membro dominante e não dominante no grupo de menor experiência ($p=0,03$) sendo que o membro com maior valor de razão foi o não dominante. Nos outros dois grupos os valores de razão ficaram muito próximos, não apresentando diferença significativa entre eles.

Tabela 5.9 - Médias e desvios padrão da variável Força de reação vertical do solo Relativa nos protocolos de salto bipodal, unipodal dominante e unipodal não dominante de acordo com as categorias de experiência.

Categoria Experiência	Fv/PC Salto Bipodal	Fv/PC Salto Unipodal DO	Fv/PC Salto Unipodal ND
1 a 2 anos	10,14	5,33	4,85
N= 7	(1,06)	(1,00)	(0,52)
3 anos	9,68	4,28	4,55
N= 6	(2,23)	(1,06)	(0,98)
Mais de 4 anos	10,13	4,26	4,48
N= 6	(1,69)	(0,58)	(0,67)

Legenda: Fv – Força de reação vertical do solo, PC – Peso Corporal, DO – Dominante, ND – Não Dominante.

Nos resultados cinéticos da plataforma de força descritos na Tabela 5.9 e Figura 5.7 podemos notar que no salto bipodal os valores da força de reação do solo relativa ao peso corporal ficaram entre 9 e 10 vezes o peso corporal das ginastas. O grupo com menor valor de Fv relativa foi o grupo com experiência de 3 anos de ginástica, enquanto que os outros dois grupos tiveram valores de 10,14 ($\pm 1,06$) Fv/PC para o grupo de 1 a 2 anos de treino em ginástica e, 10,13 ($\pm 1,69$)

Fv/PC para o grupo com mais de 4 anos de experiência, sem diferença significativa entre os grupos.

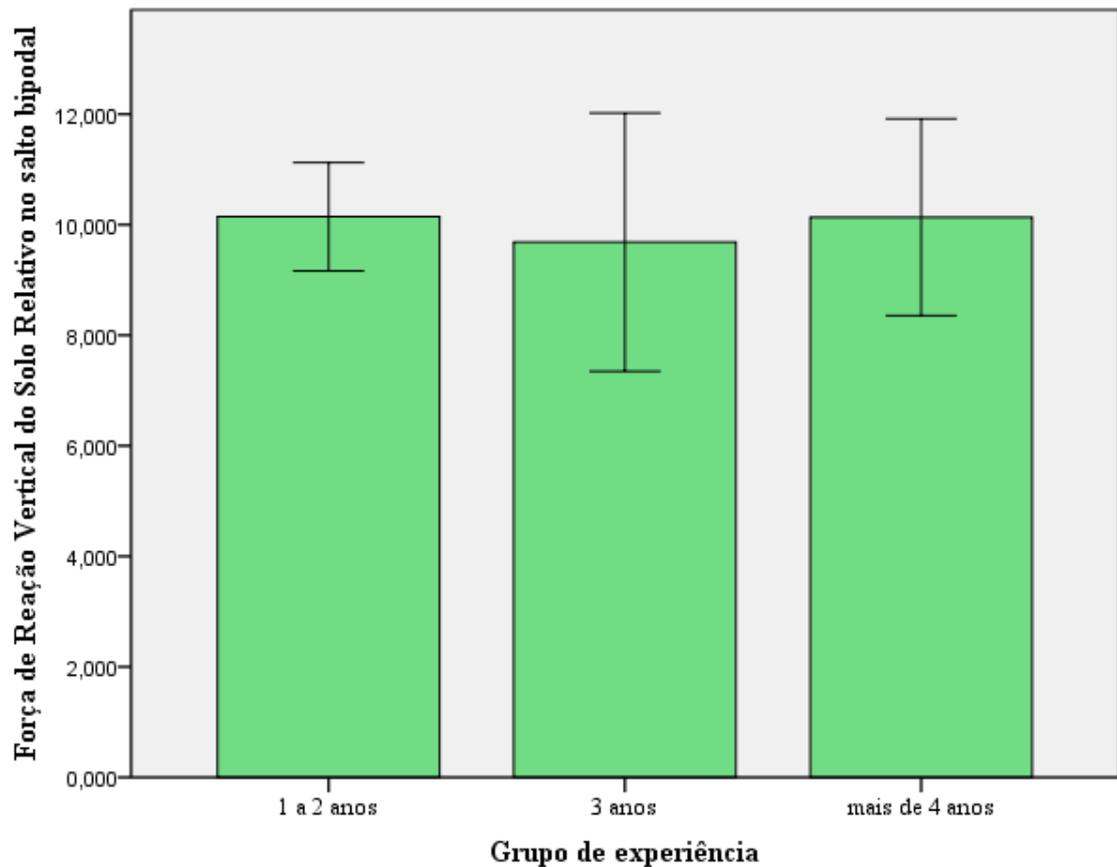


Figura 5.7 Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa no salto bipodal de acordo com as categorias de experiência.

Para o salto unipodal, podemos observar que tanto no membro dominante quanto no membro não dominante o grupo que apresentou o menor valor de Fv relativo foi o grupo mais experiente, seguido pelo grupo de experiência intermediária e por último, com maior força de reação do solo, o grupo menos experiente. Contudo, esses valores não se diferenciaram significativamente entre

os grupos para ambos os membros. Os valores de Fv relativos no salto unipodal ficaram entre 4 e 5 vezes o peso corporal das ginastas (Tabela 5.9).

Ao comparar as diferenças entre os membros no salto unipodal não foram encontradas diferenças significativas entre membro dominante e não dominante na força de reação vertical do solo relativa (Figura 5.8).

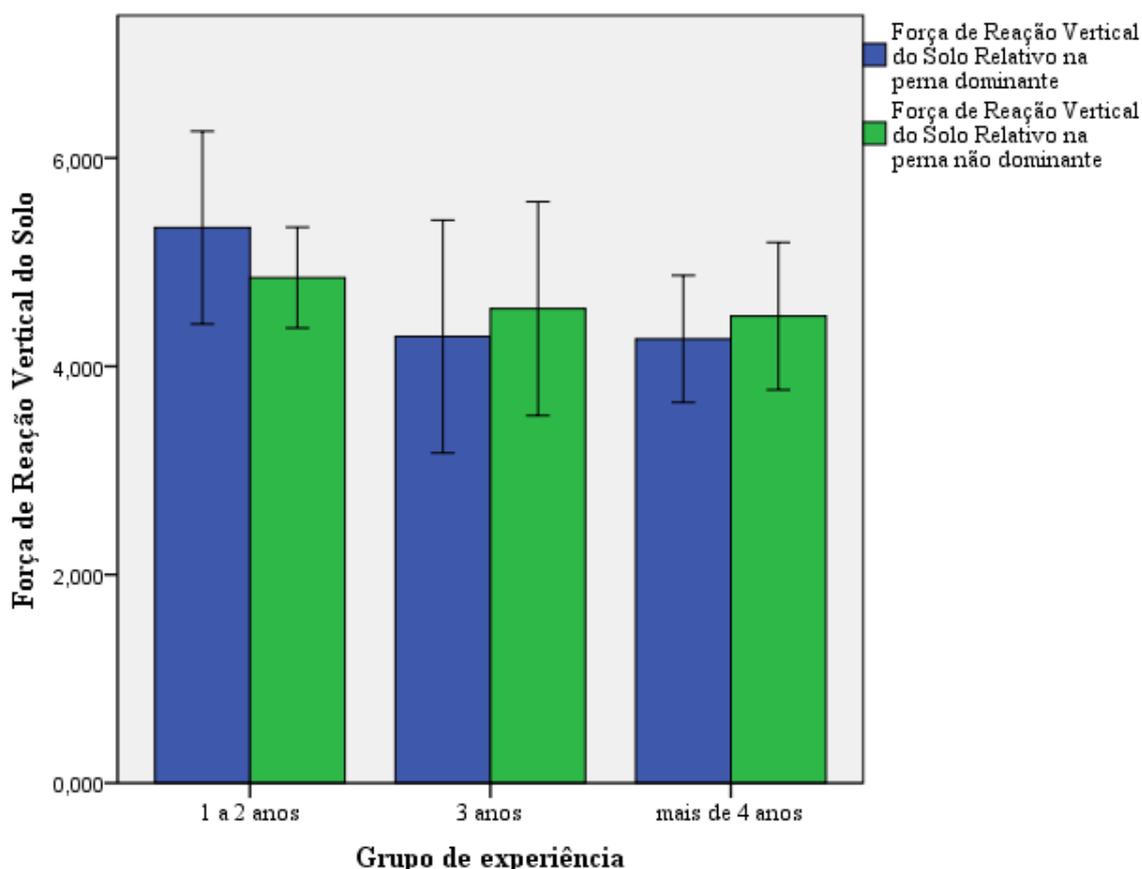


Figura 5.8 Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa nos saltos unipodal com membro dominante e não dominante de acordo com as categorias de experiência.

Analisando as relações entre as variáveis isocinéticas e cinéticas controlando pela experiência na ginástica, também não encontramos correlações

parciais significativas entre as variáveis de força muscular e força de reação do solo durante a aterrissagem.

Quanto à influência da experiência sobre as variáveis isocinéticas e da plataforma de força, assim como na variável dependente idade, encontramos correlação somente na variável Força de reação vertical do solo no salto unipodal com a perna dominante ($r = -0,461$, $p < 0,05$), demonstrado assim que, quanto mais experiente a ginasta, maior a capacidade dela de reduzir os valores da força de reação vertical do solo.

