

Elisa Cristina Lemos

**ASSIMETRIA MORFOFUNCIONAL DE JOVENS TENISTAS
EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO SOMÁTICA**

Dissertação de Mestrado submetido
ao Programa de Pós Graduação em
Educação Física da Universidade Federal de
Santa Catarina, para a obtenção do título de
mestre em Biodinâmica do Desempenho
Humano.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Dantas
de Lucas

Florianópolis

2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Lemos, Elisa Cristina

ASSIMETRIA MORFOFUNCIONAL DE JOVENS TENISTAS EM
DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO SOMÁTICA / Elisa Cristina
Lemos ; orientador, Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas - Florianópolis,
SC, 2015.

103 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina,
Centro de Desportos. Programa de Pós-Graduação em Educação
Física.

Inclui referências

1. Educação Física. 2. Tênis. 3. Assimetria morforfuncional. 4.
Jovens. 5. Maturação. I. de Lucas, Prof. Dr. Ricardo Dantas . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação
em Educação Física. III. Título.

Elisa Cristina Lemos

**ASSIMETRIA MORFOFUNCIONAL DE JOVENS TENISTAS
EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO SOMÁTICA**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Educação Física

Florianópolis, 27 de novembro de 2015.

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Juliano Dal Pupo
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Lorival José Carminatti
Universidade do Estado de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus
pais, Elisabeth e Luiz Alberto.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais Luiz Alberto e Elisabeth por me apoiarem e estarem sempre me acompanhando e me incentivando. Sou muito grata por ter todo este carinho, pela educação que me deram, os valores que me foram ensinados e o mais importante de tudo, ter vocês juntos comigo nesta caminhada.

Aos meus irmãos, Rafael e Raquel pelo apoio, amizade e, principalmente, pela paciência que têm comigo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas, por ter aceitado este desafio frente tantos contratemplos que houveram e muitos outros que surgiram. Obrigada pela confiança, paciência e por me passar calma nos momentos mais desesperadores (de minha parte). Mas, principalmente, por ter me mostrado o caminho e me incentivado a seguir em frente, fazendo com que eu percebesse que não estava sozinha.

Agradeço a todos os membros do LAEF, que estiveram ao meu lado me dando força para que pudesse recomeçar e que também contribuíram no desenvolvimento deste trabalho com idéias, discussões e no meu desenvolvimento acadêmico.

À Naiandra, por ter confiado em mim e também me ensinado tanto nestes 5 anos que têm passado. Sou grata por ter tido sua coorientação durante a minha iniciação científica ainda na graduação, e mais ainda, pela amizade que acabamos fazendo quando retornei ao laboratório após ter me formado. Obrigada por todo carinho, paciência e por ter me ensinado tudo que era necessário para que eu pudesse aprender ao máximo esta vivência na área acadêmica, refletir sobre qual caminho quero seguir e quais são os Mestres que me inspiram.

Ao Lucas Garcia e à Marília, que foram essenciais para que as coletas fossem realizadas, obrigada pelo comprometimento e por terem me ajudado. A todos os colegas do LAEF, em especial, Telmo, Fátia, Anahí, Nathan, Ana e Pati, que também me ajudaram nas coletas. Ao Anderson, que me ajudou a compreender a complexidade que envolve estudar e investigar o desempenho físico em crianças e adolescentes e também por ter me auxiliado nas análises estatísticas. Ao Paulo César (vulgo PC), que também me ajudou nas coletas e pelas discussões que surgiam no dia-a-dia no laboratório.

Ao professor e mestre Tiago Cetolin, por ter ajudado nas coletas de campo e emprestado seu equipamento para que pudéssemos realizar as avaliações nos atletas.

Ao Prof Dr. Luiz Guilherme pela oportunidade e pela confiança durante todos estes anos. Ter tido a oportunidade de fazer parte do LAEF na minha graduação e a maneira em que fui recebida por todos me incentivou a dar continuidade aos estudos e início à carreira acadêmica.

Aos membros que compuseram a banca, Prof. Dr. Juliano Dal Pupo, Prof. Dr. Lorival José Carminatti e Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo pelas contribuições indispensáveis para este trabalho.

Aos colegas do BIOMEC, com os quais pude conviver durante um certo período e que também me ajudaram em muitos momentos, Bruno Moura (Joe), Diogo, Jonathan, Josefina, Rapha Sakugawa, Rodolfo, Rossato, Crespo e Raphael Costa.

Aos treinadores e preparadores físicos: André, Rodrigo e Zeca (LIC); Wolmir e Márcio (LIRA); Marcelo Cascata e Bruno; e Robin (Ilhasports Tênis). Obrigada por terem me recebido e permitido que utilizasse o espaço e ocupasse alguns dos horários de treino dos atletas para que eu pudesse realizar as avaliações, sem o apoio de vocês nada disso teria sido realizado.

Aos pais e responsáveis, por terem confiado e aceitado que seus filhos participassem desta pesquisa e principalmente, por terem se disposto a trazê-los no laboratório em meio à correria do dia-a-dia. Aos atletas, pela confiança e paciência que tiveram realizando os testes, se dispondo para contribuir com a pesquisa.

À CAPES, por conceder a bolsa de pós graduação incentivando o estudo e a pesquisa no Brasil.

“O maior educador não é o que controla, mas o que liberta. Não é o que aponta os erros, mas o que os previne. Não é o que corrige comportamentos, mas o que ensina a refletir. Não é o que desiste, mas o que estimula a começar tudo de novo.”

(Augusto Curry)

RESUMO

Objetivo: O presente estudo teve como objetivo analisar as características antropométricas e neuromusculares de jovens tenistas, buscando identificar possíveis assimetrias de membros superiores.

Materiais e Métodos: Participaram do presente estudo 21 jovens jogadores de tênis do sexo masculino, com idades entre 11 e 18 anos, que competiam, no mínimo, a nível regional. Os tenistas foram submetidos, em dias diferentes, aos seguintes procedimentos: 1) avaliação antropométrica para determinação do estágio de maturação somática e determinação das variáveis de tamanho corporal (estatura e massa corporal), composição corporal, circunferência de antebraço ($CIRC_{ANTEBRAÇO}$) volume muscular de antebraço ($VOL_{ANTEBRAÇO}$), braço ($VOL_{BRAÇO}$) e total (VOL_{TOTAL}) de ambos os lados; e 2) avaliação isocinética para determinação do pico de torque de rotação interna (PT_{RI}), pico de torque de rotação externa (PT_{RE}) e da razão convencional de rotadores de ombro ($PT_{RE/RI}$) em ambos os lados. Os dados foram apresentados como média e desvio-padrão (ou erro-padrão), sendo verificada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro Wilk. A amostra foi dividida em dois grupos de acordo com a distância de atingimento do pico de velocidade em estatura (PVE): $PRÉ_{PVE}$ (antes de atingir o PVE) e $PÓS_{PVE}$ (que já atingiu o PVE). As diferenças entre os lados dominante e não dominante e entre os grupos foram verificadas a partir da ANOVA (Modelo Misto), tendo como medidas repetidas os lados (dominante vs. não dominante) e como variação entre sujeitos o grupo maturacional ($PRÉ_{PVE}$ vs. $PÓS_{PVE}$). As análises foram realizadas no pacote estatístico SPSS. Para todas as análises foi utilizado $p < 0,05$.

Resultados: Ambos os grupos maturacionais apresentaram assimetria morfológica de membros superiores, sendo significativa mesmo após o controle dos efeitos da idade cronológica e massa corporal. O grupo $PRÉ_{PVE}$ apresentou valores menores de $CIRC_{ANTEBRAÇO}$, $VOL_{ANTEBRAÇO}$, $VOL_{BRAÇO}$ e VOL_{TOTAL} em relação ao grupo $PÓS_{PVE}$. No entanto, ao controlar o efeito da idade cronológica e da massa corporal, nenhuma diferença foi observada para as características morfológicas entre os grupos. Dentre as assimetrias morfológicas analisadas, apenas $CIRC_{ANTEBRAÇO}$ apresentou correlação significativa com a maturação somática. Com relação às características funcionais de ombros, apenas o grupo $PÓS_{PVE}$ apresentou assimetria de PT_{RI} , mesmo após controlar o efeito da idade e da massa corporal. Diferente do PT_{RI} , o PT_{RE} foi diferente entre o lado dominante e não dominante em ambos

os grupos, mesmo após controlar o efeito das covariáveis. Apesar do maior valor de PT_{RE} no lado dominante, o PT_{RI} parece exercer maior influência sobre a razão convencional de rotadores de ombro, visto que foi observado menor razão RE/RI no lado dominante apenas para o grupo $PÓS_{PVE}$. **Conclusão:** A maturação somática, ou mais especificamente o PVE, parece ser um fator que influencia o ganho de força de rotação interna de ombro como adaptação à demanda do tênis. Apesar de haver um aumento concomitante de rotadores externos de ombro e de volumes de membros superiores no lado dominante em ambos os grupos, a razão convencional de rotadores de ombro foi menor no lado dominante apenas para o grupo $PÓS_{PVE}$. Apesar do valor médio de razão RE/RI no lado dominante do grupo $PÓS_{PVE}$ estar dentro da faixa considerada normal, destaca-se a importância de acompanhar esta variável em adolescentes tenistas para identificar possíveis desequilíbrios de força e conseqüentemente, evitar o risco de desenvolvimento de instabilidade e lesão na articulação do ombro.

Palavras-chave: tênis; assimetria; antropometria; força e jovens.

ABSTRACT

Purpose: To verify the morphological and functional upper limb asymmetries in youth tennis players. **Material and Methods:** 21 male tennis players from 11 to 18 years volunteered to participate in the study. The subjects were submitted in two different days to perform the following proceedings: 1) anthropometric assessment to determine the maturity offset, the body size variables (body mass and stature), body composition, forearm circumference ($CIRC_{FOREARM}$), forearm volume ($VOL_{FOREARM}$), arm volume (VOL_{ARM}) and total arm volume (VOL_{TOTAL}) from the dominant and nondominant sides; and 2) isokinetic strength assessment for determining the concentric peak torque of internal (PT_{IR}) and external (PT_{ER}) shoulder rotation and the conventional ratio of external/internal shoulder strength from the dominant and nondominant sides. The data is presented as mean and standard deviation (or standard error), with normality being verified by using Shapiro Wilk test. The sample was divided into two groups according to their distance to peak height velocity (PHV) attainment: PRE_{PHV} (before the PHV) and $POST_{PHV}$ (after PHV). It was used an ANOVA (Mixed Model) to verify the differences between dominant and nondominant sides and between groups. All the data were analyzed using the SPSS statistical package software. The significance level of $p < 0.05$ was used for all tests. **Results:** Both maturity groups revealed upper limb morphological asymmetries, even after controlling the effects of chronological age (CA) and body mass (BM). The PRE_{PHV} group had significant lower $CIRC_{FOREARM}$, $VOL_{FOREARM}$, VOL_{ARM} and VOL_{TOTAL} comparing to $POST_{PHV}$. However, these differences were not observed after using CA and BM as covariates. Among the morphological asymmetries evaluated, only $CIRC_{FOREARM}$ has showed significant association with maturity offset. Furthermore, regarding the functional shoulder features, only the $POST_{PHV}$ has shown PT_{IR} asymmetry, even when controlling CA and BM effects. Nevertheless, both groups had higher PT_{ER} on the dominant side when comparing to contralateral side. Although the greater PT_{ER} on dominant side, the PT_{IR} seems to influence the ER/IR_{RATIO} , as this variable was lower on the dominant side only for $POST_{PHV}$ group. **Conclusion:** Maturity offset, more precisely, the PHV seems to be an important factor influencing the shoulder internal rotation strength as a tennis demanding adaptation. Despite the increased shoulder external rotation strength and upper limb volumes on the dominant side for both groups, the conventional shoulder rotation

strength ratio was lower on the dominant side for POST_{PHV} group. Although the mean value of ER/IR_{RATIO} has been considered in a safe range for the stability of shoulder joint, it highlights the importance of assessing and monitoring regularly the shoulder rotators strength of young tennis players, especially during the puberty in the sense of identify a strength imbalance development on the shoulder rotator and consequently, to avoid injury risk on the dominant rotator cuff.