5.4. Variáveis isocinéticas e força de reação vertical do solo pela carga de treinamento de Ginástica

Na Tabela 5.10 são descritas as características dos sujeitos distribuídos de acordo com a carga de treinamento. A variável independente carga horária semanal de treino, foi definida por meio da quantidade de horas de treino das ginastas por semana. Esta variável apresenta uma certa fragilidade pois não tivemos acesso ao que era realizado nessas horas de treino e por isso, os resultados acerca desta variável devem ser analisadas com cuidado.

Podemos observar que a idade não varia entre os sujeitos de diferentes cargas de treinamento, sendo que não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos e também não se observou correlação significativa entre carga de treinamento e idade das ginastas.

Tabela 5.10 - Médias e desvios padrão das variáveis idade, peso, estatura, experiência e carga de treinamento dos participantes da pesquisa de acordo com as cargas de treinamento.

Categoria Carga treinamento	Carga de treinamento (h/s)	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Experiência (anos)
6 a 11h/s	9,81	10,63	36,01	140,00	2,63
N = 8	(1,19)	(1,92)	(10,12)	(10,58)	(1,77)
12 a 16h/s	14,41	11,55	39,20	146,24	3,00
N= 11	(1,83)	(1,14)	(9,89)	(11,57)	(1,34)
Mais de 20h/s	21,60	11,40	33,48	141,08	3,20
N= 5	(2,19)	(1,14)	(5,50)	(9,55)	(1,30)

Analisando ainda a Tabela 5.10, podemos notar que a experiência também não varia entre os diferentes grupos, sendo assim, sem diferença significativa entre os grupos.

A Tabela 5.11 mostra os valores do pico de torque relativo no quadríceps e nos isquiotibiais do membro dominante e não dominante e a razão isquiotibiais/quadríceps nos membros dominante e não dominante.

Tabela 5.11 – Médias e desvios padrão das variáveis do isocinético de acordo com a carga horária de treinamento.

Categoria Carga de Treinamento	PT/PC Quadríceps DO	PT/PC Quadríceps ND	PT/PC Isquios DO	PT/PC Isquios ND	Razão I/Q DO	Razão I/Q ND
6 a 11h/s	254,92	241,34	117,12	116,69	0,46	0,48
N = 8	(32,68)	(32,43)	(12,84)	(14,71)	(0,04)	(0,04)
12 a 16h/s	247,05	237,45	122,93	122,54	0,50	0,52
N= 11	(28,61)	(31,21)	(17,28)	(13,39)	(0,07)	(0,09)
Mais de 20h/s	271,14	260,44	133,16	122,50	0,49	0,51
N= 5	(23,15)	(17,18)	(22,25)	(22,19)	(0,07)	(0,10)

Legenda: PT – Pico de Torque, PC – Peso Corporal, DO – Dominante, ND – Não Dominante, I/Q – Isquiotibiais/Quadríceps.

Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em todas as variáveis avaliadas com o dinamômetro isocinético (Tabela 5.11). Também não foi observada correlação significativa entre carga de treinamento e força muscular isocinética, e entre carga de treinamento e a razão I/Q. Porém, é possível observar por meio da Figura 5.9 que para o pico de torque do quadríceps tanto no membro dominante quanto no membro não dominante o grupo com carga de treinamento de 6 a 11h/semanais apresentou valor de pico maior que o grupo de 12 a 16h/semanais. Esse resultado chama a atenção, por não ser esperado na pesquisa.

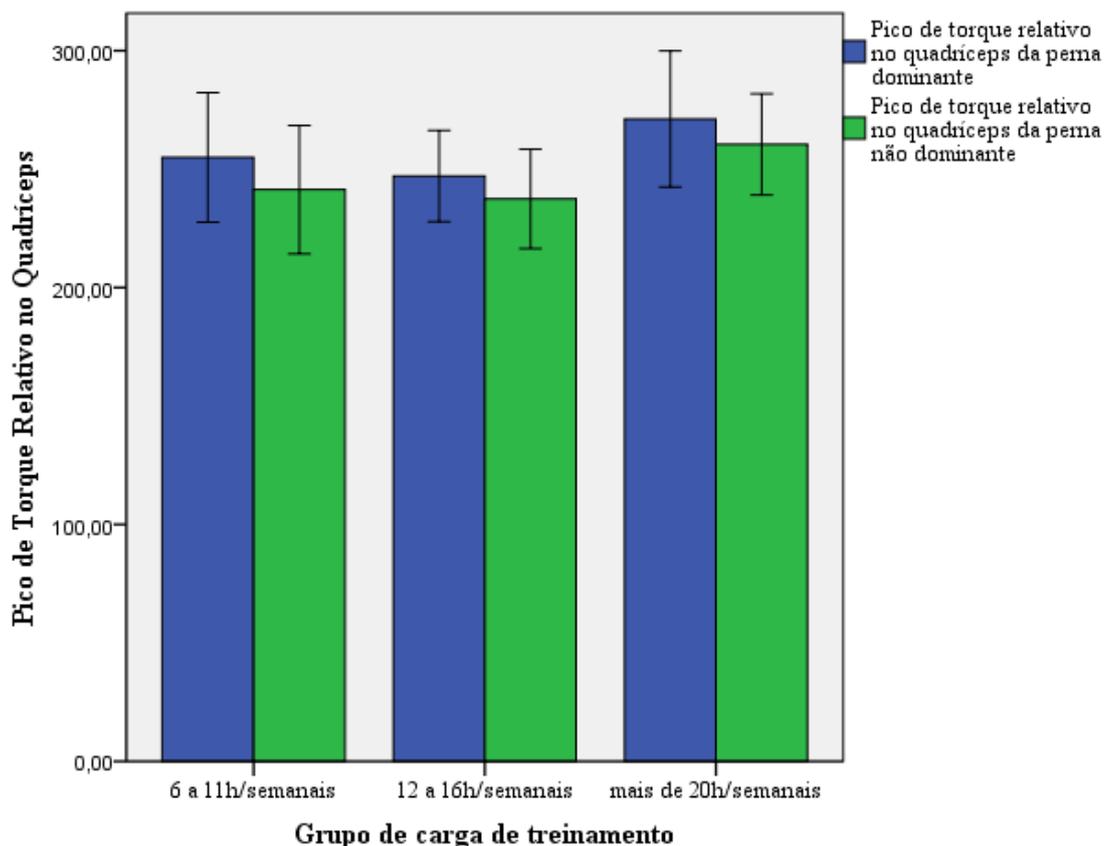


Figura 5.9 Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo do Quadríceps dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de carga horária de treinamento.

Na comparação entre os membros dentro dos mesmos grupos, também não encontramos diferenças significativas entre membro dominante e não dominante em todos os grupos, para todas as variáveis (Figura 5.10).

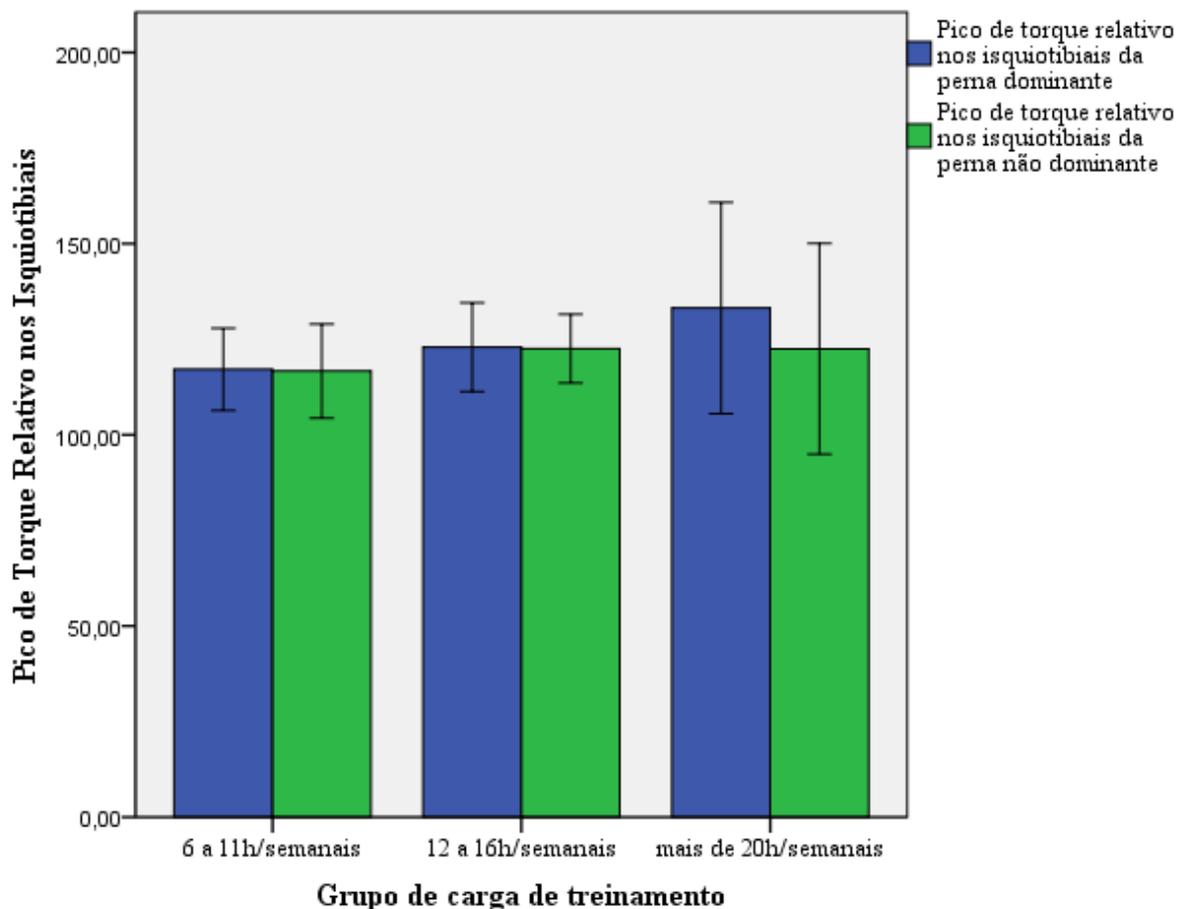


Figura 5.10 Médias e intervalos de confiança do Pico de Torque Relativo dos Isquiotibiais dos membros dominante e não dominante de acordo com as categorias de carga horária de treinamento.

A Tabela 5.12 a seguir apresenta os valores da força de reação vertical do solo relativo pelo peso corporal nos diferentes protocolos de salto e para os grupos de carga horária de treinamento.

Tabela 5.12 – Médias e desvios padrão da variável Força de reação vertical do solo Relativa nos protocolos de salto bipodal, unipodal dominante e unipodal não dominante de acordo com as categorias de carga de treinamento.

Categoria Carga de Treinamento	Fv/PC Salto Bipodal	Fv/PC Salto Unipodal DO	Fv/PC Salto Unipodal ND
6 a 11h/s	9,87	5,16	4,61
N = 8	(0,87)	(0,89)	(0,60)
12 a 16h/s	9,58	4,29	4,40
N= 8	(2,18)	(1,13)	(0,63)
Mais de 20h/s	11,42	4,32	5,36
N= 3	(0,58)	(0,41)	(0,98)

Legenda: Fv – Força de reação vertical do solo, PC – Peso Corporal, DO – Dominante, ND – Não Dominante.

Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para os três protocolos de salto (Tabela 5.12). Observando os valores brutos da força de reação após o salto bipodal podemos constatar que o grupo que apresentou o maior valor de Fv relativo foi o grupo com maior carga horária de treinamento, seguido pelo grupo de menor carga horária de treinamento e por último, o menor valor de Fv relativo foi o do grupo com carga de 12 a 16 h/semanais (Figura 5.11).

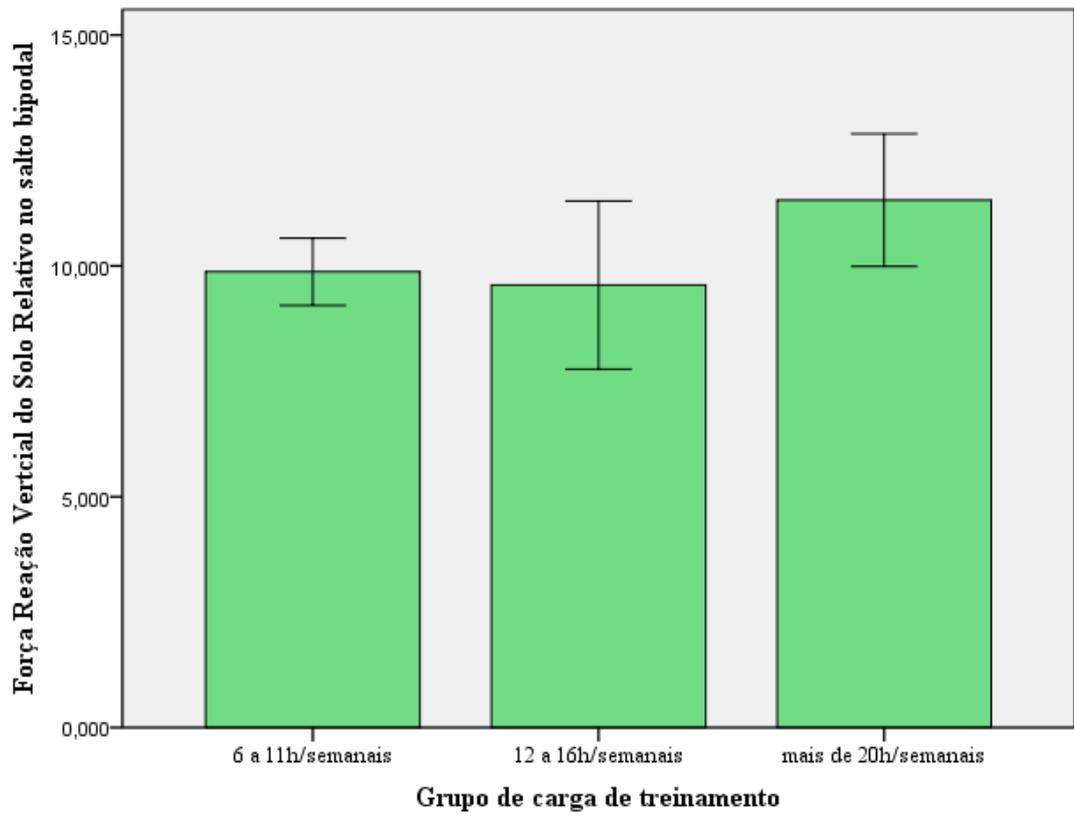


Figura 5.11 Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa no salto bipodal de acordo com a carga horária semanal de treino.

Quanto aos valores de Fv relativo no salto unipodal (Figura 5.12) observamos que o grupo de 12 a 16h/semanais de treinamento obteve os menores valores de força de reação vertical do solo, tanto no membro dominante quanto no membro não dominante. No entanto, os maiores valores de Fv foram diferentes de acordo com o membro com que a aterrissagem foi realizada. Para a aterrissagem com o membro dominante, o grupo com maior valor de Fv foi o grupo de menor carga horária de treinamento. E enquanto que na aterrissagem com o membro não dominante, o grupo de maior carga horária de treinamento apresentou o maior valor de pico de força de reação vertical do solo relativo. Só

foi encontrada uma tendência de diferença significativa para o grupo de 6 a 11h/semanais no valor de Fv entre os membros ($p=0,06$).

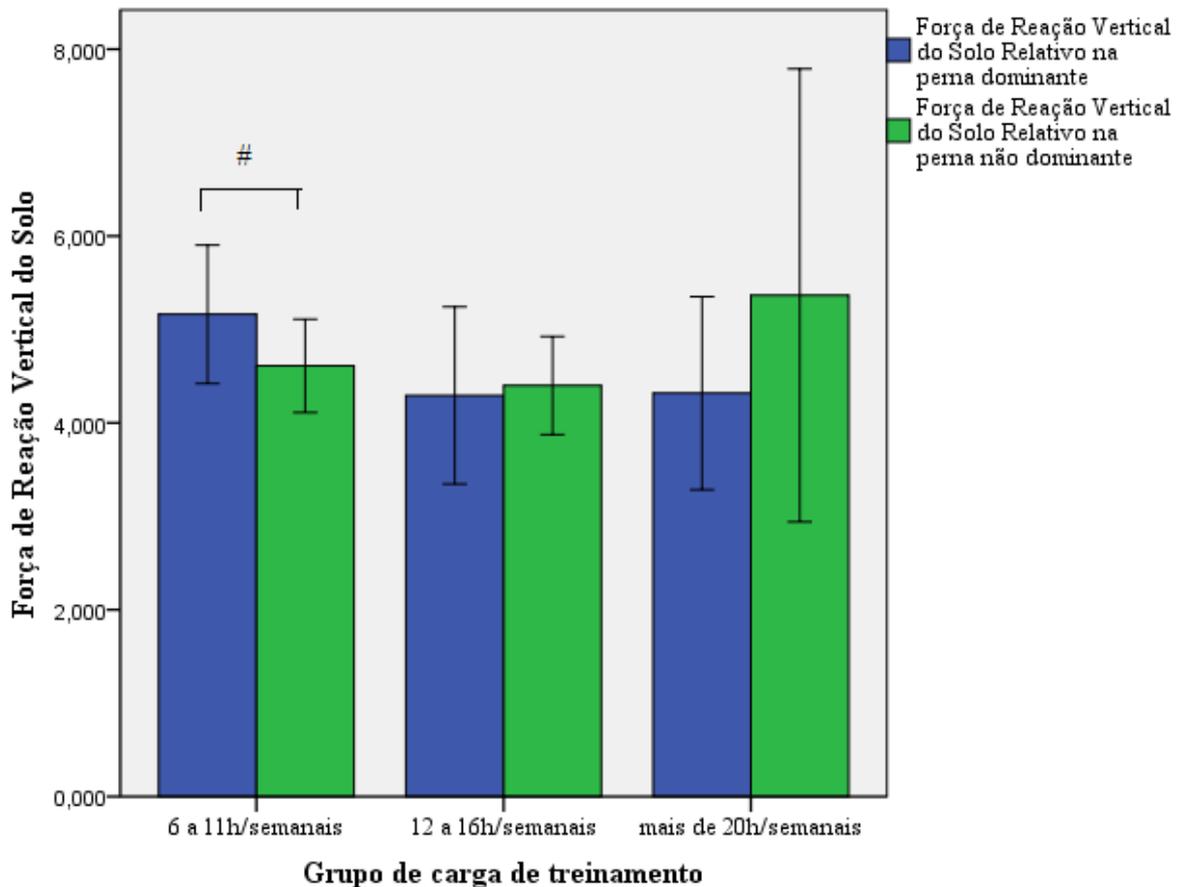


Figura 5.12 Médias e intervalos de confiança da Força de reação vertical do solo Relativa nos saltos unipodal com membro dominante e não dominante de acordo com a carga horária semanal de treino.

Legenda: # Tendência de diferença significativa.

A análise de correlação parcial entre as variáveis de pico de torque muscular e a força de reação vertical do solo não mostraram qualquer tipo de relação significativa entre essas variáveis quando controlada pela carga horária semanal de treinamento.