Keywords: Tennis, asymmetry, anthropometry, strength, youth

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo do equipamento isocinético utilizado no presente estudo.....	48
Figura 2. Representação dos pontos de medição de alturas e circunferências para cálculo do volume de membro superior.....	50
Figura 3. Imagem ilustrativa da amplitude de movimento realizada na avaliação isocinética de rotadores de ombro.....	52
Figura 4. Assimetria morfológica de membros superiores dos grupos PRÉ_{PVE} e PÓS_{PVE}.....	59
Figura 5. Assimetria funcional de membros superiores dos grupos PRÉ_{PVE} e PÓS_{PVE}.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características físicas e volume de treino médio \pm desvio padrão (DP) da amostra completa (n=21).	55
Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão da idade, estatura e massa corporal para os grupos separados por nível maturacional.....	55
Tabela 3. Média \pm DP de volumes de braço, antebraço e total e somatório de dobras cutâneas do lado dominante e não dominante (n=21).....	56
Tabela 4. Valores médios \pm DP de características morfológicas entre os grupos (PRÉ _{PVE} e PÓS _{PVE}) para ambos os lados (dominante e não dominante).....	57
Tabela 5. Valores (média ajustada \pm erro padrão) das características morfológicas de membros superiores após controlar os efeitos da idade cronológica e massa corporal para ambos os grupos maturacionais.	57
Tabela 6. Valores médios \pm DP de pico de torque absoluto (Nm) e relativo (Nm.kg ⁻¹) para rotação interna e externa de ombro à 60°/s (n=21).	58
Tabela 7. Valores médios \pm DP de força e razão convencional de rotadores de ombro dos grupos (PRÉ _{PVE} e PÓS _{PVE}) para ambos os lados (dominante e não dominante).	61
Tabela 8. Valores (média ajustada \pm erro padrão) das características morfológicas de membros superiores e de força de ombros após controlar os efeitos da idade cronológica e massa corporal para ambos os grupos maturacionais.....	61

Tabela 9. Valores de coeficiente de correlação de Pearson (r) e nível de significância (p-valor) entre medidas morfofuncionais de membros superiores do lado dominante 62

Tabela 10. Valores de coeficiente de correlação de Pearson (r) e nível de significância (p-valor) entre medidas morfofuncionais de membros superiores do lado não dominante 63

Tabela 11. Valores de coeficiente de correlação de Pearson (r) e nível de significância (p-valor) entre *maturity offset* e idade cronológica com assimetrias de membros superiores..... 63

Tabela 12. Valores de coeficiente de correlação de Pearson (r) e grau de significância (p-valor) a partir da correlação parcial entre as assimetrias morfológicas e funcionais e maturação somática utilizando idade cronológica e massa corporal como covariáveis..... 64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
1.1. <i>Problema de Pesquisa</i>	21
1.2. <i>Objetivos</i>	22
1.2.1. <i>Objetivo Geral</i>	22
1.2.2. <i>Objetivos Específicos.....</i>	22
1.3. <i>Definição das hipóteses:</i>	23
1.4. <i>Justificativa.....</i>	24
2. REVISÃO DE LITERATURA	27
2.1. <i>Demanda física do jogo de Tênis.....</i>	27
2.2. <i>Assimetria morfofuncional em tenistas</i>	29
2.3. <i>Maturação biológica e desempenho esportivo.....</i>	33
2.3.1. <i>Maturação somática e medidas antropométricas</i>	36
2.3.2. <i>Características neuromusculares na infância e adolescência</i>	39
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3.1. <i>Caracterização da pesquisa.....</i>	45
3.2. <i>Sujeitos da pesquisa</i>	45
3.3. <i>Critério de Inclusão</i>	45
3.4. <i>Descrição geral da coleta de dados</i>	46
3.5. <i>Instrumentos de medidas.....</i>	47
3.5.1. <i>Obtenção das variáveis antropométricas.....</i>	47
3.5.2. <i>Obtenção do torque isocinético.....</i>	47
3.5.3. <i>Protocolo de avaliação antropométrica.....</i>	48
3.5.4. <i>Estimativa da maturação somática</i>	51
3.5.5. <i>Teste de força máxima concêntrica de rotadores de ombro</i>	51
3.5.6. <i>Cálculo de assimetria morfofuncional</i>	52
3.6. <i>Análise Estatística</i>	53

4. RESULTADOS.....	55
5. DISCUSSÃO.....	65
6. CONCLUSÃO.....	81
REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICE A.....	95
APÊNDICE B - Termo de Assentimento.....	99
ANEXO A - Parecer consubstanciado do comitê de ética e pesquisa.....	101

1. INTRODUÇÃO

1.1. Problema de Pesquisa

O tênis, por ser um esporte acíclico, envolve diversas capacidades físicas para seu melhor desempenho. Devido a sua variação tanto do tempo do total de jogo (KOVACS, 2006), como também da relação esforço-pausa e da intensidade de jogo (FERNANDEZ-FERNANDEZ et al., 2007, 2009; KOVACS, 2006; MURIAS et al., 2007; TORRES-LUQUE et al., 2011), a capacidade e potência aeróbia são importantes tanto para o desempenho como também na recuperação entre os esforços intermitentes (KOVACS, 2006; TOMLIN; WENGER, 2001).

Apesar da predominância aeróbia, o tênis requer força e potência muscular tanto de membros superiores quanto de membros inferiores. A exigência de potência e resistência muscular de membros superiores está relacionada aos golpes específicos do esporte com a utilização da raquete, sendo que, em média são realizados de 300 à 500 golpes em uma partida disputada em melhor de 3 sets (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006). Devido à predominância de um dos lados no uso da raquete e, conseqüentemente, à demanda muscular unilateral, o tenista pode apresentar assimetria contralateral de volume musculoesquelético e de força de braço, sendo maior no lado dominante em relação ao não dominante (SANCHIS-MOYSI et al., 2010; SANCHIS-MOYSI et al., 2009). Além das assimetrias corporais e de força, estudos mostram que tenistas têm apresentado desequilíbrio na razão funcional de rotadores de ombro (SACCOL et al., 2010), articulação envolvida na maioria dos golpes, como o saque, *forehand* e *backhand*.

Entretanto, quando se trata de atletas em processo de crescimento e desenvolvimento, deve-se levar em consideração que nem todas estas capacidades estão desenvolvidas por completo e que, assim como suas dimensões corporais, o seu funcionamento está em processo de desenvolvimento, de acordo com seu *status* de maturação.

É comum jovens, com mesma idade cronológica, apresentarem diferenças nos desempenhos físicos, isto devido ao fato de que indivíduos de mesma idade se encontram em *timing* e *tempo* de maturação diferentes. Por isso, é necessário compreender a relação entre

a maturação biológica e o desempenho esportivo (BAXTER-JONES, 1995; BEUNEN et al., 1981, 1992; SHERAR et al., 2005).

Considerando as características morfológicas e funcionais dos tenistas em função da demanda do esporte, alguns autores têm encontrado assimetrias de densidade mineral óssea e da massa muscular de braço, bem como de razão funcional de rotadores de ombro em jovens tenistas (ROGOWSKI et al., 2008; SACCOL et al., 2010; SANCHIS-MOYSI et al., 2010). Rogowski *et al.* (2008) observaram que a assimetria de volume de braço aumenta com a maturação somática enquanto a assimetria de volume de antebraço parece ocorrer mais cedo sem modificar o grau entre jovens de 9 à 17 anos. Com relação as assimetrias de força, nenhum estudo procurou investigar a relação com a maturação somática.

Tendo em vista a escassez de estudos que investigaram a influência da maturação nas características morfológicas e funcionais em jovens tenistas, formulou-se a seguinte questão: Qual a influência da maturação sobre a assimetria muscular e corporal em jovens tenistas?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo Geral*

Verificar e comparar as assimetrias morfológicas e funcionais entre os membros superiores de jovens tenistas em diferentes estágios de maturação somática.

1.2.2. *Objetivos Específicos*

Comparar as características morfológicas de membros superiores: circunferência de antebraço ($CIRC_{\text{ANTEBRAÇO}}$), volumes de antebraço ($VOL_{\text{ANTEBRAÇO}}$), braço ($VOL_{\text{BRAÇO}}$) e total (VOL_{TOTAL}) entre o lado dominante e não dominante em jovens tenistas;

Comparar a diferença contralateral (lado dominante vs. não dominante) das características morfológicas de membros superiores entre os grupos maturacionais;

Comparar as características neuromuscular de ombro: pico de torque concêntrico de rotação interna (PT_{RI}), pico de torque concêntrico de rotação externa (PT_{RE}) e razão convencional do pico de torque concêntrico de rotação externa pelo pico de torque concêntrico de

rotação interna (Razão_{RE/RI}) entre o lado dominante e não dominante em jovens tenistas;

Comparar a diferença contralateral (lado dominante vs. não dominante) das características neuromusculares entre os grupos maturacionais;

Verificar se existe correlação entre idade cronológica e características antropométricas e neuromusculares de membros superiores em jovens tenistas;

Verificar se existe correlação entre maturação somática e características antropométricas e neuromusculares de membros superiores em jovens tenistas.

Verificar se existe correlação entre idade cronológica e assimetria morfológica e funcional de membros superiores;

Verificar se existe correlação entre maturação somática e assimetria morfológica e funcional de membros superiores.

1.3. Definição das hipóteses:

Quanto maior a idade cronológica, maior será o valor das medidas morfológicas e funcionais de membros superiores;

Quanto maior a maturação somática, maior será o valor das medidas morfológicas e funcionais de membros superiores;

Conforme observado por Rogowski *et al.* (2008), a maturação somática parece influenciar o grau de assimetria de membros superiores, mais especificamente, o volume de antebraço. Com isto, formularam-se duas principais hipóteses referente à assimetria de membros superiores e à idade cronológica e biológica:

Quanto maior a idade cronológica, maior será o grau de assimetria morfológica (medidas antropométricas) e funcional (força) de membros superiores;

Os tenistas com maturação adiantada apresentarão maior assimetria morfológica (medidas antropométricas) e funcional (força) de membros superiores em comparação aos tenistas com maturação tardia;

1.4. Justificativa

É conhecido que, durante o período da puberdade, são visualizadas constantes mudanças em parâmetros morfológicos e em diferentes funções fisiológicas conforme ocorre o aumento da idade e do tamanho corporal (ARMSTRONG; BARKER, 2012; ARMSTRONG; WELSMAN, 1994; BEUNEN; MALINA, 2004; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009; ROWLAND, 1996).

Diversos fatores estão associados ao desenvolvimento de força muscular durante o processo de maturação, dentre eles aspectos neuromusculares, antropométricos e hormonais. Além destes fatores intervenientes do processo natural de crescimento e desenvolvimento, alguns achados na literatura têm apontado efeitos da sobrecarga mecânica sobre o desenvolvimento músculo-esquelético e de força em jovens atletas (BASS et al., 2002; KANNUS, 1995; ROGOWSKI et al., 2008; SANCHIS-MOYSI et al., 2010).

A predominância unilateral do tênis sobre os membros superiores confere aos praticantes uma assimetria morfológica de membros superiores (LUCKI; NICOLAY, 2007; NOFFAL, 1999; SANCHÍS-MOYSI et al., 2009) e funcional de ombros (CREVEAUX et al., 2013; ELLENBECKER; ROETERT, 2003; GOZLAN et al., 2006).

Com relação à força de rotadores de ombro, os golpes mais comuns no tênis como saque, *backhand* e *forehand*, exigem maior força de rotadores internos. Estudos envolvendo força de rotadores de ombro em tenistas, têm observado uma assimetria de rotação interna, sendo maior no lado dominante sem o concomitante aumento de força de rotação externa. Este comportamento tem levado muitos tenistas à um desequilíbrio de força de rotadores de ombro no lado dominante mesmo em tenistas jovens (ELLENBECKER; ROETERT, 2003; SACCOL et al., 2010), analisado a partir da razão convencional de pico de torque concêntrico de rotação externa pelo pico de torque de rotação interna.

A partir de uma perspectiva prática, os achados do presente estudo poderão auxiliar os treinadores e profissionais do esporte a compreender os possíveis fatores relacionados a assimetria de volumes de membros superiores e de força de rotadores de ombro em tenistas bem treinados de diferentes níveis maturacionais. Até o presente momento, não tem sido observado estudos que envolvam a relação entre a maturação somática e as assimetrias morfofuncionais em tenistas

adolescentes. Além disso, essas informações poderão nortear e auxiliar na prescrição do treinamento de força visando diminuir os riscos associados à lesão na articulação do ombro causada por sobrecarga excessiva e desequilíbrio de força de rotadores de ombro, principalmente em relação aos meninos com mesma idade cronológica mas que se encontram em diferentes estágio maturacionais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Demanda física do jogo de Tênis

O tênis é um esporte de raquete, acíclico caracterizado por atividades intermitentes de intensidades variadas com predominância do metabolismo aeróbio (FERNANDEZ-FERNANDEZ et al., 2007; KOVACS, 2006; MURIAS et al., 2007). A duração de uma partida de tênis pode variar de uma a até mais de cinco horas (KOVACS, 2007), com breves períodos (5-10s) de alta intensidade intercalados com períodos (15-20s) de atividades leves ou em repouso (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006). A intensidade e duração de uma partida de tênis podem variar de acordo com a estratégia de jogo adotado (ofensivo x defensivo), o tipo de piso, o tipo de bola e o tipo de partida (melhor de 3 sets x melhor de 5 sets) disputada (FERNANDEZ; MENDEZ-VILLANUEVA; PLUIM, 2006). De acordo com Kovacs (2006a), o tempo real de jogo pode alterar de 20 a 30% do tempo total em quadras lentas (saibro) para em torno de 10 a 15% em superfícies mais rápidas (asfalto, carpete ou grama).

Um jogador adulto percorre, em média, 3 metros a cada golpe, totalizando entre 8 e 12 metros por ponto disputado (FERNANDEZ-FERNANDEZ et al., 2007; KOVACS, 2006; MURIAS et al., 2007; PARSONS; JONES, 1998). Aproximadamente 80% dos golpes são realizados a 2,5 metros da posição inicial, 10% entre 2,5 e 4,5 metros e apenas 5% acima de 5 metros (PARSONS; JONES, 1998). Alguns estudos têm apontado que os jogadores percorrem uma distância média entre 1.200 e 3.600m por hora de jogo disputado, percorrendo maiores distâncias em quadra de saibro (FERNANDEZ-FERNANDEZ et al., 2009; KOVACS, 2006; MURIAS et al., 2007).

Durante uma partida, os *sprints* ocorrem em distâncias muito curtas em que os atletas, em muitos casos, são incapazes de alcançar sua velocidade máxima (FERRAUTI; PLUIM; WEBER, 2001). Entretanto, a fase inicial de aceleração (0-5m) é de grande importância para os tenistas (MENDEZ-VILLANUEVA; FERNANDEZ-FERNANDEZ; BISHOP, 2007), uma vez que está relacionada com a capacidade de reagir à ação do oponente. Por exemplo, o tempo disponível para devolver o saque é de aproximadamente 500ms, visto que a velocidade

da bola em um saque atinge uma velocidade média de 200km.h⁻¹(AVILÈS et al., 2002). Portanto, a capacidade de gerar movimentos muito rápidos é crucial para os tenistas. A potência muscular depende, entre outros fatores, de aspectos neurais como recrutamento de alta frequência do conjunto de unidades motoras e fibras musculares dos músculos sinergistas (GREEN, 1997).