Na correlação entre carga de treino e as variáveis estudadas nessa pesquisa, encontramos uma tendência de correlação negativa entre carga de treinamento e Fv/PC na perna dominante ($r = -0,431$, $p = 0,06$).

5.5. Diferença Bilateral

Apresentamos agora duas variáveis que representam as diferenças musculares ou desequilíbrios musculares e que podem ser preditores de lesões nos membros inferiores. A diferença bilateral de Pico de Torque (DB_PT) é uma variável obtido por meio do dinamômetro isocinético e nos fornecem informações sobre o desequilíbrio muscular entre os membros inferiores. Essa variável é representada pela diferença existente entre o pico de torque da perna dominante menos o pico de torque da perna não dominante, dividida pelo pico de torque da perna dominante. Sendo assim, o equipamento nos fornece a diferença bilateral de força entre o quadríceps dominante e o quadríceps não dominante e a diferença de força entre os isquiotibiais dominante e não dominante. Esse valor é representado por uma porcentagem, e a literatura indica que diferenças maiores que 10% podem revelar um desequilíbrio muscular entre os membros e um potencial de lesão devido a esse desequilíbrio (FERREIRA, MACEDO, CARVALHO; 2008; LOPES et al., 2010).

A outra variável é a diferença bilateral na força de reação vertical do solo na aterrissagem (DB_Fv) que é a diferença entre a Fv observada durante o salto com a perna dominante e a perna não dominante, dividido pela Fv na perna dominante. Essa assimetria não é relatada na literatura, porém acreditamos ser importante descrever as características de absorção da Força de reação vertical do solo durante a aterrissagem entre o membro dominante e o membro não dominante.

Ao realizar as análises estatísticas observamos que essas duas variáveis alteram muito entre sujeitos do mesmo grupo e entre uma tentativa e outra do mesmo sujeito, gerando médias com desvios padrões grandes e desvios de normalidade, que dificultam a interpretação dos resultados. Desta forma, optamos por relatar as diferenças bilaterais de forma descritiva, escolhendo o valor correspondente a melhor tentativa em cada teste, ou seja, o menor valor de diferença bilateral observado. Sendo assim, podemos observar por meio da Figura 5.13 a distribuição de frequência dos valores de diferenças bilaterais do pico de torque para a extensão de joelho.

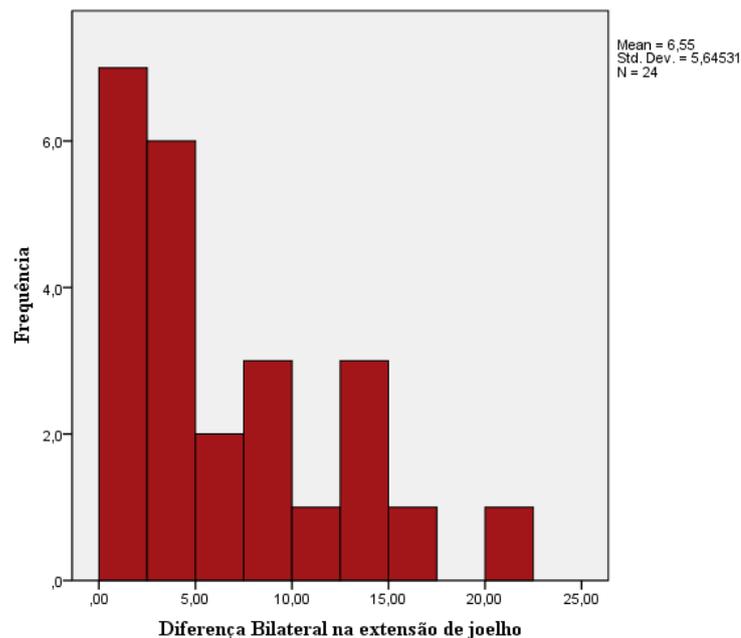


Figura 5.13 Distribuição de frequência dos valores de diferença bilateral do Pico de Torque na extensão de joelho para os participantes do estudo.

Notamos então que, dos 24 sujeitos analisados, seis apresentaram valores de diferença bilateral superior a 10%, representando assim, 25% dos sujeitos com risco de lesões devido à diferença de pico de torque muscular entre os músculos do quadríceps de perna dominante e da perna não dominante. E, sendo que desses seis sujeitos, cinco tinham o quadríceps dominante (perna dominante)

acima de 10% mais forte que o não dominante. Somente uma ginasta apresentou o quadríceps não dominante 15,2% mais forte que o quadríceps dominante (Figura 5.10).

Dentre as seis ginastas com desequilíbrio muscular, observamos por meio dos questionários de anamnese que quatro delas são da categoria infantil, uma da juvenil e uma da categoria pré-infantil. Quanto à experiência das ginastas, três delas tinham três anos de experiência, uma com quatro anos de treinamento, uma com dois anos e uma com apenas um ano de experiência. Em relação à carga de treinamento, os valores de horas/semanais variaram bastante, sendo que três delas treinavam entre 12 a 16 h/s, e as outras três treinavam de 6 a 11 h/s. Sendo assim, as variáveis do treinamento, experiência e carga horária semanal de treino, não são capazes de corrigir desequilíbrios ou colaborar para o seu aumento.

A ginasta que apresentou o maior desequilíbrio muscular no músculo extensor de joelho foi uma ginasta pré-infantil, com apenas 1 ano de experiência e que treinava 10 horas por semana.

Na Figura 5.14 temos a distribuição de frequência para os valores de diferença bilateral de pico de torque na flexão de joelho.

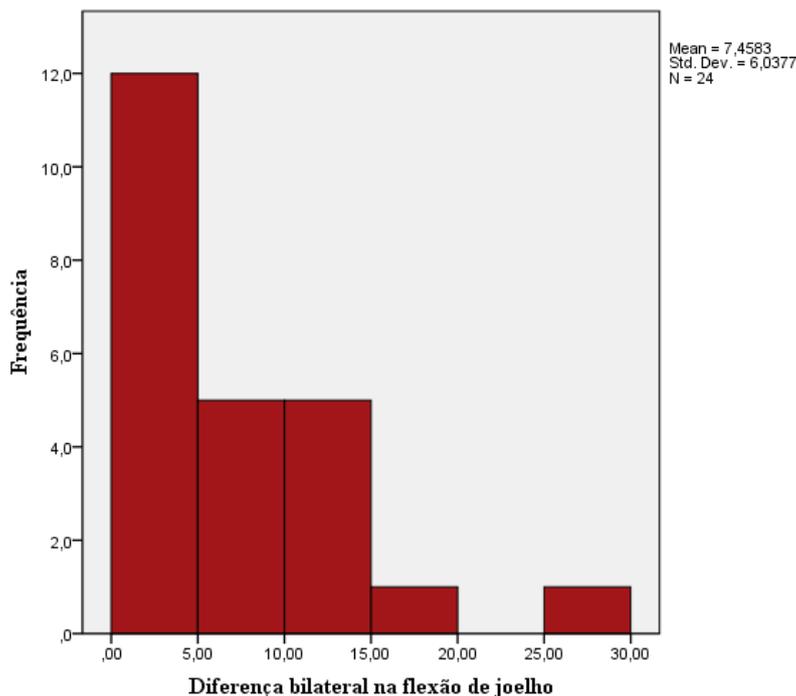


Figura 5.14 Distribuição de frequência dos valores de diferença bilateral do Pico de Torque na flexão de joelho para os participantes do estudo.

Na flexão de joelho, encontramos sete sujeitos com diferença de força entre os membros, dominante e não dominante, maiores que 10% representando, assim, quase 30% das ginastas com risco de lesão devido a esse desequilíbrio muscular nos músculos flexores. Neste caso, observamos que dentre os sete sujeitos com desequilíbrio, três são da categoria juvenil, dois da infantil e dois da pré-infantil. Em relação à experiência, constatamos que dois sujeitos tinham cinco anos de experiência, dois com três anos de treino, outros dois com dois anos, e uma ginasta tinha apenas um ano de experiência. Quanto à carga de treinamento, observamos que três ginastas treinavam 12,5 h/s, outras três treinavam por 16 horas na semana e apenas uma delas treinava 24 horas por semana.

A ginasta que apresentou maior valor de desequilíbrio nos flexores (26,70) também foi uma ginasta da categoria pré-infantil, porém com experiência de 5 anos e carga semanal de 12,5 horas por semana.

Dentre os sujeitos que apresentaram diferenças bilaterais no músculo extensor e nos flexores, encontramos um sujeito que apresentou diferença bilateral nos dois músculos. O sujeito número 23 da nossa amostra apresentou DB no quadríceps de 13,10 e DB nos isquiotibiais de 11,70, e possui as seguintes características: categoria infantil, 3 anos de experiência, 16h/semanais.

Não foi encontrado nenhum tipo de correlação entre as diferenças bilaterais e a idade de competição, experiência ou carga de treinamento para esse grupo de ginastas estudadas.

Quanto à diferença bilateral de Fv entre a perna dominante e a não dominante, temos descrito na Figura 5.15 a distribuição de frequência dos valores observados.

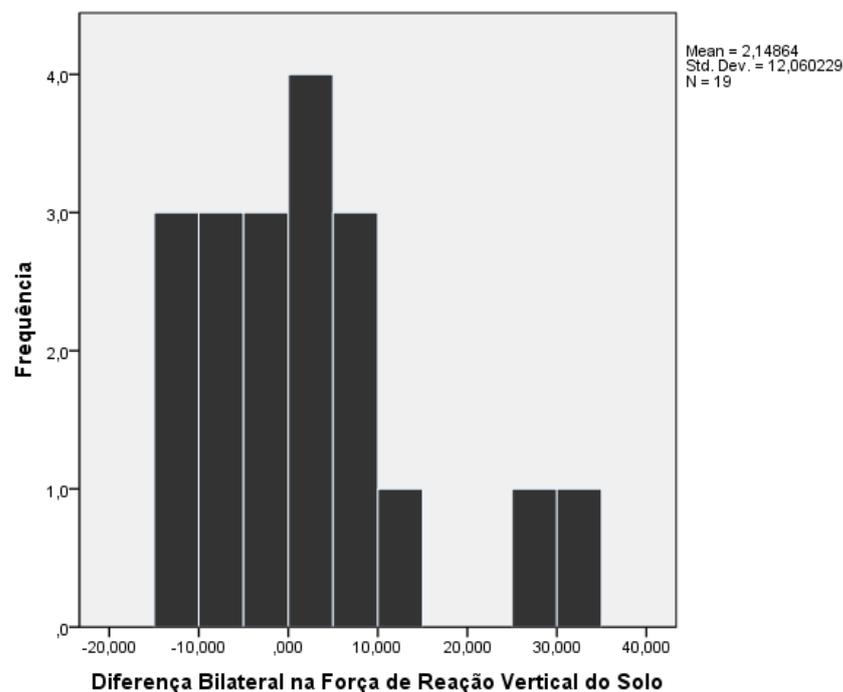


Figura 5.15 Distribuição de frequência dos valores de diferença bilateral na força de reação vertical do solo para os participantes do estudo.

De acordo com a Figura 5.15, podemos observar que nove sujeitos apresentaram valores negativos de DB_Fv, ou seja, nesses sujeitos a Fv foi maior no membro não dominante. Porém, essa diferença parece relativamente baixa, pois ficou entre 0% e 10% de DB. As demais ginastas (n = 10) tiveram a DB_Fv positiva, e absorveram mais força de reação vertical solo com o membro dominante.

Verificamos que a grande maioria das ginastas apresentou valores de DB entre 0% e 10% (n = 16) e apenas três ginastas tiveram DB_Fv maiores que 10%.

6. DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa são discutidos e comparados neste capítulo com as informações disponíveis na literatura sobre o tema estudado.

6.1. Características das Ginastas

A idade média das 24 ginastas que compuseram a amostra desse estudo foi de 11,21 (1,56) anos e, em média, elas treinavam ginástica há 2,92 (1,44) anos. Para essa média de idade, o tempo de experiência dessas ginastas é relativamente baixo, pois sabemos que segundo pesquisas, ginastas costumam ingressar num programa de treinamento por volta dos 5 ou 6 anos de idade (SCHAVION, 2009). Isso nos mostra que as ginastas avaliadas nessa pesquisa tiveram sua iniciação na ginástica mais tarde que normalmente observado em ginásios do Brasil e do mundo (ZAKHAROV; GOMES, 2003; TSUKAMOTO; NUNOMURA, 2005). E, talvez, isso tenha influenciado alguns dos resultados que serão analisados a seguir.

Quanto à carga horária de treinamento, encontramos que as ginastas treinam, em média, 14,37 (4,62) horas por semana. Essa carga horária é compatível com informações encontradas na literatura. Readhead (2011), em seu guia sobre treinamento de GA, nos traz algumas recomendações. Para o autor, ginastas com idade entre 5 e 6 anos devem treinar de 1 a 4 horas por semana. Com 7 a 9 anos de idade, recomenda-se que elas treinem de 10 a 12 horas. A partir dos 10 anos de idade até os 13, elas podem treinar até 15 horas por semana; entre os 14 e 15 anos de idade elas já devem treinar até 20 h/s, e acima dos 16 anos de idade, as ginastas devem apresentar uma carga horária de treino de 25 a 30 h/s. Seguindo essas recomendações, observamos que as ginastas avaliadas no presente estudo, estão dentro do recomendado de acordo com a idade média encontrada.

6.2. Torque Muscular e Desequilíbrios Musculares.

Os poucos estudos localizados sobre avaliação isocinética em atletas crianças e adolescentes, especialmente na ginástica e em atletas do sexo feminino, dificultaram a comparação entre os valores encontrados em nosso estudo. Por isso, consideramos importante descrever o que foi observado nesse estudo, especialmente pela falta de outros estudos que tenham avaliado a força muscular isocinética em ginastas com esta faixa etária.

Além disso, diferenças nos protocolos experimentais e na forma como os resultados foram relatados também dificultou a comparação com outros estudos.

Os valores encontrados para o pico de torque na extensão de joelho em ginastas com idade entre 9 e 15 anos foram de $254,69 \pm 29,34$ para o membro dominante e $243,54 \pm 29,60$ para o membro não dominante. Esses foram superiores aos encontrados em estudo feito com atletas de basquetebol portuguesas com idade entre 18 e 25 anos (FERREIRA; MACEDO; CARVALHO, 2008). Os valores encontrados para essa população foram de $242,6 \pm 34,7$ e $234,2 \pm 37,5$ para membro dominante e não dominante respectivamente.

Nos músculos isquiotibiais, as ginastas desse estudo obtiveram resultados de pico de torque relativo menores que as jogadoras portuguesas de basquetebol. Enquanto que as ginastas apresentaram valores para membro dominante e não dominante de $123,12 \pm 17,34$ e de $120,58 \pm 15,41$, respectivamente, as jogadoras de basquetebol tiveram um pico de torque de $134,4 \pm 21,7$ para o membro dominante e de $133,5 \pm 23,1$ para o membro não dominante.

Isso nos mostra que apesar da diferença de idades dos grupos e levando em consideração os diferentes esportes praticados, as ginastas brasileiras com idade entre 9 e 15 anos apresentam valores maiores de pico de torque relativo no quadríceps do que jogadoras de basquete portuguesas com idade entre 18 e 25

anos. Nos músculos isquiotibiais, as jogadoras de basquetebol parecem ser superiores às ginastas desse estudo.

Esse mesmo fato pôde ser observado em estudo com ginastas masculinos e jogadores franceses de futebol com idade entre 15 e 21 anos. Em avaliação isocinética a 60°/s, os pesquisadores encontraram que os jogadores de futebol foram significativamente superiores aos ginastas nos músculos flexores de joelho. Mas, não houve diferença significativa para os músculos extensores do joelho. As possíveis explicações para o fato são diferenças de treinamento, sendo que talvez exista um treinamento mais específico para a musculatura dos membros inferiores em jogadores de futebol desde os centros de formação de base, enquanto que na ginástica esse fortalecimento seja de forma generalizada para o corpo todo e por isso os isquiotibiais sejam esquecidos ou não fortalecidos o suficiente (BERNARD; AMATO, 2009).

Nossos resultados demonstraram diferença significativa na força muscular entre quadríceps e isquiotibiais do mesmo membro, corroborando com estudo de Russel et al. (1995). Esses autores compararam a força muscular entre quadríceps e isquiotibiais no dinamômetro isocinético a 90°/s e 230°/s em 84 ginastas canadenses masculinos com idade entre 12 e 27 anos, divididos em 4 grupos. Eles encontraram que o quadríceps foi capaz de gerar maior pico de torque em comparação com os isquiotibiais, em todos os níveis de idade e em ambas as velocidades de contração ($p < 0,001$). Isso sugere que os músculos isquiotibiais de ginastas masculinos de elite e ginastas femininas regionais seja relativamente mais fraco que os quadríceps, e que isso se mantém em diferentes velocidades.

Esse desequilíbrio muscular entre quadríceps e isquiotibiais é representado na literatura pela razão I/Q, que é a razão entre o pico de torque nos isquiotibiais e o pico de torque no quadríceps. Na literatura, valores inferiores a 0,6 na razão I/Q

aumentam o potencial de ocorrência de lesão (AAGAARD et al., 1998; DVIR, 2002; FERREIRA, MACEDO, CARVALHO; 2008; LOPES et al., 2010), e esse foi o valor utilizado como referência em nosso estudo.

Nossas ginastas apresentaram valores médio de razão I/Q de $0,51 \pm 0,07$ para membro dominante e $0,48 \pm 0,06$ para membro não dominante. Os valores de razão I/Q para o membro dominante variou de 0,40 a 0,65, sendo que das 24 ginastas apenas três ginastas tiveram razão I/Q igual ou superior a 0,60, demonstrando que 87,5% das ginastas apresenta risco de lesão no membro dominante.

Para o membro não dominante, a razão I/Q variou de 0,37 a 0,70, sendo que para esse membro, apenas duas ginastas obtiveram razão I/Q superior a 0,60, representando assim, 91% das ginastas com risco de lesão nos membros inferiores.

Constatamos então, que cerca de 90% das ginastas avaliadas nessa pesquisa apresentam risco de lesão de membros inferiores devido ao desequilíbrio muscular entre quadríceps e isquiotibiais. Os baixos valores de razão I/Q parece ter forte relação com o pico de torque nos isquiotibiais, pois encontramos uma forte correlação entre o pico de torque nos isquiotibiais e os valores de razão I/Q tanto para a perna dominante ($r = 0,632$, $p = 0,001$) quanto para a perna não dominante ($r = 0,563$, $p < 0,005$). Isso nos indica que a razão I/Q é mais influenciada pela força que o ginasta consegue impor durante a flexão de joelho.