Além de características como tipo de torneio (número de sets a ser ganho, tipo de quadra) e padrão competitivo dos jogadores (ofensivo vs. defensivo), a idade também pode exercer influência sobre o tempo total e características de uma partida (TORRES-LUQUE et al., 2011).

Torres-Luque et al. (2011) realizaram um estudo com tenistas adolescentes de idade média de 15,7 anos ($\pm 0,9$ anos) no intuito de determinar as demandas fisiológicas de uma partida de tênis. A duração média de uma competição de melhor de 3 sets em quadra rápida foi de 105 min com uma razão esforço:pausa de 1:2 a 1:3. Ainda, o tempo real de jogo foi de aproximadamente 31%. A média de golpes realizados por *rally* foi semelhante aos observados em jogos com tenistas profissionais na mesma superfície. Entretanto, a duração média de cada *rally* foi superior ao reportado por outros estudos. Isto demonstra o tempo maior gasto na execução dos golpes, ou seja, a técnica em si, influenciando no tempo de jogo

A maioria dos movimentos do tênis relacionados à *performance* como *sprints* e golpes potentes envolvem uma combinação de ações musculares concêntricas e excêntricas, conhecido como ciclo de alongamento-encurtamento (GIRARD et al., 2006). Apesar de ocorrerem mudanças acentuadas das características fisiológicas na puberdade, Girard e Millet (2009) observaram maiores correlações entre *sprints* de 5, 10 e 20m, saltos verticais e força máxima de preensão manual e de flexores plantares do lado dominante com a *performance* de tenistas adolescentes (GIRARD; MILLET, 2009).

O tênis é um esporte peculiar que requer força e potência muscular tanto de membros superiores como de membros inferiores. Na prática do tênis, a força muscular é necessária para a execução dos gestos técnicos (transferindo potência aos golpes); capacidade de deslocamento e mudança de direção (associada à velocidade de deslocamento); disponibilização de suporte ao organismo, estabilizando-o e proporcionando a transferência de força entre os segmentos corporais (SIMÕES; BALBINOTTI, 2009).

Além de ser importante para o desempenho, gerando velocidade aos golpes, a força também é necessária aos músculos e articulações para reduzir o risco de lesões (proteção de articulações, ligamentos, tendões, etc). A força de preensão manual tem sido bastante investigada em tenistas, devido à importância que esta força exerce sobre a empunhadura da raquete, atribuindo direção aos golpes e por ser o local de maior impacto que ocorre durante o contato da raquete com a bola (REID; SCHNEIKER, 2008).

Entretanto, a articulação do ombro está altamente envolvida em todos os golpes do tênis e tem sido demonstrado que o pico de torque de rotação interna e externa contribuem substancialmente para a velocidade da bola no saque (PERRY et al., 2004). Com relação ao saque no tênis, tem sido reportado que a contribuição para a velocidade final da raquete foi, em ordem de importância: rotação interna de braço, flexão de punho, adução horizontal de braço, pronação de antebraço e movimento do ombro para frente (SPRIGINGS et al., 1994).

A força e a amplitude de movimento (flexibilidade/mobilidade) no manguito rotador são essenciais para prevenir lesões causados por sobrecarga, principalmente em movimentos realizados acima da cabeça (BEHM, 1988; FLEISIG et al., 2003).

Signorile et al. (2005) observaram uma correlação entre o pico de torque de rotação interna com a velocidade da bola de golpes de *forehand* realizados na direção paralela. Quanto ao golpe *backhand*, o pico de torque de rotação externa do ombro foi capaz de predizer entre 20 e 23% da velocidade da bola com uma e duas mãos independente da direção. Apesar deste achado, outros estudos não tem observado associação significativa entre pico de torque de membros superiores, como força isométrica de rotadores de ombro ou de extensores de cotovelo com a velocidade de saques e outros golpes (COHEN et al., 1994).

As demandas físicas específicas atribuídas aos tenistas aumentam com o tempo de prática e conforme o ganho de condicionamento e melhora das habilidades, havendo assim uma maior exigência física (CHANDLER; KIBLER; UHL, 1990; KIBLER; MCQUEEN; UHL, 1988). Quanto à articulação do ombro, existe uma exigência em termos de flexibilidade, força e velocidade.

2.2. Assimetria morfofuncional em tenistas

As demandas físicas exigidas para o desempenho no esporte causam certas adaptações músculo-esqueléticas nos atletas (DEHNAVI, 2013). Na medida em que o atleta jovem dá continuidade à prática regular e sistemática, o sistema músculo-esquelético se adapta às demandas específicas do esporte através de flexibilidade alterada, força, equilíbrio, resistência muscular e composição músculo-esquelética. Estas adaptações têm sido demonstradas por diversos autores (GREGG; TORG, 1988; KIBLER; MCQUEEN; UHL, 1988; KIBLER et al., 1989; SANCHIS-MOYSI et al., 2010).

Devido ao fato do tênis ser um esporte predominantemente unilateral, as características antropométricas específicas de membros superiores, em jogadores desta modalidade têm sido investigadas. Tem sido reportado na literatura que tenistas jovens apresentam assimetria de membros superiores, tanto referente ao volume (BOSSEAU et al., 1999; ROGOWSKI et al., 2008), como também à massa muscular (SANCHÍS-MOYSI et al., 2009), massa e densidade óssea (SANCHÍS-MOYSI et al., 2009) e circunferência de antebraço (LUCKI; NICOLAY, 2007).

Alguns autores (BROSSEAU; HAUTIER; ROGOWSKI, 2006; ROGOWSKI et al., 2008) encontraram um volume maior (entre 6 e 8%) de braço no lado dominante em relação ao lado não dominante em jovens tenistas de ambos os sexos, entre 7 e 17 anos. Entre os grupos controle, os sujeitos do sexo feminino não apresentaram assimetria de braço e antebraço, enquanto que os sujeitos do sexo masculino apresentaram uma assimetria média de 3%.

As diferenças encontradas entre volume contralateral de braço em tenistas podem ser explicadas pelo desenvolvimento músculo esquelético decorrente do treinamento. Diversos autores têm observado que a massa muscular do braço dominante de tenistas de elite é de 10% a 20% maior em relação ao braço não dominante (SANCHÍS-MOYSI et al., 2009).

A assimetria de braços em pré-púberes parece estar atribuída ao volume de treinamento. Sanchis-Moysi e colaboradores (2010) encontraram diferenças significativas entre tenistas pré-púberes (idade média de 10,6 anos, estágios de Tanner 1 e 2) com diferente volume de treinamento. Aqueles que treinavam 5 vezes por semana apresentaram maiores assimetrias contralaterais de massa muscular, área óssea e massa óssea em comparação aos que treinavam 2 vezes por semana. O grupo que treinava apenas três horas por semana apresentou 13% mais

massa óssea no braço dominante em relação ao não-dominante, enquanto que essa diferença contralateral aumentou para 22% nas crianças que treinavam 11 horas por semana.

Em tenistas jovens, os efeitos das sobrecargas mecânicas no braço têm apresentado uma diferença média de 14% da massa óssea do braço dominante em meninos pré-púberes em comparação ao membro contralateral (BASS et al., 2002; DALY et al., 2004). Noffal (1999) relatou que em tenistas adultos de alto nível, o braço dominante possui aproximadamente 12% mais massa óssea no antebraço e aproximadamente 6% no braço em relação ao lado não dominante.

Rogowski et al. (2008) encontraram assimetria de volume de antebraço entre 8,5 e 9,9% em jovens tenistas do sexo masculino com idade entre 10 e 15 anos, e de aproximadamente 6,5% em tenistas do sexo feminino entre 9 e 13 anos de idade. Os autores observaram que entre os meninos, aqueles que estavam 2 anos ou mais, antes do atingimento de PVE, apresentarem menor assimetria de volume de braço (5,1%) em relação aos meninos que estavam 1 ano ou mais, antes (8,4%) e aos que haviam atingido o PVE (8,3%). Este achado demonstra o efeito da prática do tênis, um esporte predominantemente unilateral em relação aos membros superiores, sobre o desenvolvimento de assimetria músculo-esquelética.

Além da assimetria morfológica, que envolve diferença contralateral de volume de segmentos do braço e do braço como um todo, como também de volume muscular, massa óssea, circunferência, entre outros, o tenista pode apresentar assimetria contralateral de força de braço (CHANDLER et al., 1992; ELLENBECKER; ROETERT, 2003; LUCADO, 2012; NIEDERBRACHT; SHIM, 2008; SACCOL et al., 2010).

Kibler et al (1988) observaram que tenistas jovens apresentaram desequilíbrios de força muscular em membros superiores, em especial no ombro e antebraço. Em relação ao ombro, os autores relataram um desequilíbrio dos músculos do manguito rotador e dos músculos estabilizadores da escápula, o que de acordo com os autores pode resultar numa instabilidade da articulação do ombro.

A principal preocupação referente à performance no tênis é a capacidade em repetir intermitentemente os golpes com força e em alta velocidade (GROPPEL; ROETERT, 1992). De acordo com Yessis (1986), para um jogador ser capaz de executar golpes avançados ou

competir com um adversário mais forte, é necessário desenvolver altos níveis de capacidades físicas como força, potência, resistência muscular, flexibilidade, coordenação e agilidade.

O tênis envolve uma maior sobrecarga da articulação do ombro, de maneira que os jogadores necessitem equilíbrio muscular apropriado para evitar lesões. Vários estudos tem observado que o ombro é uma das articulações mais comumente lesionada em tenistas causada por stress repetitivo decorrente do treinamento e das partidas em tenistas adultos (ABRAMS; RENSTROM; SAFRAN, 2012; BYLAK; HUTCHINSON, 1998; PERKINS; DAVIS, 2006; SELL et al., 2012) e também em jovens (ELLENBECKER, 1992; GREGG; TORG, 1988; KIBLER; MCQUEEN; UHL, 1988; SILVA et al., 2005).

O desequilíbrio muscular no manguito rotador, acompanhado de resistência e força muscular inadequadas pode resultar em lesão por sobrecarga no ombro (ELLENBECKER; ROETERT, 2003). A articulação glenoumeral é naturalmente instável, sendo que a estabilidade é fornecida predominantemente pelas estruturas ligamentares, capsulares e musculares e pelas posição relativa da cavidade glenoidal e do braço durante todos os movimentos de membros superiores (WILK; MEISTER; ANDREWS, 2002).

A avaliação da força isocinética pode desempenhar um papel importante na avaliação e reabilitação de um paciente com lesão no ombro (ELLENBECKER; DAVIES, 2000). De todos os grupos musculares do ombro, os rotadores externos e internos são mais informativos por serem os grupos musculares responsáveis pela estabilização dinâmica da articulação glenoumeral (HAMILL; KNUTZEN, 2003; RAMSI et al., 2015). Um possível mecanismo relacionado à lesão de ombro pode ser um desequilíbrio de força entre estes músculos (NOFFAL, 2003), que são facilmente analisados a partir de avaliação de força isocinética.

A razão convencional é uma variável que tem sido utilizada para investigar o equilíbrio de força de rotadores de ombro e tem sido associado ao risco de lesão nesta articulação quando observado desequilíbrio. Ela é mensurada a partir da razão do pico de torque concêntrico de rotação externa pelo pico de torque concêntrico de rotação interna, realizado em aparelhos dinamômetros isocinéticos (ELLENBECKER, 1992). Em tenistas, o resultado da combinação da força aumentada de rotação interna sem aumento concomitante de

rotação externa no lado dominante tem sido uma menor razão convencional de rotação de ombro, ou seja, maior desequilíbrio de força de ombro.

2.3. Maturação biológica e desempenho esportivo

No tênis, o nível de condicionamento físico tem um papel determinante na *performance*, sendo que a força e potência de membros superiores e inferiores, a velocidade, a agilidade, a resistência muscular, a potência e a capacidade aeróbia e anaeróbia são as qualidades físicas exigidas no jogo (SIMÕES; BALBINOTTI, 2009).

Entretanto, quando se trata de atletas em processo de crescimento e desenvolvimento, deve-se levar em consideração que nem todas estas capacidades estão desenvolvidas por completo e que, assim como suas dimensões corporais, o seu funcionamento está em processo de desenvolvimento, de acordo com seu *status* de maturação. Conforme estabelecido por Armstrong e Welsman (2002), as crianças não podem ser consideradas como um diminutivo do adulto.

É comum, jovens com mesma idade cronológica apresentarem diferenças nos desempenhos físicos, isto devido ao fato de que indivíduos de mesma idade se encontram em *timing* e *tempo* de maturação diferentes. Por isso, é necessário compreender a relação entre a maturação biológica e o desempenho esportivo (BAXTER-JONES, 1995; BEUNEN et al., 1981, 1992; SHERAR et al., 2005).

Para identificar os jovens tenistas promissores (detecção de talentos), os treinadores têm utilizado como principais ferramentas os resultados de torneios e os rankings (UNIERZYSKI, 2005). Devido a isto, jovens tenistas têm se especializado cada vez mais cedo, antes mesmo do início da puberdade (DE BOSSCHER et al., 2009).

O desenvolvimento das crianças tanto no aspecto morfológico como também no aspecto orgânico (funcional, fisiológico) não ocorrem simultaneamente e não são proporcionais ao estado final (ou maturo). Por isso, não se pode utilizar escalas de um adulto para comparação. Além disso, a idade cronológica (IC) não representa necessariamente um marco biológico em relação ao seu desenvolvimento morfológico e funcional. Apesar da IC ser a referência mais comum tanto em estudos de crescimento e desempenho como também para categorização em competições, existe uma variação considerável em crescimento,

maturação e desempenho entre indivíduos de mesma IC, especialmente durante a puberdade (BEUNEN; MALINA, 2004).