Buchanan e Vardaxis (2003) propõem que talvez a diferença de força muscular relativa nos isquiotibiais versus a força relativa dos quadríceps possa ser explicada pelo fato de após a puberdade as meninas usarem diferentes estratégias coordenativas de ativação muscular, exigindo mais do músculo quadríceps. Outros estudos também mostram que mulheres atletas tendem a ter

quadríceps da perna dominante mais forte que o da não dominante. E, por isso, os isquiotibiais são ignorados, influenciando assim, nos menores valores encontrados de razão I/Q para essa população, quando comparadas com mulheres não atletas (HEWETT et al., 1999).

Russel et al. (1995) encontraram valores de razão I/Q variando de 0,48 a 0,54 em ginastas masculinos de elite canadenses com idade entre 12 e 27 anos de idade. Para os autores, ginastas masculinos também possuem os isquiotibiais mais fracos que o quadríceps. Bernard e Amanto (2009) encontraram valores de razão I/Q entre 0,63 e 0,75 para o membro dominante e de 0,61 e 0,69 para o membro não dominante, e constataram uma relação forte negativa entre a idade e a razão I/Q no membro não dominante em ginastas masculinos franceses com idade entre 15 e 21 anos. Esses foram os únicos estudos encontrados que avaliaram a razão I/Q em ginastas.

Em nosso estudo, não foi encontrada relação entre a idade, a experiência e a carga horária semanal de treino com a razão I/Q nas ginastas avaliadas. No entanto, pudemos observar que os valores médios de razão I/Q foram inferiores a 0,60 em todas as idades, níveis de experiência e carga horária de treinamento. O fato demonstra que treinadores e preparadores físicos devem se preocupar em desenvolver programas de prevenção de lesões com ênfase no fortalecimento dos isquiotibiais em ginastas femininas de todas as idades competitivas, níveis de experiência e horas de exposição nos treinamentos.

Em relação aos resultados encontrados para os valores de pico de torque entre os fatores de risco (idade competitiva, experiência e carga horária), foi encontrada relação entre força muscular e idade para ambos os músculos, extensores e flexores, e ambos os membros, com a única exceção dos isquiotibiais não dominante. Isso revela que, à medida que as ginastas vão ficando mais velhas, mais forte elas se tornam.

Quanto à idade, vários outros estudos encontraram resultados similares aos nossos, mas em populações diferentes. Bernard e Amanto (2009) encontraram uma forte influência da idade na força muscular isocinética na extensão e flexão de joelho do membro não dominante em jogadores de futebol, e na extensão do membro não dominante em ginastas masculinos entre todos os grupos de idade (> 15 anos, >18 anos e >21 anos). Em nossos resultados, as principais diferenças observadas entre o pico de torque em diferentes idades foram observadas entre as ginastas mais novas (pré-infantis – 9 e 10 anos) e as ginastas mais velhas (juvenis – 13 aos 15 anos) na extensão de perna dominante e não dominante e na flexão da perna dominante. Entre as ginastas infantis (11 e 12 anos) encontramos apenas uma tendência de diferença significativa na extensão da perna dominante.

Barber-Westin, Noyes e Galloway (2006) encontraram um aumento significativo no pico de torque na extensão de joelho em 853 atletas femininas dos 9 aos 13 anos de idade, sendo que a partir do 13 anos não foram encontradas diferenças significativas até os 17 anos de idade. Para a flexão de joelho, o aumento do pico de torque apresentou intensidade menor, porém, ainda significativo dos 9 aos 11 anos de idade, sem diferença significativa dos 11 até os 17 anos.

Em atletas femininas de voleibol com idade entre 9 e 18 anos, foi observado que na extensão de joelho, as atletas mais velhas foram sempre mais fortes que as mais jovens em duas velocidades de contração, 60°/s e 90°/s. No entanto, a força muscular isocinética na flexão de joelho não foi avaliada no estudo (SCHINEIDER; BENETTI; MEYER, 2004).

Buchanan e Vardaxis (2003) encontraram que jogadoras de basquete com idade entre 15-17 anos eram 22,9% mais fortes na flexão de joelho dominante e 21,1% mais fortes na flexão não dominante que as jogadoras com idade entre 11-13 anos. As diferenças entre as idades não interagiram significativamente com o

pico de torque nos isquiotibiais. No pico de torque do quadríceps, não houve diferenças significativas entre as idades.

Holm e Vollestad (2008) demonstraram em seu estudo com crianças e adolescentes com idade entre 7 e 12 anos que o fator idade é um preditor da força muscular isocinética, tanto na flexão quanto na extensão de joelho a 60°/s. Eles encontraram que na extensão 64% da força muscular pode ser explicada pela idade dos sujeitos, enquanto que na flexão de joelho, 69% pode ser explicado pela idade.

Para a experiência e a carga horária de treinamento, parece não haver relação significativa com a quantidade de força muscular que as ginastas conseguem realizar nos músculos extensores e flexores do joelho. Isso talvez possa ser explicado pelo fato dos subgrupos não diferirem significativamente no tempo de experiência e na carga horária semanal de treino. Em outras palavras, as diferenças de anos de experiência e carga horária de treino entre as ginastas de diferentes subgrupos não foram capazes de gerar modificações expressivas na força muscular de extensão e flexão de joelho, no grupo avaliado nesse estudo.

Portanto, os resultados nos mostram que em relação à força muscular de extensores e flexores de joelho, o grau maturacional exerce um efeito maior sobre o desenvolvimento da força, do que outras variáveis associadas ao treinamento da ginástica como a experiência e a carga horária semanal, no contexto desse estudo.

Na comparação da força muscular entre membro dominante e não dominante e quando considerado o grupo de ginastas avaliadas, encontramos diferença significativa no quadríceps, sendo o membro dominante significativamente mais forte que o membro não dominante. Nos músculos isquiotibiais não foram encontradas diferenças entre os membros. Quando comparados os membros dentro dos subgrupos de fatores de risco, observamos

que o membro dominante foi sempre mais forte do que no membro não dominante. Porém, as diferenças significativas só foram observadas para as ginastas infantis na extensão e na flexão de joelho e, nas ginastas com 3 anos de experiência, na flexão de joelho.

Na literatura, as comparações de força entre membro dominante e não dominante em crianças e adolescentes ainda é escasso e foram poucos os estudos encontrados para podermos comparar com nossos resultados.

Barber-Westin, Noyes e Galloway (2006), não encontraram nenhum efeito da dominância de membros inferiores na força muscular em jovens atletas com idade entre 9 e 17 anos.

Entre adultos, segundo McCurdy e Langford (2005), a grande maioria dos estudos que compararam a força entre membros não encontraram diferenças entre o lado dominante e não dominante. Em seu estudo com homens e mulheres, os autores também não encontraram diferença significativa entre a perna dominante e não dominante em teste de 1 RM adaptado em agachamento unilateral. Rosene, Fogarty e Mahaffey (2001) também não encontraram diferença entre membro dominante e não dominante em homens e mulheres atletas com idade média de $19,3 \pm 1,32$ anos em teste isocinético.

Ferreira et al. (2010) observou maior valor de pico de torque relativo na extensão de joelho na perna não dominante quando comparada com a dominante a $60^\circ/s$ em jogadores de futsal com idade média de $27,1 \pm 3,6$ anos.

Os desequilíbrios bilaterais (DB) na força muscular isocinética observadas em nosso estudo revelaram que 25% das ginastas estudadas possuíam desequilíbrio bilateral superior a 10% no músculo quadríceps, e 30% dessas possuíam desequilíbrio bilateral nos isquiotibiais. Dentre essas ginastas que apresentaram risco de lesões nos membros inferiores por desequilíbrios musculares entre os membros, encontramos ginastas de todas as categorias de

idade, tempo de experiência na ginástica e carga horária semanal de treinamento. Sendo assim, não foi encontrado qualquer tipo de relação entre idade, experiência e carga horária semanal de treinamento na ginástica com as diferenças bilaterais de força nos músculos avaliados.

Esse fato sugere que, talvez, essa variável seja afetada por outros fatores externos, e por isso, treinadores e profissionais da saúde que trabalham com atletas devem se preocupar em avaliar os possíveis fatores de risco de lesão em todos os níveis do treinamento, idades de competição e tempo de prática esportiva.

Estudos anteriores realizados com jogadores de futebol com idade entre 15 e 26 anos demonstraram que 72% dos atletas com desequilíbrio muscular reportaram um histórico de lesões nos membros inferiores (LEHANCE et al., 2009). Croiser et al. (2008), também com jogadores de futebol profissional do Brasil, Bélgica e França, identificaram que os jogadores que não apresentavam desequilíbrio bilateral na pré-temporada, apresentaram uma incidência de 4,1% de lesões nos membros inferiores. Os jogadores com desequilíbrio bilateral na pré-temporada e que não foram tratados, tiveram uma incidência de 16,5% de lesões, enquanto que aqueles que foram tratados apresentaram 5,7% de lesões em comparação com as temporadas anteriores.

6.3. Força de reação vertical do solo

Nessa seção discutiremos sobre a força de reação vertical do solo encontrada em nosso estudo e compararemos com valores observados em outros estudos com atletas.

Em nosso estudo, o valor médio da força de reação vertical do solo no salto Bipodal foi de $10,0 \pm 1,61$ vezes o peso corporal das ginastas avaliadas. Quando analisados os valores de Fv/PC entre os grupos de risco (idade,

experiência e carga de treinamento), encontramos magnitudes de força entre 9,48 (1,86) e 11,42 (0,58), sendo que não foram encontradas diferenças significativas entre os subgrupos, tanto para a idade de competição, quanto para a experiência e a carga de treinamento.

Esses valores encontram-se dentro do observado em estudos feitos com ginastas, em que os valores até hoje registrados foram de 3,9 a 14,4 vezes o peso corporal das ginastas (McNITT-GRAY, 1993).