A maturação biológica envolve o processo de crescimento e desenvolvimento de sistemas, tecidos e órgãos (LOURENÇO; QUEIROZ, 2010). A variação individual no *timing* e *tempo* do estirão de crescimento adolescente está bem documentada (BEUNEN; MALINA, 2004). *Timing* se refere ao momento em que o estirão ocorre, enquanto *tempo* se refere ao ritmo na qual o indivíduo se direciona ao estirão. No intuito de apreciar as diferenças individuais em *timing* e *tempo*, é necessário haver um ponto de referência além da idade cronológica, sendo assim utilizados os indicadores de maturação. A maturação pode ser classificada como somática, sexual ou esquelética, dependendo do indicador utilizado para determiná-la. Os principais indicadores de maturação são a idade esquelética (IE), idade de aparecimento de caracteres sexuais secundários e idade de pico de velocidade em estatura (PVE) (BEUNEN; MALINA, 1988). A relação entre *status* de maturidade e desempenho também é considerada a partir de duas perspectivas: a associação entre indicadores de maturidade biológica e desempenho; e a comparação das características de desempenho de crianças de mesma idade cronológica (IC) com *status* de maturidade contrastantes (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). No que concerne às crianças e adolescentes no âmbito esportivo, as categorias são determinadas pela IC e, por isso, torna-se importante compreender a influência da maturação sobre o desempenho em crianças e adolescentes de mesma IC.

Em estudos envolvendo maturação e desempenho, as crianças e adolescentes têm sido agrupadas em três categorias: precoce (avançada), média (no tempo) e tardia (atrasada), de acordo com o indicador de maturidade utilizado em comparação à idade cronológica (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Em meninos de 13 à 16 anos de idade, a IE tem explicado em grande parte a variação da dimensão corporal (BEUNEN et al., 1981). A maturação avançada tem influenciado positivamente vários componentes de aptidão, incluindo o desenvolvimento de potência aeróbia, força muscular e resistência muscular (BAXTER-JONES, 1995).

Em um estudo pioneiro e com amostra longitudinal cruzada do *Adolescent Growth Study*, em Oakland, na Califórnia, foi verificado que

os meninos com IE avançada são mais fortes em todas as idades do que os meninos médios e tardios em maturação. Entretanto, os meninos considerados médios e atrasados apresentaram diferenças pequenas entre si nos valores de força muscular (JONES, 1949). A produção de força está relacionada ao tamanho corporal, e diferenças entre adolescentes de *status* de maturidade contrastante são, em parte, determinadas pelas diferenças morfológicas.

Jones (1949) utilizou as forças de prensão manual e de impulsão de salto relativas ao peso corporal e à estatura para comparar entre os *status* de maturidade em meninos. Quando expressas em relação à massa corporal, as diferenças em força de prensão entre os três grupos foram reduzidas e, em muitas idades, meninos tardios têm uma maior força de prensão por unidade de massa corporal. Entretanto, a força de impulsão por unidade de peso corporal foi maior em meninos precoces em maturação entre os 13 e 17 anos. Quando a força é expressa por unidade de estatura, as diferenças entre os três grupos de maturidade de meninos persistem ao longo da adolescência. Meninos precoces em maturação possuem mais força por unidade de estatura em todas as idades, exceto aos 11 anos, e a diferença entre os meninos precoces em maturação e os outros dois grupos aumenta com a idade para força de impulsão. De acordo com o autor, a vantagem da força de meninos precoces em maturação, quando expressa em relação à altura, reflete seu rápido estirão de crescimento em estatura e sua maior massa muscular.

Durante a adolescência, o ganho de força e o crescimento em estatura aumentam mais do que o esperado para a idade nos meninos, especialmente a força das extremidades superiores. Este aumento está relacionado à maior massa muscular dos braços em meninos precoces em maturação, mesmo após controlar a variação em estatura entre meninos precoces e tardios em maturação (FAIGENBAUM, 2008).

A variação em crescimento e desempenho, associada a diferenças em *status* de maturidade, é geralmente centrada na adolescência, quando diferenças individuais no tempo e no ritmo do estirão de crescimento da adolescência e na maturação sexual são especialmente óbvias (MALINA; BOUCHARDE; BAR-OR, 2009).

Indivíduos em estágios maturacionais mais avançados apresentam massa corporal e estatura significativamente superiores em comparação com os mais tardios. Um aspecto a ser considerado nesse sentido é o fato de que os jovens com maturação física precoce podem ter certa

vantagem em modalidades esportivas que privilegiem um maior tamanho corporal. Apesar disto, Ré et al. (2005) realizaram um estudo de correlação entre maturação sexual e desempenho motor em jovens do sexo masculino entre 10 e 16 anos. Neste estudo, foi observado que, mesmo apresentando maior massa corporal e estatura entre sujeitos da mesma faixa etária, os meninos em estágio de maturação mais avançado não tiveram melhor desempenho motor em relação aos outros meninos.

O PVE tem sido utilizado como referência para relacionar o estirão de crescimento à *performance*. Em um estudo longitudinal realizado com meninos belgas, foi observado que as velocidades pico em força estática, força explosiva e resistência musculares ocorrem após o PVE (ESPENSCHADE, 1940 apud BEUNEN; MALINA, 1988). O desenvolvimento destas variáveis parece iniciar um ano e meio antes do PVE e atinge um pico entre meio ano a um ano após o PVE, com ganho médio de força de $12 \text{ kg}\cdot\text{ano}^{-1}$ (BEUNEN; MALINA, 1988; BEUNEN, G.P., MALINA, R.M.; M.A., 1988). Por outro lado, o melhor desempenho em testes de velocidade e flexibilidade ocorrem antes do PVE.

As correlações entre IE como indicador de maturidade e vários indicadores de desempenho motor, incluindo teste de velocidade, flexibilidade, força e potência muscular e resistência muscular, variam de baixa a moderada em crianças e adolescentes (BEUNEN; MALINA, 2004). A força estática é positivamente correlacionada com a IE em todas as idades em meninos e meninas pré-adolescentes, enquanto a resistência muscular é negativamente correlacionada com a IE em meninos de 12 e 13 anos de idades, tornando-se positiva a partir dos 14 anos. Parece haver uma influência da maturação somática sobre o desempenho, destacando a importância do crescimento corporal em composição, dimensões e proporções (BEUNEN; MALINA, 2004).

No intuito de compreender melhor a relação da maturação com o desempenho esportivo, serão apresentados nos próximos capítulos a relação entre maturação somática e medidas antropométricas e as características neuromusculares na infância e adolescência.

2.3.1. *Maturação somática e medidas antropométricas*

O crescimento está intimamente relacionado ao processo de maturação e, portanto, ambos devem ser vistos como dependentes. O padrão geral de crescimento pós-natal é similar entre indivíduos, porém

existe considerável variabilidade em tamanho atingido e razão de crescimento em diferentes idades. Essa variabilidade se aplica tanto ao corpo como um todo quanto a segmentos e tecidos específicos. Uma das maneiras mais utilizadas para estudar e/ou acompanhar o crescimento durante a infância e adolescência são as medidas antropométricas (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Conforme as crianças crescem, elas se tornam mais altas e pesadas, tendo um aumento nos tecidos musculares, adiposo e em seus órgãos (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). O crescimento em estatura e o aumento do peso corporal são as expressões visualmente mais fáceis de serem observadas referente à maturação biológica da criança (ROWLAND, 1996).

O crescimento em estatura é rápido na infância e no início da pré-adolescência, mantém-se ligeiramente estável durante a pré-adolescência, torna-se rápido no estirão adolescente e aumenta mais lentamente até que o crescimento cesse com o alcance da estatura adulta. Este padrão é geralmente similar para peso corporal e outras dimensões, com exceção da gordura subcutânea e da distribuição de gordura corporal (BEUNEN; MALINA, 2004).

As curvas de crescimento ou de tamanho atingido são bastante utilizadas para avaliar o *status* de crescimento de uma única criança ou de uma amostra de crianças. Os valores de referência não são padrões, visto que eles servem apenas para comparar o tamanho atingido de uma criança ou um grupo de crianças em relação aos dados de crescimento derivados de uma grande amostra de crianças saudáveis e sem patologias aparentes. As curvas de crescimento como referência são, em geral, representadas de diferentes percentis, devido à grande variabilidade entre crianças da mesma idade. A utilização das curvas de crescimento em estatura e peso corporal, permite que se possa avaliar a relação entre essas duas variáveis e portanto, identificar o estado nutricional.

O PVE durante o estirão de crescimento na adolescência é uma referência para a comparação de mudanças em dimensões corporais, proporções, composição física e desempenho físico (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Além da estatura e do peso corporal, a altura sentado, as circunferências de membros, em especial, braços e panturrilhas, diâmetros ósseos e dobras cutâneas também são medidas

utilizadas para observar as mudanças decorrentes do desenvolvimento morfológico de crianças e adolescentes.

A altura sentado (altura tronco-encefálica) é a medida da distância da superfície na qual o indivíduo está sentado até o topo da cabeça. O valor da estatura total menos a estatura sentado fornece uma estimativa de comprimento dos membros inferiores (comprimento subquial ou das pernas). Além disso, a razão da altura sentado com a estatura é uma das maneiras de estimar a maturação biológica. Esta razão se modifica ao longo do crescimento, sendo maior na infância e declinando na adolescência. Ela permanece mais baixa no estirão de crescimento adolescente, aumentando posteriormente no final da adolescência. Isto porque ocorre um crescimento acelerado de membros inferiores na infância e pré-adolescência em comparação ao crescimento de tronco, fazendo com que a altura sentado contribua progressivamente menos para a estatura, declinando até o início da adolescência. No estirão de crescimento, o aumento de membros inferiores diminui ao passo que o tronco acelera seu crescimento, aumentando a razão e contribuindo para o crescimento durante o estirão (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Um aumento na velocidade de crescimento em altura marca o início do estirão de crescimento na adolescência. A velocidade de crescimento em altura atinge o pico e, depois, decai gradativamente. Dados longitudinais são necessários para identificar as inflexões na curva de crescimento e as idades nas quais elas ocorrem. O estirão de crescimento da adolescência refere-se à aceleração no crescimento neste período. Em meninos, ele começa em média, por volta dos 10 ou 11 anos, atinge o pico por volta dos 14 anos e cessa por volta dos 18 anos (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Devido ao fato de as circunferências de membros estarem relacionadas com a composição corporal (tecidos músculo-esquelético e adiposo), a curva de crescimento das circunferências de membros é semelhante à de massa corporal.

O conteúdo mineral ósseo aumenta linearmente com a idade, sem diferença entre os gêneros na pré-adolescência. No início da adolescência, as meninas apresentam um maior conteúdo mineral ósseo que os meninos; essa diferença reflete seu estirão de crescimento anterior. Os meninos têm seu estirão de crescimento posterior ao das meninas e continuam a aumentar até o final da adolescência. A

diferença entre os sexos em mineral ósseo é semelhante àquela para estatura e peso. No entanto, à medida em que o crescimento em estatura diminui no final da adolescência, a inclinação da curva de crescimento do conteúdo mineral ósseo continua a aumentar até os 20 anos em meninos (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

As medidas antropométricas têm sido muito utilizadas em estudos de crescimento, auxiliando na identificação de estágios de maturação além de monitorar o crescimento físico. Ainda, em se tratando de jovens que treinam regularmente um esporte considerado assimétrico, devido à predominância unilateral sobre os golpes exigidos em membros superiores, torna-se necessário investigar as dimensões corporais frente a demanda unilateral de segmentos corporais exigidos no esporte. Mais especificamente, os segmentos em que há uma maior exigência técnica e, por consequência, maior repetição de movimento podendo resultar em um desenvolvimento musculoesquelético assimétrico como uma adaptação à prática regular.

2.3.2. Características neuromusculares na infância e adolescência

O desenvolvimento de tensão muscular (ou seja, quanto de força o músculo consegue produzir) depende do número de fibras recrutadas, da frequência de impulsos nervosos, do comprimento e da área de secção transversa do músculo, da temperatura e do tipo de fibra muscular (ROWLAND, 1996).

A força muscular é uma das variáveis que está relacionada com o desempenho de atletas de diversas modalidades. Esta capacidade física está diretamente relacionada, quando passa a ser o principal determinante em uma competição (levantamento de peso, por exemplo) e indiretamente, quando há necessidade de melhorar a força para fortalecer os músculos envolvidos no padrão motor da modalidade a fim de gerar mais potência, aumentar resistência muscular, melhorar técnica, evitar lesão, entre outros (SIMÕES; BALBINOTTI, 2009).

Existe uma variedade de termos atribuídas à força que se referem à ação muscular, sendo elas: contração voluntária isométrica máxima; contração voluntária isométrica provocada por estímulo elétrico (twitch); contração tetânica provocada por estímulo elétrico; e contração voluntária isocinética máxima. A força gerada a partir de um estímulo elétrico representa de maneira mais simples o potencial que um músculo

ou grupo muscular tem de gerar força interna, embora a força mensurada/observada ainda seja a externa (DE STE CROIX, 2007).

A força muscular é o produto das forças exercidas pelos componentes contráteis e a elasticidade/extensão do tecido conjuntivo. É evidente que a força máxima que o músculo produz é influenciado por um número de fatores (neural, muscular e mecânico). No intuito de avaliar a influência do crescimento e maturação sobre o desenvolvimento de força muscular da infância à adolescência até a fase adulta, todos estes fatores devem ser considerados (DE STE CROIX, 2007).

Testes de força muscular são comumente utilizados por pesquisadores para monitorar as variáveis determinantes da força e o seu desenvolvimento durante a infância e a adolescência (DE STE CROIX, 2007). Dinamômetros isocinéticos têm sido um dos equipamentos utilizados para a avaliação da função muscular em populações pediátricas (DE STE CROIX; DEIGHAN; ARMSTRONG, 2003), especialmente por fornecer informações precisas e reprodutíveis do torque muscular durante diferentes ações musculares e velocidades angulares (CARVALHO et al., 2011; KELLIS et al., 1999). Os dinamômetros isocinéticos possibilitam controlar a velocidade de movimento, bem como o tipo de contração muscular (concêntrica, excêntrica ou isométrica). Desta forma, é possível avaliar as características neuromusculares associadas a determinados segmentos corporais, utilizando diferentes abordagens (DE STE CROIX, MARK; DEIGHAN; ARMSTRONG, 2003).

Embora as ações isocinéticas não sejam comuns no dia-a-dia, elas fornecem informações adicionais em relação à força muscular sob condições dinâmicas. Dado as diferentes estratégias de controle neural e mecânico das ações concêntricas e excêntricas (KELLIS; BALZOPoulos, 1998; SEGER; THORSTENSSON, 2000) e a significância de ambas ações na vida diária, as investigações de desenvolvimento de força associado à idade e sexo deveriam considerar concorrentemente a capacidade de um indivíduo em realizar ambos os tipos de ação muscular.

Os dinamômetros isocinéticos medem/avaliam o torque, que é uma função da força muscular (proporcional à área de secção transversa) e a vantagem biomecânica do sistema de alavanca (momento do braço). Pela perspectiva fisiológica, os fatores que controlam as variações de

força muscular relacionadas à idade e sexo são de grande interesse, ainda que muito seja desconhecido sobre os fatores que contribuem às diferenças observadas da força isocinética associadas à idade e sexo.

Os possíveis fatores que podem determinar o ganho da força muscular decorrente da maturação na infância e adolescência são: aumento do tamanho corporal, aumento do volume muscular desenvolvimento do mecanismo contrátil, maturação neural, alterações endócrinas (hormonais) e aspectos genéticos (BLIMKIE; MACAULEY, 2001).

A influência do tamanho corporal no desenvolvimento de força tem sido investigado em diversos estudos (CARRON; BAILEY, 1981; DE STE CROIX, 2007; DEGACHE et al., 2010; KANEHISA et al., 1995). A estatura e massa corporal são as variáveis mais utilizadas como medidas de tamanho corporal devido à facilidade de mensuração. Os coeficientes de correlação específicos à idade entre força e massa corporal em meninos costumam ser de baixo a moderado no meio da infância e tende a aumento até atingir o pico durante a puberdade diminuindo no final da adolescência (BLIMKIE; MACAULEY, 2001; DE STE CROIX; ARMSTRONG; WELSMAN, 1999). É importante ressaltar que quando o torque de flexão e extensão de joelho foram ajustados pela massa corporal utilizando a razão padrão, a taxa de alteração na força entre 9 e 21 anos foram subestimadas comparadas aos dados ajustados pelas massa corporal utilizando técnicas alométricas (DE STE CROIX; ARMSTRONG; WELSMAN, 1999).

Conforme a massa muscular aumenta na pré adolescência e adolescência, existe um aumento na força muscular. As curvas de crescimento referente à força muscular são similares às observadas em massa muscular corporal. Em meninos, o pico de ganho de força ocorre por volta de 1,2 anos após o PVE (DE STE CROIX, 2012). Este padrão sugere que durante os períodos de rápido crescimento (estirão de crescimento), o músculo aumenta primeiro em massa e depois na sua capacidade de produzir força (BEUNEN; MALINA, 1988).

O volume muscular tem sido bastante associado ao ganho de força (ROWLAND, 1996). Oertel (1988) observou em um estudo transversal, que o processo de hipertrofia da fibra de ambos os músculos deltóide e vasto lateral envolve um aumento médio de cinco vezes no diâmetro do nascimento ao final da adolescência. Outros estudos sugerem que a dimensão da hipertrofia durante a infância difere entre

grupos musculares. Dois estudos mostraram que entre o nascimento até o final da adolescência, o diâmetro da fibra muscular do vasto lateral aumenta dez vezes em relação ao nascimento enquanto o deltóide aumenta apenas cinco vezes (AHERNE et al., 1971; BOWDEN; GOYER, 1960). Malina e Bouchard (2009) especularam que tais diferenças refletem a função ou a intensidade da carga de trabalho pela qual o músculo é exposto durante o crescimento.

Davies, White e Young (1983) não encontraram diferenças na capacidade do músculo em produzir força por área de secção transversa, na fadigabilidade e na velocidade de contração e de relaxamento em crianças entre 11 e 14 anos de idade de ambos os sexos em relação a jovens adultos com idade média de 21 anos. Isto implica que a composição da fibra muscular e a função são uniformes durante o final da adolescência até o início da fase adulta. Com isto, acredita-se que as diferenças na força entre meninos e meninas estão relacionadas mais à composição corporal e estimulação hormonal do que influências relacionadas ao sexo nas propriedades contráteis do músculo.

De acordo com alguns autores (ASMUSSEN; HEEL-BOLL-NIELSEN, 1955; CARRON; BAILEY, 1981), o fato de a força estar diretamente relacionada à área de secção transversa do músculo, que por sua vez tem relação com a estatura corporal elevada ao quadrado, por consequência, o ganho de força deveria ocorrer na mesma proporção (estatura²). Entretanto, os pesquisadores têm encontrado que existe uma grande variabilidade na relação de força e altura para diferentes grupos musculares. Além disso, Carron e Bailey (1981) observaram que o aumento anual de força em meninos entre 10 e 16 anos foi de 22,7%, valor este superior ao aumento de 12,1% estimado a partir da relação da estatura elevada ao quadrado. Estes resultados fortalecem a idéia de que diferenças qualitativas assim como quantitativas no desenvolvimento muscular podem contribuir para o ganho de força.

O mecanismo contrátil não parece explicar o ganho de força na infância e adolescência, uma vez que as propriedades (número de filamentos por área de secção transversa, comprimento do sarcômero, sobreposição máxima entre actina e miosina, grau de encurtamento da fibra e força máxima realizada em uma contração por unidade de massa muscular) associadas à contratilidade parecem permanecer similares mesmo em diferentes espécies animais e independente do tamanho. Davies, White e Young (1983) encontraram propriedades contráteis

similares tanto em indivíduos com diferentes idades como também entre os gêneros. Os autores atribuem o ganho de força à diferença na composição corporal e à estimulação hormonal decorrentes do processo de maturação.

Embora a força de meninos e meninas seja basicamente igual durante a pré adolescência, as diferenças hormonais durante a puberdade são responsáveis por uma aceleração no desenvolvimento de força em meninos, o que não ocorre nas meninas (DE STE CROIX, 2007).

Um fator importante relacionado à força muscular em crianças é o desenvolvimento do sistema nervoso. Se a mielinização das fibras nervosas forem ausentes ou incompletas, reações rápidas e movimentos de agilidade não poderiam ser realizadas com sucesso, e altos níveis de força e potência seriam impossíveis. Conforme o sistema nervoso se desenvolve, a criança melhora seu desempenho em habilidades que requerem equilíbrio, agilidade, força e potência (FAIGENBAUM, 2008). Uma vez que a mielinização de muitos motoneurônios é incompleta até a maturação sexual, não se deve esperar que as crianças respondam ao treinamento da mesma maneira ou que atinga o mesmo nível de habilidade que os adultos até que atinjam a maturação neural (KRAEMER et al., 1989).

Com o objetivo de avaliar o processo de ativação neural relacionado à contração muscular, existem duas diferentes abordagens muito utilizadas em estudos: análise de eletromiografia de superfície (ativação neural voluntária) e técnica do *twitch* interpolado (BASSA et al., 2013).

A fim de observar fatores neurais associados ao ganho de força, Ozmun, Mikesy e Surburg (1994) reportaram mudanças eletromiográficas em crianças com idade entre 8 e 12 anos após 8 semanas de treino de força, resultando em aumento da atividade neural acompanhado de aumento de força mas não de massa muscular. Dentre os fatores que podem influenciar as mudanças no desenvolvimento neural estão o processo de mielinização (KRAEMER et al., 1989), coordenação dos músculos sinergistas e antagonistas e aumentos no grau de ativação da unidade motora (ROWLAND, 1996).

Asmussen (1973) foi o primeiro a propor que as diferenças de forças entre crianças e adultos poderiam estar relacionadas à maturação neuromotora. Estudos pediátricos envolvendo ativação muscular tem

focado nos membros inferiores (GROSSET et al., 2008; LAMBERTZ et al., 2003; PÄÄSUKE; ERELIN; GAPEYEVA, 2000; STRECKIS; SKURVYDAS; RATKEVICIUS, 2007). Entretanto, as mudanças na força relacionados à idade em membros superiores se diferem das observadas em membros inferiores (PARKER et al., 1990), assim como as mudanças de força nos flexores de cotovelo são diferentes das mudanças observadas nos extensores de cotovelo (KANEHISA et al., 1995). Além disso, enquanto os membros inferiores são comumente utilizados para o controle da postura e locomoção, tarefas estas que normalmente não necessitam contrações rápidas, os membros superiores são mais frequentemente utilizados para alcançar e agarrar, e pode envolver contrações rápidas e tarefas multicoordenadas de controle motor preciso. (HIRSCHFIELD, 2007). Tais diferenças funcionais poderiam manifestar-se de maneira diferente na relação força-velocidade em membros superiores e inferiores (CHARTERIS, 1999). Portanto, a ativação e o desempenho muscular de membros inferiores pode não refletir nas características correspondente aos membros superiores.

Com o objetivo de observar as diferenças de ativação neuromuscular entre crianças de 11 anos e adultos com idade média de 22 anos, Halin et al. (2003) compararam a força de flexores de cotovelo e os sinais eletromiográficos durante uma contração voluntária máxima (CVM) sustentada. Dentre os parâmetros referentes à eletromiografia, foram analisados a frequência de potência média e a frequência da mediana, ambos relacionados à sensibilidade de alterações no sistema metabólico e iônico. Em situações de fadiga, o maior decréscimo destas duas variáveis parece estar associado ao maior percentual de fibras do tipo II (KUPA et al., 1995; TAYLOR et al., 1997).

Neste estudo, os autores observaram que a resposta do sistema neuromuscular frente à contração máxima sustentada até a fadiga foi diferente entre meninos de 11 anos e homens de 22 anos. Esta diferença, segundo os autores, se deve ao maior acúmulo de produtos metabólicos e iônicos induzidos pela maior utilização do sistema glicolítico em homens e/ou a uma maior participação de unidades motores do tipo II em homens comparados aos meninos. Com isto, parece haver uma diferença na ativação neuromuscular e ou uma predominância de fibras do tipo II nos músculos flexores do cotovelo em homens quando comparado aos meninos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da pesquisa

O presente estudo pode ser caracterizado quanto a sua natureza como sendo uma pesquisa aplicada, pois possui como objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática e dirigida para solucionar problemas específicos. Quanto à abordagem do problema, o estudo pode ser considerado uma pesquisa quantitativa, visto que os dados serão quantificados, classificados e analisados (SILVA ET AL., 2011). Quanto aos objetivos propostos, a pesquisa caracteriza-se como sendo um estudo transversal de inter-relação do tipo correlacional, por tratar-se de uma pesquisa descritiva que tem como delineamento básico coletar dados sobre duas ou mais variáveis nos mesmos sujeitos e explorar as associações existentes entre elas (THOMAS; NELSON, 2002). Por fim, em relação aos procedimentos técnicos, essa pesquisa pode ser classificada como empírica.

3.2. Sujeitos da pesquisa

A seleção dos participantes foi do tipo intencional não-probabilística, sendo composta por 21 jogadores de tênis, do sexo masculino, com idade entre 11 e 18 anos. Todos os participantes deveriam ter no mínimo dois anos de experiência com o tênis competitivo.

Os participantes foram informados e familiarizados com todos os procedimentos do experimento, assim como os riscos e benefícios, assinando um termo de consentimento livre e esclarecido.

3.3. Critério de Inclusão

Os seguintes critérios de inclusão foram adotados no presente projeto:

- Treinar a modalidade de Tênis há pelo menos 2 anos;
- Competir no mínimo em nível estadual;
- Não apresentar lesões musculoesquelética no período das coletas;

- Realizar a familiarização de todos os protocolos envolvidos no estudo.

3.4. Descrição geral da coleta de dados

Todas as avaliações, previamente agendadas, foram realizadas no Laboratório de Esforço Físico (LAEF) localizado no Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em Florianópolis, SC. Antes de iniciarem os procedimentos para a coleta de dados, os sujeitos participantes do estudo e responsáveis foram esclarecidos sobre os objetivos e os métodos da pesquisa e na sequência assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética sob o parecer número 837.466.

Na primeira visita, foram obtidas as seguintes medidas antropométricas: estatura, estatura sentado (tronco-encefálica), massa corporal, diâmetros umeral e femoral, circunferências de braço relaxado (6 medidas) e de braço contraído, de coxa e panturrilha medial, espessura de dobra cutânea de tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaca, supraespinhal, abdominal, coxa e panturrilha. Para comparar possíveis assimetrias morfológicas, as seguintes medidas antropométricas foram obtidas em ambos os lados: dobras cutâneas, diâmetros ósseos e circunferências de coxa medial e panturrilha medial. As avaliações foram realizadas seguindo técnicas padronizadas adotadas pelo *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) (MARFELL-JONES et al., 2001). Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador, um antropometrista creditado pela ISAK.

A partir das medidas antropométricas, foram calculados os seguintes índices: composição corporal, somatório de dobras cutâneas para ambos os lados do corpo, volume de cada braço, e maturação somática (previsão da idade do pico de velocidade de crescimento).

Na segunda visita foram realizados os testes de força em um dinamômetro isocinético (Biodex, EUA). Primeiramente, os sujeitos realizaram um aquecimento da articulação de ombro já posicionados na cadeira acoplada ao dinamômetro. O aquecimento consistiu em 10 repetições de rotação externa e rotação interna concêntricas a uma velocidade angular de $120^{\circ}.s^{-1}$. Durante o aquecimento, foi solicitado aos sujeitos que iniciassem o movimento de maneira submáxima e que fossem aumentando a intensidade de força aplicada ao longo das

repetições. Foi dado um intervalo de 2 minutos e então realizou-se uma familiarização, sendo solicitado aos sujeitos que realizassem 2 contração submáximas na velocidade de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$. Para as coletas de dados, foram realizadas 2 séries de 3 contrações isocinéticas concêntricas de rotação externa e interna de ombro em velocidade de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ com intervalo de 2 minutos entre cada série. Este protocolo foi aplicado nos dois lados.