McNitt-Gray (1993) observou que durante a aterrissagem de um duplo mortal para trás as ginastas podem ter que suportar uma força de reação vertical do solo de 8,8 a 14,4 vezes o peso corporal. No nosso estudo, as ginastas avaliadas realizaram um protocolo de salto controlado laboratorialmente, ou seja, saltaram de um caixa de 60 cm de estatura para a plataforma de força, e foi registrada uma força média de 10 vezes o peso corporal das ginastas, um valor relativamente alto para um salto simples quando comparado com um duplo mortal para trás.

Esse valor alto de F_v/PC durante o “Land and Stop” observado nesse estudo talvez possa ter acontecido devido à pouca experiência das ginastas como constatado anteriormente. Estudos têm mostrado que a experiência esportiva, em conjunto com o ensino correto da técnica de aterrissagem, podem auxiliar na minimização da magnitude das forças de reação do solo que atuam sobre o sistema musculoesquelético e, conseqüentemente, podem gerar menor número de lesões (MANN 2010, MARINSEK, 2010, NUNOMURA, 2002, HOFFMAN; LIEBERMANN; GUSIS, 1997; McNAIR; PRAPAVESSIS; CALLENDER, 2000). Não foi possível observar esse fenômeno em nosso estudo.

Talvez, a experiência na ginástica só tenha relação com a redução das forças de reação do solo durante a aterrissagem quando é acompanhada do correto treinamento da técnica de aterrissagem, ou seja, o tempo de treinamento em

anos, isoladamente, não é capaz de gerar diminuição na absorção das forças de aterrissagem.

Vários estudos sugerem que o ensino sistemático da técnica de aterrissagem possa reduzir o número de lesões, pois seria capaz de reduzir as cargas impostas ao corpo durante uma aterrissagem (MANN 2010, MARINSEK, 2010, NUNOMURA, 2002, HOFFMAN; LIEBERMANN; GUSIS, 1997).

Os valores de Fv/PC no salto unipodal registrados para as ginastas foram de 4,66 vezes o peso corporal para a perna dominante, e 4,64 vezes o peso corporal para a perna não dominante. Quando analisados separadamente, dentro dos fatores de risco, encontramos valores de Fv/PC entre 4,26 (0,58) e 5,35 (0,67) para o membro dominante e de 4,48 (0,67) a 5,36 (0,98) para o membro não dominante.

Ao comparar os valores de Fv/PC entre os subgrupos, dentro dos fatores de risco, encontramos que, tanto para a perna dominante quanto para a perna não dominante, as ginastas da categoria de competição Pré-infantil e com experiência de 1 a 2 anos de treinamento apresentaram os maiores valores que as ginastas mais velhas e mais experientes.

A partir dos resultados encontrados para o salto unipodal, podemos perceber que as ginastas mais velhas e mais experientes são capazes de aterrissar absorvendo mais força de reação do solo com a perna dominante. O mesmo fato não foi observado na perna não dominante. Devido à escassez de estudos que comparem a força de reação do solo entre membros, não temos dados para comparar com os resultados encontrados em nosso estudo.

Quanto aos valores de Fv/PC entre os membros, dominante e não dominante, observamos que a maioria dos subgrupos de ginastas não corrobora as nossas hipóteses iniciais de que as ginastas seriam capazes de absorver mais força de

reação do solo com o membro dominante quando comparado com o membro não dominante. Como não foram encontradas diferenças significativas entre membro dominante e não dominante, na força de reação vertical do solo, podemos concluir que as ginastas de todos os subgrupos estão aterrissando com forças similares entre os membros, e por isso, podem estar com menor risco de lesões devido a diferenças bilaterais na técnica de absorção das forças de impacto durante a aterrissagem.

Também não encontramos correlação significativa entre as variáveis da força muscular e os desequilíbrios com os valores de força de reação vertical do solo relativa. Então, talvez a força muscular não seja um fator determinante na capacidade da ginasta de diminuir o tamanho do impacto da força de reação do solo. E, talvez, outras variáveis como o equilíbrio, a estabilidade das articulações, a postura corporal, entre outras, possam ter mais influência sobre a magnitude da carga imposta ao corpo durante a aterrissagem (LLOYD; ACKLAND; COCHRANE, 2009).

Corroborando com essa teoria, Myer et al. (2006), encontraram que após um programa de treinamento neuromuscular, o grupo que passou por um treinamento com foco na estabilização dinâmica de membros inferiores e no treinamento do equilíbrio foi capaz de reduzir significativamente as forças de reação do solo durante aterrissagem num pé só, quando comparado com um grupo de treinamento com foco nos exercícios pliométricos, sendo que ambos os grupos aumentaram a força isocinética igualmente.

Desta forma, fica demonstrado que os exercícios de estabilização dinâmica e equilíbrio talvez sejam mais importantes para melhorar as estratégias de absorção das forças de impacto do que os exercícios pliométricos e de força muscular isoladamente.

7. CONCLUSÕES

No presente estudo foi possível detectar que atletas de ginástica com idade entre 9 e 15 anos podem estar em grande posição de risco devido aos desequilíbrios musculares entre músculos agonistas e antagonistas na extensão e na flexão de joelho.

Ginastas apresentaram os músculos isquiotibiais mais fracos que os músculos quadríceps desde as categorias de base, e por isso treinadores e preparadores físicos que trabalham com esse grupo devem atentar-se para o fortalecimento dos músculos isquiotibiais, a fim de diminuir tais desequilíbrios.

Quanto aos desequilíbrios entre membros, podemos concluir que, apesar de menos da metade das ginastas apresentarem desequilíbrios maiores do que 10%, ainda devemos nos preocupar em detectar esses desequilíbrios e promover programas de prevenção de lesões diretamente relacionados aos desequilíbrios existentes.

Em relação à força muscular dos músculos extensores e flexores de joelho, o grau maturacional parece exercer um efeito maior sobre o desenvolvimento da força, do que outras variáveis associadas ao treinamento da ginástica como o tempo de prática em anos e a carga horária semanal, no contexto do presente estudo. Porém, sugere-se que estudos futuros que avaliem as variáveis experiência e carga horária semanal de treino procurem formar grupos com maiores diferenças nos anos de treinamento e nas horas de treino para que os grupos não fiquem tão homogêneos como os da presente pesquisa.

Encontramos que os valores de força de reação vertical do solo em jovens ginastas são similares aos valores encontrados em ginastas de maior nível competitivo, e quando realizam movimentos acrobáticos complexos. A ausência de relação entre a absorção das forças de aterrissagem e a idade de competição, experiência e carga horária semanal de treinamento nos demonstra que o ensino

da técnica da aterrissagem pode ser uma ferramenta importante na diminuição dessas forças de impacto e, conseqüentemente, na prevenção de lesões nos membros inferiores.

As jovens atletas de ginástica avaliadas neste estudo parecem estar utilizando estratégias de aterrissagem similares entre os membros, dominante e não dominante. Porém, treinamentos que utilizem exercícios unilaterais de aterrissagem são fundamentais para prevenir futuros desequilíbrios entre os membros.

Treinadores e preparadores físicos de ginastas também devem observar que a força muscular de membros inferiores, quando analisada isoladamente, não possui relação direta com a diminuição das magnitudes das forças de impacto durante a aterrissagem. Sendo assim, outras variáveis como, estabilização dinâmica, equilíbrio, postura corporal, entre outras, devem ser utilizadas em conjunto com o fortalecimento muscular em programas voltados para a prevenção de lesões.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAGAARD, P. et al. A new concept for isokinetic hamstring:quadriceps muscle strength ratio. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 2, p. 231-237, 1998.
- AMARAL, L.; SANTOS, P.; FERREIRINHA, J. Caracterização do perfil lesional em ginástica artística feminina: Um estudo prospectivo das ginastas portuguesas de competição ao longo de uma época desportiva. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v. 9, p. 43-51, 2009.
- BARBER-WESTIN, S. D.; NOYES, F. R.; GALLOWAY, M. C. Jump-Land characteristics and muscle strength development in young athletes. A gender comparison of 1140 athletes 9 to 17 years old. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 3, p. 375-384, 2006.
- BERNARD, P. L.; AMATO, M. Influence de la pratique sportive et l'âge sur les adaptations musculaires du genou: application au football et à la gymnastique. **Science & Sports**, v. 24, p. 173-177, 2009.
- BUCHANAN, P. A.; VARDAXIS, V. G. Sex-related and age-related differences in knee strength of basketball players ages 11-17 years. **Journal of Athletic Training**, v. 38, n. 3, p. 231-237, 2003.
- CAINE, D. et al. A three-year epidemiological study of injuries affecting young female gymnasts. **Physical Therapy in Sport**, v. 4, p. 10–23, 2003.
- CAINE, D.; NASSAR, L. Gymnastics Injury. **Medicine Sports Science** v. 48, p. 18–58, 2005.
- CASTIGLIA, P. T. Sports injury in children. **Journal of pediatric health care**, v. 9, p. 32-33, 1995.
- CHAPPELL, J. D. et al. Kinematics and Electromyography of landing preparation in vertical stop-jump. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 2, p. 253-241, 2007.
- CROISIER, J. et al. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 8, p. 1469-1475, 2008.
- DAVID, A. C. **Aspectos Biomecânicos do andar em crianças: cinemática e cinética**. 2000. 157 f. Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