A velocidade de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ foi selecionada tendo em vista esta ser a mais comumente utilizada em estudos com jovens tenistas. Além disso, apesar dos estudos também investigarem velocidades maiores, entre $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ (ELLENBECKER; ROETERT, 2003; SACCOL et al., 2010), existe uma dificuldade em adolescentes para atingir velocidades acima de $22,18 \text{ rad} \cdot s^{-1}$ ($124,9^{\circ} \cdot s^{-1}$) sem familiarização e prática adequadas. De acordo com De Ste Croix *et al.* (2003), velocidades mais lentas auxiliam na compreensão do padrão de movimento a ser realizado e diminui o risco de lesão.

3.5. Instrumentos de medidas

3.5.1. Obtenção das variáveis antropométricas

Foram realizadas medidas de massa corporal utilizando-se uma balança eletrônica com resolução de 0,1 kg (marca Toledo®). A estatura em pé estatura tronco-encefálica foram obtidas com um estadiômetro com resolução de 0,1 cm (marca Sanny®). As medidas de circunferências foram obtidas com uma fita métrica com escala de 0,1 mm (marca Cescorf®). Para a mensuração das dobras cutâneas foi utilizado um adipômetro científico com resolução de 0,1 mm (marca Cescorf®, Porto Alegre, Brasil).

3.5.2. Obtenção do torque isocinético

Um dinamômetro isocinético da marca Biodex System 4 (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, EUA) foi utilizado para a realização dos testes de força muscular (Figura 1).



Figura 1. Modelo do equipamento isocinético utilizado no presente estudo.

3.5.3. Protocolo de avaliação antropométrica

As medidas de massa corporal, estatura e estatura tronco-encefálica foram obtidas com o participante utilizando vestimenta leve e sem calçados. A partir da diferença entre os valores obtidos para estatura e estatura tronco-encefálica foi realizada a estimativa do comprimento de membros inferiores. Ainda, foram mensuradas as espessuras das dobras cutâneas de bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaca, supraespinal, abdominal, coxa e panturrilha em ambos os lados.

O percentual de gordura corporal (%GC) foi determinado a partir da equação proposta por Slaughter et al. (1988) (Equação 1) para crianças e adolescentes na faixa etária de 8 a 17 anos:

$$\text{Equação 1: } \%GC = (0,735 \cdot (TR + SE) + 1,0)$$

Onde: %GC é o percentual de gordura corporal, TR e SE são as dobras cutâneas nos pontos anatômicos tricípital e subescapular, respectivamente.

Para mensurar o diâmetro ósseo do úmero, o sujeito permaneceu sentado, com o cotovelo flexionado, de frente para o avaliador. O avaliador identificou o epicôndilo lateral e medial do úmero através de palpação e então, demarcou os locais com uma caneta dermográfica. Após a demarcação, o avaliador posicionou o paquímetro para realizar a

leitura, sendo que cada haste do aparelho deveria estar em contato com a região demarcada com os dedos indicadores fazendo uma pressão sobre o aparelho contra os epicôndilos.

Para mensurar o diâmetro ósseo do fêmur, o sujeito permaneceu sentado com o joelho flexionado aproximadamente a 90 graus. O avaliador identificou os epicôndilos femorais medial e lateral com o auxílio do dedo médio e então demarcou os pontos.

A partir das circunferências de braços e alturas, o volume total do membro superior esquerdo e direito foram calculados conforme descrito por Jones e Pearson (1969), no qual é baseado na soma de 5 segmentos de cones truncados (Fig. 1). Para realizar a medida, o participante permaneceu em pé, em posição ortostática e as mãos em posição supinada, sete circunferências foram mensuradas em locais pré-determinados. As alturas (h) entre as circunferências foram obtidas utilizando uma fita métrica. Além disso, foi medida a espessura da dobra cutânea do bíceps e tríceps. A fim de se obter o volume de um segmento de cone (V), a seguinte equação (2) foi utilizada:

$$\text{Equação 2: } V = (A_1 + A_2 \cdot (A_1 \cdot A_2)^{0,5}) \cdot h / 3$$

Onde: V é o volume segmentar, h é a distância entre as circunferências, A_1 é área da circunferência superior e A_2 é a área da circunferência inferior.

Para quantificar os volumes de membros superiores, foram mensuradas as circunferências e os comprimentos utilizando uma fita não elástica no lado esquerdo e direito do corpo e anotado o valor mais próximo de 0,1 cm. Para as circunferências e comprimentos de membros superiores, os sujeitos permaneceram em pé, posicionados de lado em relação ao observador, com o membro superior relaxado ao lado do corpo. Seis níveis foram marcados com o auxílio de uma caneta marcador em cada braço (Figura 2): (1) processo estiloide da ulna, (2) a maior circunferência do antebraço, (3) o olécrano, (4) a maior circunferência de braço, (5) a inserção distal do deltoide e (6) o acrômio. As seis circunferências foram medidas passando a fita em volta do membro superior em cada nível marcado e os cinco comprimentos entre cada marca sucessivamente. Cinco cones truncados foram definidos, conforme Figura 2: do punho (processo estiloide da ulna) à maior circunferência do antebraço (V1); da última circunferência ao cotovelo (olecrano; V2); do cotovelo à maior circunferência de braço

(V3); da maior circunferência de braço à inserção distal do deltoide (V4); e desta última circunferência à inserção proximal do deltoide (V5) (KARGES et al., 2003; MEGENS et al., 2001; SANDER et al., 2002).

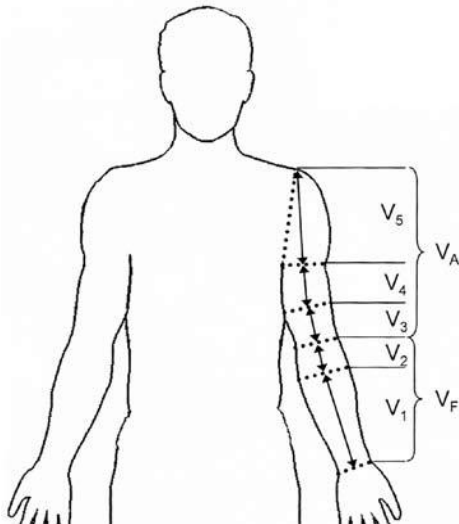


Figura 2. Representação dos pontos de medição de alturas e circunferências para cálculo do volume de membro superior.

Nota: As linhas pontilhadas representam os locais usados para medir as circunferências de punho (processo estiloide ulnar), antebraço (máxima circunferência), cotovelo (olecrano) e braço (maior circunferência) e a inserção proximal e distal do deltoide. As setas representam o comprimento entre as linhas das medidas de circunferência. V1, V2, V3, V4 e V5 correspondem aos cinco cones usados para determinar o volume de membro superior. **Fonte:** (ROGOWSKI et al., 2008).

O volume dos 5 cones do lado dominante e não dominante do membro superior foram calculados utilizando a equação de cone truncado (JONES; PEARSON, 1969; KARGES et al., 2003; MEGENS et al., 2001; SANDER et al., 2002).

Por fim, o volume de antebraço (V_A) foi determinado a partir da soma dos dois cones entre o punho e o cotovelo (V_1+V_2) e o volume de braço (V_B) foi calculado a partir da soma dos três cones entre o cotovelo

e a inserção proximal do deltoide ($V_3 + V_4 + V_5$). O volume total do membro superior (V_T) foi calculado a partir da soma do V_A e V_B .

3.5.4. Estimativa da maturação somática

A maturação somática foi determinada indiretamente a partir da equação proposta por Mirwald (2002) para identificar a distância do pico de velocidade em estatura (PVE) de cada sujeito em relação à idade cronológica, em anos (Equação 3).

Equação 3: $DPVE = -9,236 - 0,0002708 \times (ETE \times CMMII) - 0,001663 \times (IC \times CMMII) - 0,007216 \times (IC \times ETE) - 0,02292 \times (MC/E)$

Onde: DPVE = distância do pico de velocidade em estatura; ETE = estatura tronco-encefálica; CMMII = comprimento de membros inferiores; IC = idade cronológica; MC = massa corporal; E = estatura.

Os participantes do presente estudo foram classificados em dois grupos maturacionais, sendo o critério de corte para dividir os grupos a distância 0 em relação ao PVC (*maturity offset*). Os participantes do estudo que apresentaram valor de *maturity offset* inferior a 0 foram incluídos ao grupo denominado PRÉ_{PVE} enquanto os sujeitos com valor igual ou superior à 0 foram classificados como PÓS_{PVE}.

3.5.5. Teste de força máxima concêntrica de rotadores de ombro

Determinou-se o pico de torque durante uma contração concêntrica de rotação externa e de rotação interna de ombro abduzido a 90 graus. Para a realização da rotação externa/interna do ombro foi utilizado um dinamômetro isocinético conforme previamente descrito. Durante o teste os sujeitos permaneceram sentados na cadeira com o eixo de rotação alinhado à região glenoumeral, com o ombro posicionado a 90° de abdução. A amplitude do movimento de rotação foi de 70°, composto por 40° de rotação externa e 30° de rotação interna, considerando 0° a posição do antebraço na horizontal (Figura 3).

Após realizarem a familiarização com o movimento de rotação externa/interna do ombro, os avaliados executaram uma série de quatro repetições no modo concêntrico/concêntrico em ambos os lados (dominante e não dominante), sendo considerada para análise a repetição que resultar no maior torque de rotação externa e interna. Os movimentos foram realizados em uma velocidade de 60°.s⁻¹. Esta

velocidade foi utilizada em estudos que analisaram o movimento de rotação externa/interna de ombro (ALDERINK; KUCK, 1986; ELLENBECKER; DAVIES, 2000; ELLENBECKER; ROETERT, 2003; RUIVO; PEZARAT-CORREIA; CARITA, 2012).

Os valores de pico de torque concêntrico de rotação interna e externa foram obtidos a partir do *software* Biodex Advantage, sendo obtido o maior valor de pico de torque de rotação interna e de rotação externa observados nas três tentativas.

Após a determinação do pico de torque de rotação interna e externa, foi calculada a razão convencional a partir da equação 5:

$$\text{Equação 5: } (PT_{RE}/PT_{RI}) \times 100$$

Onde: PT_{RE} = pico de torque de rotação externa; PT_{RI} = pico de torque de rotação interna.

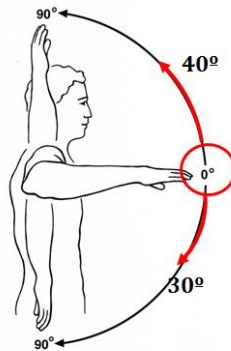


Figura 3. Imagem ilustrativa da amplitude de movimento realizada na avaliação isocinética de rotadores de ombro.

Nota: em vermelho, é possível observar que partindo da posição inicial 0° , foi realizado um movimento de 40° de rotação externa (seta para cima) somado à 30° de rotação interna (seta para baixo) totalizando uma amplitude de movimento de 70° .

3.5.6. Cálculo de assimetria morfofuncional

Para as variáveis morfológicas e funcionais, foi determinado o lado dominante como sendo o lado em que o atleta utilizava a raquete. A

diferença entre os lados dominante e não dominante foram expressas como porcentagem do lado não dominante, calculado a partir da equação (4) proposta por Rogowski *et al.* (2008):

$$\text{Equação 4: } \frac{(\text{VAR}_{\text{ID}} - \text{VAR}_{\text{IND}})}{\text{VAR}_{\text{IND}}} \times 100$$

Onde: VAR_{ID}= lado dominante; VAR_{IND}=lado não dominante das variáveis a serem calculadas.

3.6. Análise Estatística

Inicialmente, a normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro Wilk. Para apresentação dos resultados foi utilizada a estatística descritiva (valor médio e desvio padrão).

Para verificar a assimetria corporal a partir dos índices antropométricos e de força foi utilizado um teste t para dados pareados. Também foi realizado a correlação de Pearson para verificar se houve associação entre as variáveis independentes e a idade cronológica e maturação somática. Além disto, também foi calculado o coeficiente de correlação parcial entre as variáveis e maturação somática, utilizando a idade cronológica e massa corporal como covariáveis.

Para verificar o efeito da maturação e do lado sobre as variáveis independentes, dividiu-se a amostra em dois grupos maturacionais: os que não haviam atingido o PVE (PRÉ_{PVE}); e os que já haviam atingido o PVE (PÓS_{PVE}). Para comparar as diferenças das variáveis independentes entre o lado dominante e não dominante e entre os grupos foi realizado a Análise de Variância (ANOVA) com modelo misto tendo como fator “entre sujeitos” o grupo maturacional e como medidas repetidas o lado. Quando houve interação ou efeito principal significativo, foi realizado um teste Post Hoc de Bonferroni para identificar as diferenças. Também utilizou-se a ANOVA com modelo misto para comparar as variáveis independentes entre os grupos e entre os lados, sendo definidas a idade cronológica e a massa corporal como covariáveis. O teste Post-hoc de Bonferroni foi utilizado quando houve interação entre grupo e lado, afim de identificar onde teve diferença significativa. Para todas as análises foi utilizado nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS

A caracterização dos participantes do presente estudo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e volume de treino médio ± desvio padrão (DP) da amostra completa (n=21).

	Média ± DP	Varição
Idade (anos)	14,4 ± 1,8	10,5 – 18
Estatura (cm)	167,5 ± 14,5	136,5 – 190
Massa corporal (kg)	57,6 ± 15	34,2 - 86,5
Soma de 9 dobras cutâneas* (mm)	93,7 ± 32,8	61,5 – 205
Volume de treino (hs/semana)	13,3 ± 4,3	06 – 20

*9 dobras cutâneas = subescapular, tríceps, bíceps, axilar medial, suprailíaca, supraespinhal, abdominal, coxa medial e panturrilha medial.

A Tabela 2 apresenta as características físicas dos participantes separados a partir do ponto de corte do pico de velocidade da estatura (PVE) (i.e. maturity offset), ou seja grupos pré-PVE e pós-PVE.

Tabela 2. Valores médios ± desvio padrão da idade, estatura e massa corporal para os grupos separados por nível maturacional.

	PRÉ _{PVE} (n=9)	PÓS _{PVE} (n=12)
Idade (anos)	12,5 ± 1,2	15,7 ± 1,2*
Estatura (cm)	154,1 ± 10,5	177,4 ± 6,8*
Massa corporal (kg)	43,8 ± 6,6	66,8 ± 8,4*
Volume de treino (hs/semana)	14,2 ± 3,4	12,9 ± 4,6
<i>Maturity offset</i> (anos)	-1,3 ± 1,1	2,0 ± 1,2**

*p<0,05 em comparação ao grupo PRÉ_{PVE}; **p<0,001 em comparação ao grupo PRÉ_{PVE}

Efeito da idade cronológica e da maturação somática sobre a assimetria morfológica de membros superiores

A Tabela 3 apresenta os valores e a diferença percentual de circunferência de antebraço, dos volumes de membros superiores e do

somatório de dobras cutâneas entre os lados, para a amostra completa. Tanto a circunferência de antebraço como os volumes apresentaram diferença significativa entre os lados dominante e não-dominante.

Tabela 3. Média \pm DP de volumes de braço, antebraço e total e somatório de dobras cutâneas do lado dominante e não dominante ($n=21$).

	Dominante	Não dominante	Delta %
CIRC _{ANTEBRAÇO} (cm)	25,3 \pm 2,4**	24,2 \pm 2,2	4,6
VOL _{ANTEBRAÇO} (cm ³)	961,7 \pm 234,0**	860,5 \pm 211,8	12,0
VOL _{BRAÇO} (cm ³)	2151,0 \pm 677,3*	2027,0 \pm 670,0	6,8
VOL _{TOTAL} (cm ³)	3113,0 \pm 901,2**	2887,0 \pm 869,7	8,2
Σ DC (mm) [#]	88,2 \pm 25,3	87,8 \pm 24,1	3,5

* $p < 0,05$ em comparação ao lado não dominante ; ** $p < 0,001$ em comparação ao lado não dominante # Esta variável não apresentou normalidade e foi testada por meio do teste de Wilcoxon.

A fim de verificar o efeito da maturação sobre a lateralidade os dados foram analisados por meio de uma ANOVA modelo misto, considerando a lateralidade como medida repetida. Assim, constatou-se que não houve interação significativa entre a lateralidade e grupo maturacional para a circunferência de antebraço e para todas as variáveis de volume analisadas. Entretanto, o grupo maturacional apresentou efeito significativo para a circunferência de antebraço ($F=56,361$; $p < 0,001$) e para os volumes de antebraço ($F= 43,670$; $p < 0,001$), braço ($F=36,427$; $p < 0,001$) e total ($F= 40,300$; $p < 0,001$). Também foi observado efeito da lateralidade tanto para a circunferência de antebraço ($F=35,312$; $p < 0,001$) como para os volumes de antebraço ($F=42,633$; $p < 0,001$), braço ($F=11,034$; $p < 0,05$) e total ($F=33,471$; $p < 0,001$).

A Tabela 4 apresenta os valores observados de circunferência de antebraço, volumes de antebraço, braço e total, do lado dominante e não dominante em ambos grupos maturacionais (PRÉ_{PVE} e PÓS_{PVE}).

Tabela 4. Valores médios \pm DP de características morfológicas entre os grupos (PRÉ_{PVE} e PÓS_{PVE}) para ambos os lados (dominante e não dominante).

	PRÉ _{PVE} (n=9)		PÓS _{PVE} (n=12)	
	Dom	Ndom	Dom	Ndom
CIRC _{ANTEBRAÇO} (cm)	22,9 $\pm 1,1^*$	22,1 $\pm 1,0$	27,1 $\pm 1,4^{*\dagger}$	25,7 $\pm 1,4^\dagger$
VOL _{ANTEBRAÇO} (cm ³)	744,5 $\pm 52,2^*$	662,8 $\pm 42,0$	1124,6 $\pm 34,4^{*\dagger}$	1008,7 $\pm 34,3^\dagger$
VOL _{BRAÇO} (cm ³)	1516,0 $\pm 105,9^*$	1442,0 $\pm 124,3$	2627,6 $\pm 120,5^{*\dagger}$	2465,6 $\pm 137,0^\dagger$
VOL _{TOTAL} (cm ³)	2260,5 $\pm 148,3^*$	2104,9 $\pm 160,7$	3752,2 $\pm 151,9^{*\dagger}$	3474,4 $\pm 165,6^\dagger$

*p<0,05 em comparação ao lado não dominante; † p=0,001 em comparação ao grupo pré PVE

Após controlar os efeitos da idade cronológica e da massa corporal sobre as variáveis dependentes, a ANOVA (modelo misto) não detectou diferenças relacionadas à maturação somática (grupos maturacionais) para os valores de circunferência de antebraço e os volumes de membro superior, em ambos os lados. Por outro lado, foi observado um efeito significativo da lateralidade (p<0,001) sobre estas variáveis em ambos os grupos maturacionais (Tabela 5).

Tabela 5. Valores (média ajustada \pm erro padrão) das características morfológicas de membros superiores após controlar os efeitos da idade cronológica e massa corporal para ambos os grupos maturacionais.

	PRÉ _{PVE} (n=9)		PÓS _{PVE} (n=12)	
	Dom	Ndom	Dom	Ndom
CIRC _{ANTEBRAÇO} (cm)	24,7 $\pm 0,4^*$	23,9 $\pm 0,4$	25,8 $\pm 0,3^*$	24,4 $\pm 0,3$
VOL _{ANTEBRAÇO} (cm ³)	933,8 $\pm 33,5^*$	852,1 $\pm 33,5$	982,7 $\pm 27,0^*$	866,8 $\pm 27,0$
VOL _{BRAÇO} (cm ³)	2202,8 $\pm 57,7^*$	2128,8 $\pm 57,0$	2112,5 $\pm 47,0^*$	1950,5 $\pm 47,0$
VOL _{TOTAL}	3136,6	2980,9	3095,2	2817,3

(cm³) ± 63,7* ± 63,7 ± 51,7* ± 51,7

Valores estimados considerando IC = 14,35 anos e MC = 56,95 kg. ^ap<0,05 em comparação ao lado não dominante; ^b p=0,001 em comparação ao grupo pré PVE

Efeito da idade cronológica e da maturação somática sobre a assimetria de força de ombro

Os valores de pico de torque de rotação externa de ombro não apresentaram diferença significativa entre o lado dominante e não dominante quando se analisou a amostra completa (Tabela 6). Por outro lado, o valor de pico de torque de rotação interna de ombro foi maior no lado dominante em comparação ao lado não dominante (p<0,05).

Tabela 6. Valores médios ± DP de pico de torque absoluto (Nm) e relativo (Nm.kg⁻¹) para rotação interna e externa de ombro à 60°/s (n=21).

	Dominante	Não dominante	Delta %
Rotação Interna			
Absoluto (Nm)	31,4 ± 12,6*	26,9 ± 9,7	14,9
Relativo (Nm.kg ⁻¹)	0,53 ± 1,3*	0,46 ± 0,9	14,9
Rotação Externa			
Absoluto (Nm)	24,6 ± 9,6*	23,0 ± 8,7	6,1
Relativo (Nm.kg ⁻¹)	0,42 ± 0,9*	0,39 ± 0,8	6,1
Razão _{RE:RI}	80,8 ± 14,7	85,8 ± 14,7*	-6,1

* Valor maior em comparação ao membro contralateral (p < 0,05).

A Figura 4 representa os valores médios de assimetria de circunferência de antebraço, volume de antebraço, volume de braço e volume total do grupo PRÉ_{PVE} e PÓS_{PVE}. Não foi observada diferença significativa para assimetrias morfológicas entre os grupos maturacionais. O grupo PRÉ_{PVE} apresentou um percentual médio de assimetria de 3,6% para a circunferência de antebraço, de 12,1% para o volume de antebraço, 6% para volume de braço e 7,9% para o volume total. O grupo PÓS_{PVE} apresentou percentuais de assimetrias similares ao grupo PRÉ_{PVE} para circunferência de antebraço (5,4%) e para os volumes de antebraço (12%), braço (7,3%) e total (8,4%).

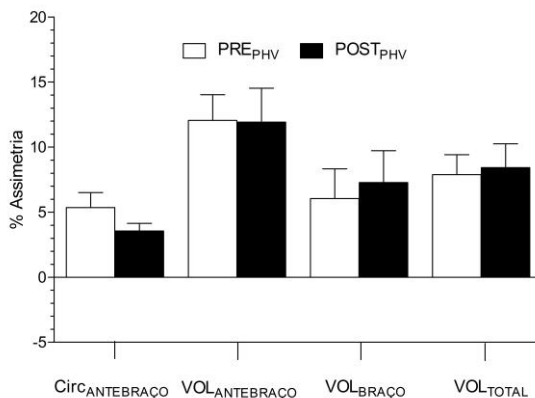
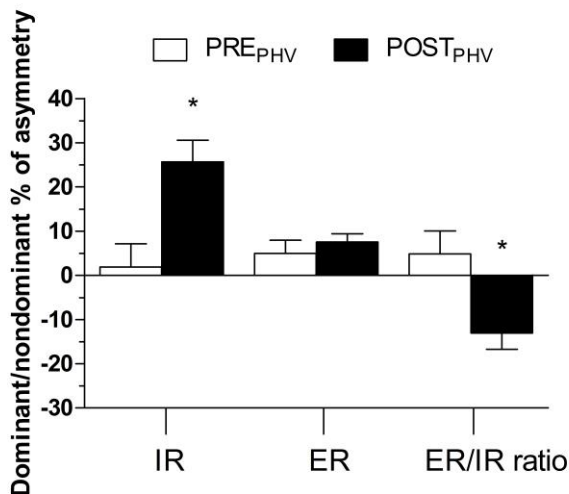


Figura 4. Assimetria morfológica de membros superiores dos grupos PRÉ_{PVE} e PÓS_{PVE}.

Diferentemente da assimetria morfológica, é possível observar (Figura 5) que as assimetrias de força de rotadores internos de ombro e de razão convencional de ombro foram significativamente diferentes entre os grupos ($p < 0,05$). O grupo PÓS_{PVE} teve uma assimetria de 25,7% para a força de rotação interna de ombro enquanto o grupo PRÉ_{PVE} apresentou apenas 1,9% de assimetria. Com relação à razão de força de ombro, foi observada uma assimetria negativa (-13%) para o grupo PÓS_{PVE}, enquanto que para o grupo PRÉ_{PVE} o valor foi positivo (4,9%). A assimetria de força de rotação externa foi similar entre os grupos PRÉ_{PVE}(5%) e PÓS_{PVE} (7,6%).



* Diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$)

Figura 5. Assimetria funcional de membros superiores dos grupos PRÉ_{PVE} e PÓS_{PVE}.

A partir dos resultados da ANOVA (modelo misto) (Tabela 77), foi observada uma interação significativa entre grupo e lateralidade para a força de rotação interna ($F=12,003$; $p=0,003$) e para a razão convencional de rotadores de ombro ($F=9,451$; $p=0,006$). A diferença de PT_{RIE} da razão entre os lados foi dependente do grupo maturacional e, independente do lado, o grupo apresentou efeito sobre o valor de PT_{RI} . Por outro lado, não foi observado efeito do grupo maturacional sobre a razão, independente do lado.

Tabela 7. Valores médios \pm DP de força e razão convencional de rotadores de ombro dos grupos (PRÉ_{PVE} e PÓS_{PVE}) para ambos os lados (dominante e não dominante).

	PRÉ _{PVE} (n=9)		PÓS _{PVE} (n=12)	
	Dom	Ndom	Dom	Ndom
Rotação interna				
Absoluto (Nm)	19,4 \pm 7,3	18,6 \pm 5,1	42,0 \pm 9,8*†	33,7 \pm 7,0†
Relativo (Nm.kg ⁻¹)	0,44 \pm 0,1	0,42 \pm 0,1	0,63 \pm 0,1*†	0,51 \pm 0,1
Rotação externa				
Absoluto (Nm)	16,0 \pm 4,7*	15,1 \pm 3,6	31,8 \pm 6,9*†	29,5 \pm 5,9†
Relativo (Nm.kg ⁻¹)	0,36 \pm 0,1*	0,34 \pm 0,1	0,48 \pm 0,1*†	0,44 \pm 0,1†
Razão _{RE:RI}	86,4 \pm 19,8	82,2 \pm 14,9	76,4 \pm 14,8*	88,9 \pm 10,4

*p<0,05 em comparação ao lado não dominante; † p<0,05 em comparação ao grupo pré PVE.

A Tabela 8 apresenta os valores médios ajustados de força de rotadores internos, externos e da razão convencional de ombros, após controlar os efeitos da idade cronológica e da massa corporal.

Tabela 8. Valores (média ajustada \pm erro padrão) das características morfológicas de membros superiores e de força de ombros após controlar os efeitos da idade cronológica e massa corporal para ambos os grupos maturacionais.