- DECKER, M. J. et al. Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics, and energy absorption during landing. **Clinical Biomechanics**, v. 18, p. 662-669, 2003.
- DIXON, M.; FRICKER, P. Injuries to elite gymnasts over 10 years. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 25, n. 12, p. 1322-1329, 1993.
- DVIR, Z. Isocinética. Avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas. São Paulo: Manole. 2002.
- FERREIRA, A. P. et al. Avaliação do desempenho isocinético da musculatura extensora e flexora do joelho de atletas de futsal em membro dominante e não dominante. **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**, v. 32, n. 1, p. 229-243, 2010.
- FERREIRA, S.; MACEDO, R.; CARVALHO. Avaliação Isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho em atletas de basquetebol feminino da Região Norte. **Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto**, v. 2, n. 2, p. 30-38, 2008.
- FORD, K. R.; MYER, G. D.; HEWETT, T. E. Valgus Knee Motion during Landing in High School Female and Male Basketball Players. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 35, n. 10, p. 1745-1750, 2003.
- GEORGE, G. S. **Championship Gymnastics**. Biomechanical techniques for shaping winners. 1 ed. Carlsbad, California: Designs for Wellness Press. 2010. 280 p.
- HEWETT, T. E. et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 33, n. 4, p. 492-501, 2005.
- HEWETT, T. E. et al. The effect of a neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: a prospective study. **American Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 6, p. 699-706, 1999.
- HOFFMAN, J. R.; LIEBERMANN, D.; GUSIS, A. Relationship of leg strength and power to ground reaction forces in both experienced and novice jump trained personnel. *Aviation, space and environmental medicine*, v. 68, n. 8, p. 710-714, 1997. SHYNIA, 2011.
- HOLM, I.; VOLLESTAD, N. Significant effect of gender on hamstring-to-quadriceps strength ratio and static balance in prepubescent children from 7 to 12 years of age. **American Orthopaedic Society for Sports Medicine**, v. 36, n. 10, p. 2007-2013, 2008.

- HOSHI, R. A. et al. Lesões desportivas na Ginástica Artística: Estudo a partir de morbidade referida. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 5, p. 440-445, 2008.
- KIRILANIS, P. et al. Occurrence of acute lower limb injuries in artistic gymnastics in relation to event and exercise phase. **Br J Sports Med**, v. 37, p. 137-139. 2003.
- KNAPIK, J. J. et al. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. **American Journal of Sports Medicine**, v. 19, n. 1, p. 76-81, 1991.
- LEHANCE, C. et al. Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 19, p.243-251, 2009.
- LLOYD, D.; ACKLAND, T. R.; COCHRANE, J. Balance and agility. In.: ACKLAND, T. R.; ELLIOTT, B. C.; BLOOMFIELD, J. Applied anatomy and biomechanics in sport. Champaign: Human Kinetics, 2 ed, 2009, p. 211-226.
- LOPES, L. et al. Pico de torque e relação isquiotibiais/quadríceps de idosas praticantes de ginástica em dois grupos de convivência no contexto Passo Fundo – RS. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v. 7, n. 1, p. 42-51, 2010.
- LUCKSTEAD, E. F.; SATRAN, A. L.; PATEL, D. R. Sport injury profiles, training and rehabilitation issues in American sports. **Pediatric Clinics of North America**, v. 49, p. 753– 767, 2002.
- MANN, L. et al. Modalidades Esportivas: Impacto, Lesões e Força de reação do solo. **Revista da Educação Física/UEM**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 553-556. 2010.
- MARINSEK, M. Basic landing characteristics and their implication. **Science of Gymnastics Journal**, v. 2, n. 2, p. 59-67, 2010.
- MARINSEK, M.; CUK, I. Landing error's in men's floor exercise. **Acta Univ. Palacki. Olomuc. Gymn**, v. 38, n. 3, p. 29-36, 2008.
- MARKOVIC, K. Z.; OMRCEN, D. The analysis of the influence of teaching methods on the acquisition of the landing phase in forward handspring. **Science of Gymnastics Journal**, v. 1, n. 1, p. 21 -30, 2009.
- McCURDY, K.; LANGFORD, G. Comparison of unilateral squat strength between the dominant and non-dominant leg in men and women. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 4, p. 153-159, 2005.

- McNAIR, P. J.; PRAPAVESSIS, H.; CALLENDER, K. Decreasing landing forces: effect of instruction. **British Journal of Sports Medicine**, v. 34, p. 293–296, 2000.
- McNITT-GRAY, J. L. Kinetics of the lower extremities during drop landings from tree heights. **Journal of Biomechanics**, v. 26, n. 9, p. 1037-1046, 1993.
- _____. Musculoskeletal loading during landing. In: ZATSIORSKY, V. M. **Biomechanics in Sports: performance improvement and injury prevention**. USA: Blackwell, 2000, v. 9, p. 523-547.
- McNITT-GRAY, J. L., et al. Mechanical demand and multijoint control during landing depend on orientation of the body segments relative to the reaction force. **Journal of Biomechanics**, v. 34, n. 11, p. 1471–1782. 2001.
- MYER, G. D. et al. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 2, p. 345-353, 2006.
- NUNOMURA, M. Lesões na Ginástica Artística. Principais incidências e medidas preventivas. **Motriz**, v. 8, n. 1, p. 21-29, 2002.
- _____. Segurança na Ginástica Olímpica. **Motriz**, v. 4, n. 2, p. 104-108. 1998.
- _____. Uma alternativa de conteúdo para um programa de iniciação à Ginástica Artística: A experiência do Canadá. **Motriz**, v. 6, n. 1, p. 31-34, 2000.
- NUNOMURA, M., PICCOLO, V. L. N. **Compreendendo a Ginástica Artística**. 1 ed. São Paulo: Phorte. 2005. 181 p.
- PRASSAS, S. Biomechanical Research in Gymnastics: what is done, what is needed. **Applied Proceedings of the XVII International Symposium on Biomechanics in Sports: Acrobatics**, p.1-10, 1999.
- <coacheinfo.com/index.php?option=com_content&id=182&Itemid=148>. Data de acesso: 20 de setembro de 2011.
- RASQUINHA, E. et al. Estudo dos componentes físicos implicado no ângulo de aterrissagem no movimento do rodante, executado no aparelho solo da Ginástica Artística. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, p. 184-188, 2006.
- READHEAD, L. **Crowood sports guides: Gymnastics**. Marlborough: The crowood press. 2011.
- RITZEL, C. H. **Desequilíbrio muscular e qualidade de vida em indivíduos com osteoartrite e artroplastia total de joelho**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Porto Alegre, 2008.

- ROSENE, J. M.; FOGARTY, T. D.; MAHAFFEY, B. L. Isokinetic hamstring:quadriceps ratios in intercollegiate athletes. **Journal of Athletic Training**, v. 36, n. 4, p. 378-383, 2001.
- RUSSELL, K. W. et al. Knee muscle strength in elite male gymnasts. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 22, p. 10-17, 1995.
- SCHIAVON, L. M. **Ginástica artística e história oral: a formação desportiva de ginastas brasileiras participantes de jogos olímpicos**. 2009. 357 f. Tese (Doutorado em Pedagogia do esporte) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- SCHNEIDER, P.; BENETTI, G.; MEYER, F. Força muscular de atletas de voleibol de 9 a 18 anos através da dinamometria computadorizada. **Rev Bras Med Esporte**, v. 10, n. 2, p. 85-91, 2004.
- SCNEIDER, P.; BENETTI, G.; MEYER, F. Força muscular de atletas de voleibol de 9 a 18 anos através da dinamometria computadorizada. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 2, p. 85-91, 2004.
- SHINYA, M., et al. The effects of choice reaction task on impacto f single-leg landing. **Gait & Posture**, v. 34, p. 55-59. 2011.
- SILVA, L. R. R. **Desempenho esportivo: treinamento com crianças e adolescentes**. São Paulo: Phorte. 2006.
- TSUKAMOTO, M. H. C.; NUNOMURA, M. Iniciação Esportiva: Um olhar sobre a Ginástica Artística. **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**. Campinas, v. 26, n. 3, p. 159-176, 2005.
- VIDAL FILHO, J. C. B. **Efeitos de diferentes intervalos de recuperação entre séries de exercícios isocinéticos nas respostas metabólicas e neuromusculares na performance muscular em crianças e adolescentes**. 2009. 68 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências da Saúde, Brasília, 2009.
- YU, B. et al. Age and Gender Effects on Lower Extremity Kinematics of Youth Soccer Players in a Stop-Jump Task. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 9, p. 1356-1364, 2005.
- ZAKHAROV, A.; GOMES, A. C. **Ciência do treinamento desportivo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Grupo Palestra, 2003.
- ZERNICKE, R. F.; WHITING, W.C. Mechanics of musculoskeletal injury. In: ZATSIORSKY, V. M. **Biomechanics in Sports: performance improvement and injury prevention**. USA: Blackwell, 2000, v. 9, p. 507-522.

ZETARUK, M. N. The Young gymnast. **Clinics in sports medicine, Pediatric and Adolescent sports injury**, v. 19, n. 4, p. 757-780, 2000.

ANEXOS

Anexo I

ANAMNESE

Nome do ginasta: _____

Sujeito N°: _____

Data de nascimento: ___/___/_____

Idade: _____

(anos)

Sexo: () Feminino () Masculino

Peso: _____(Kg)

Estatura: _____(cm)

Início do treinamento* na GA: _____ (ano)

Experiência: _____ (anos)

(*treinamento: $\geq 3x$ por semana e ≥ 2 horas/sessão)

Carga de treinamento** : _____ (horas/semana)

(** em 2012)

Lesões anteriores: (Região anatômica, tipo, severidade, ano da lesão).

<hr/>

Obs: Os nomes dos sujeitos não serão divulgados. Esta informação só será utilizada para ter controle na hora da coleta e análise dos dados.