	PRÉ _{PVE} (n=9)		PÓS _{PVE} (n=12)	
	Dom	Ndom	Dom	Ndom
PT _{RI} (Nm)	24,6 \pm 3,8	23,9 \pm 3,8	38,1 \pm 3,1*	29,8 \pm 3,1
PT _{RE} (Nm)	22,2 \pm 2,4*	21,3 \pm 2,4	27,2 \pm 1,9*†	24,9 \pm 1,9
Razão _{RE:RI}	91,4 \pm 6,4	87,1 \pm 6,4	72,7 \pm 5,2*	85,2 \pm 5,2

Valores estimados considerando IC = 14,35 anos e MC = 56,95 kg. ^ap<0,05 em comparação ao lado não dominante; ^b p=0,001 em comparação ao grupo pré PVE

Além disso, foi observado que ao controlar o efeito da idade cronológica e da massa corporal sobre os valores de força, houve interação significativa entre grupo e lateralidade ($F=5,101$, $p=0,04$) para a rotação interna. Em relação aos efeitos principais foi encontrada diferença significativa para esta variável, apenas na lateralidade do grupo mais maturado ($F=28,060$, $p<0,001$). Assim, independente do lado, a maturação não apresentou efeito sobre a força de rotadores internos do ombro. Com relação à força de rotação externa, não foram observados efeitos tanto do lado ($F=16,098$; $p=1,000$) quanto do grupo ($F=0,545$, $p=0,467$).

Conforme pode ser observado na Tabela 8, uma assimetria de força de rotadores internos de ombro é observada no grupo mais maturado, havendo uma dependência da maturação somática (neste caso o atingimento do PVE) na assimetria. Fato este, também observado a partir das correlações significantes quando se analisou a relação entre o *maturity offset* e as variáveis morfofuncionais do lado dominante (Tabela 9) e não dominante (Tabela 10).

Tabela 9. Valores de coeficiente de correlação de Pearson (r) e nível de significância (p -valor) entre medidas morfofuncionais de membros superiores do lado dominante

	<i>Maturity Offset</i>		Idade cronológica	
	R	p-valor	r	p-valor
CIRC _{ANTEBRAÇO} (cm)	0,93	<0,001	0,94	<0,001
VOL _{ANTEBRAÇO} (cm ³)	0,90	<0,001	0,94	<0,001
VOL _{BRAÇO} (cm ³)	0,89	<0,001	0,91	<0,001
VOL _{TOTAL} (cm ³)	0,90	<0,001	0,93	<0,001
PT _{RI} (Nm)	0,88	<0,001	0,85	<0,001
PT _{RE} (Nm)	0,92	<0,001	0,89	<0,001
Razão _{RE/RI}	-0,34	0,067	-0,33	0,737

Tabela 10. Valores de coeficiente de correlação de Pearson (r) e nível de significância (p-valor) entre medidas morfofuncionais de membros superiores do lado não dominante

	<i>Maturity Offset</i>		Idade cronológica	
	R	p-valor	r	p-valor
CIRC _{ANTEBRAÇO} (cm)	0,86	<0,001	0,86	<0,001
VOL _{ANTEBRAÇO} (cm ³)	0,88	<0,001	0,84	<0,001
VOL _{BRAÇO} (cm ³)	0,90	<0,001	0,86	<0,001
VOL _{TOTAL} (cm ³)	0,90	<0,001	0,87	<0,001
PT _{RI} (Nm)	0,86	<0,001	0,90	<0,001
PT _{RE} (Nm)	0,89	<0,001	0,91	<0,001
Razão _{RE/RI}	0,24	0,15	0,19	0,21

Com relação à influência da idade cronológica e da maturação somática sobre as assimetrias morfofuncionais, foi identificada uma associação significativa ambas assimetria de circunferência de antebraço e de rotação interna, tanto com a maturação somática como também com a idade cronológica (Tabela 11).

Tabela 11. Valores de coeficiente de correlação de Pearson (r) e nível de significância (p-valor) entre *maturity offset* e idade cronológica com assimetrias de membros superiores

	<i>Maturity Offset</i>		Idade cronológica	
	R	p-valor	r	p-valor
Δ CIRC _{ANTEBRAÇO} (%)	0,43	0,03	0,40	0,04
Δ VOL _{ANTEBRAÇO} (%)	0,23	0,16	0,22	0,17
Δ VOL _{BRAÇO} (%)	-0,13	0,29	-0,10	0,34
Δ VOL _{TOTAL} (%)	-0,06	0,41	-0,03	0,44
Δ RE (%)	0,32	0,08	0,38	0,04
Δ RI (%)	0,56	<0,01	0,56	<0,01
Δ RAZÃO _{RE/RI} (%)	-0,51	<0,01	-0,48	<0,05

Ao controlar o efeito da idade cronológica e massa corporal sobre as assimetrias morfológicas e funcionais (Tabela 12), foi observada que a assimetria de circunferência de braço apresentou uma correlação positiva com o *maturity offset* ($r=0,398$; $p=0,046$). Uma correlação significativa porém negativa foi observada para a força de rotação externa de ombro ($r=-0,467$; $p=0,022$). Ademais, tanto as assimetrias de força de rotadores internos e razão de ombro quanto de volumes de membros superiores, não apresentaram correlação significativa com a maturação somática.

Tabela 12. Valores de coeficiente de correlação de Pearson (r) e grau de significância (p -valor) a partir da correlação parcial entre as assimetrias morfológicas e funcionais e maturação somática utilizando idade cronológica e massa corporal como covariáveis

	r	p -valor
Circ _{ANTEBRAÇO} (%)	-0,035	0,444
VOL _{ANTEBRAÇO} (%)	-0,263	0,138
VOL _{BRAÇO} (%)	0,398	0,046
VOL _{TOTAL} (%)	0,316	0,093
PT _{RI} (%)	-0,277	0,126
PT _{RE} (%)	-0,467	0,022
Razão _{RE/RI} (%)	0,039	0,438

5. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo principal investigar a assimetria morfofuncional de membros superiores em jovens jogadores de tênis de campo em diferentes estágios de maturação somática. No intuito de comparar as variáveis dependentes entre os jogadores com diferentes estágios maturacionais, a amostra foi dividida em dois grupos: os que não haviam atingido o PVE (PRÉ_{PVE}); e os que já haviam atingido o PVE (PÓS_{PVE}).

Os principais achados do presente estudo foram: (1) Ambos os grupos maturacionais apresentaram assimetria morfológica de membros superiores; (2) O grupo mais maturado apresentou assimetria de força de rotação interna e externa e da razão convencional de ombros; (3) ambos os grupos maturacionais apresentaram assimetria funcional de rotação externa de ombro; (4) as diferenças entre os grupos para circunferência de antebraço, volumes de membros superiores e força de rotadores externos de ombro parecem ser influenciadas pela idade cronológica e massa corporal; (5) as variações relacionadas à idade cronológica e à maturação somática influenciaram a assimetria de força de rotação interna e de circunferência de antebraço.

No presente estudo, a assimetria morfológica dos membros superiores foi analisada a partir da diferença percentual da circunferência de antebraço e dos volumes de antebraço, braço e do segmento todo (soma do antebraço e braço) entre o lado dominante e não dominante. Os volumes de membro superior foram quantificados de acordo com o método de cone truncado, proposto por Bosseau et al. (1999), como uma alternativa prática e fidedigna para medida de volumes segmentares.

Tem sido reportado na literatura que tenistas jovens apresentam assimetria de membros superiores, tanto referente à circunferência de antebraço (LUCKI; NICOLAY, 2007), como também ao volume muscular (BOSSEAU et al., 1999; ROGOWSKI et al., 2008), à massa muscular (SANCHÍS-MOYSI et al., 2009) e à massa e densidade óssea (SANCHÍS-MOYSI et al., 2009).

Os valores médios de circunferência de antebraço observados no presente estudo foram de 22,93 cm no lado dominante e 22,1 cm no lado não dominante para o grupo PRÉ_{PVE} e de 27,1 cm e 25,7 cm (lado

dominante e não dominante, respectivamente) para o grupo PÓS_{PVE}. Lucki e Nicolay (2007) observaram valores superiores ($29,1 \pm 1,3$ vs. $27,1 \pm 1,3$ cm, dominante vs. não dominante) ao do presente estudo numa amostra de tenistas do sexo masculino numa faixa etária de 19 à 24 anos. No presente estudo, a diferença média de circunferência de antebraço da amostra total entre os lados foi de 4,6%. O grupo menos maturado apresentou, em média, 3,6% de diferença enquanto o grupo mais maturado apresentou 5,4%. Apesar destes valores percentuais, não foi observada diferença significativa entre os grupos, mas é importante ressaltar que houve correlação positiva ($r=0,43$) entre assimetria desta variável e a maturação somática, mesmo após controlar o efeito da idade cronológica e da massa corporal. Portanto, pode-se afirmar que existe um aumento moderado da assimetria de circunferência de antebraço com o aumento da maturação somática. Lucki e Nicolay (2007) relataram uma diferença de 6,2% na circunferência de antebraço em tenistas do sexo feminino e de 7,4% do sexo masculino com idade entre 19 e 24 anos.

Outros estudos da literatura (BASS et al., 2002; DALY et al., 2004; LUCKI; NICOLAY, 2007; NOFFAL, 1999; SANCHIS-MOYSI et al., 2010, 2012; SANCHÍS-MOYSI et al., 2009) corroboram os achados da presente investigação que demonstraram diferenças significantes entre os volumes do lado dominante em relação ao lado não dominante, em ambos os grupos. A fim de controlar os efeitos da idade cronológica e consequentemente do ganho de massa corporal, foram realizadas análises de comparação incluindo estas duas medidas como covariáveis. Ainda assim, foi observado um efeito do lado sobre os volumes.

Conforme esperado, os volumes de membro superior foram significativamente maiores no grupo mais maturado em relação ao menos maturado. No entanto, ao controlar o efeito da idade e da massa corporal sobre estas variáveis, esta diferença foi anulada. Sendo assim, o efeito que a maturação somática exerce sobre os volumes de membros superiores parece ser influenciado pela massa corporal e idade cronológica.

No presente estudo, foi observado que, em ambos os grupos, o lado dominante apresentou maiores volumes de antebraço, braço e total em comparação ao lado não dominante. Este efeito da lateralidade sobre os volumes também foi observado após controlar o efeito da idade

cronológica e da massa corporal. Isto indica que, ao controlar o efeito da idade e da massa corporal, a maturação parece não exercer influência sobre os volumes, porém o lado exerce influência, sendo maior no lado dominante em relação ao não dominante mesmo no grupo menos maturado.

Tem sido sugerido que o aumento de tensão no músculo do crescimento ósseo fornece na verdade, um estímulo à fibra muscular para aumentar seu tamanho. Deighan et al. (2006) utilizaram a técnica de imagem de ressonância magnética para medir a área de secção transversa (AST) dos músculos extensores e flexores do cotovelo e observaram um efeito significativo da idade sobre a AST dos 9 aos 24 anos de idade. Os autores observaram que o aumento na AST dos músculos extensores e flexores de cotovelo em indivíduos do sexo masculino entre 9 e 24 anos foram de 207% e 210%, respectivamente.

Sabe-se que a massa corporal é uma medida simples que envolve os tecidos músculo-esquelético, adiposo e órgãos (ROWLAND, 1996). Apesar de no presente estudo não ter sido investigada a massa ou densidade óssea, acredita-se que o crescimento ósseo possa explicar a relação do ganho de volume muscular com a massa corporal e, com isso, ao controlar o efeito da massa corporal, estas diferenças deixam de ser visíveis. Segundo Malina, Bouchard e Bar-Or (2009), o crescimento do conteúdo mineral ósseo aumenta até os 20 anos de idade em meninos. Devido ao fato de, após controlar a idade e a massa corporal, ainda assim ser observado o efeito da lateralidade sobre os volumes, atribui-se este desenvolvimento como adaptação músculo-esquelética à sobrecarga aplicada no lado dominante decorrente do esporte. Reforçando essa hipótese, Sanchis-Moysi et al. (2010), observaram que em tenistas pré-pubescentes, com idade média de 10,6 anos, a assimetria de massa muscular, área óssea e massa óssea de braços parece estar atribuída ao volume de treinamento. Neste estudo, os autores identificaram que o grupo que treinava apenas três horas por semana apresentou 13% mais massa óssea no braço dominante em relação ao não-dominante, enquanto que essa diferença contralateral foi de 22% nas crianças que treinavam em média 11 horas por semana.

Utilizando uma amostra similar (tenistas do sexo masculino entre 9 e 17 anos) ao presente estudo, porém dividida em 3 grupos maturacionais, Rogowski et al. (2008) observaram valores médios de volume de antebraço do lado dominante e não dominante de 608,9 cm³ e

560,7 cm³ respectivamente entre os sujeitos que estavam 2 anos ou mais distantes do PVE (-2). Já os tenistas que estavam na faixa de um ano ou mais distante do atingimento do PVE (-1) apresentaram valores de 653,1 cm³ e 593,4 cm³, enquanto os volumes de antebraço para aqueles que estavam no período de atingimento do PVE (0) apresentaram volumes médios de 1008,2 cm³ e 922,3 cm³ (dominante e não dominante, respectivamente).

No presente estudo, o grupo considerado menos maturado apresentou volumes de antebraço de 744,5 cm³ e 662,8 cm³, valores estes superiores a ambos os grupos que não haviam atingido o PVE no estudo citado. Quanto ao grupo mais maturado do presente estudo foram observados valores superiores, de 1125 cm³ no lado dominante e de 1009 cm³ no lado não dominante. Os valores de volume superiores aos relatados por Rogowski et al. (2008) podem ter ocorrido devido à variação que existe em relação ao *maturity offset* para cada grupo maturacional no presente estudo. O valor médio de *maturity offset* foi de -1,3 (+- 1,1) para o grupo PRÉ_{PVE} e 2,0 (+- 1,2) para o grupo PÓS_{PVE}. Com isto, observa-se que o grupo PRÉ_{PVE} se aproxima dos grupos considerados -1 e 0 do estudo supracitado, enquanto o grupo PÓS_{PVE} encontra-se num estágio de maturação somática mais avançado.

Com relação aos volumes de braço, tanto o grupo PRÉ_{PVE} (1536 cm³ e 1442 cm³; dominante e não dominante) quanto o grupo PÓS_{PVE} (2630 cm³ e 2466 cm³; dominante e não dominante, respectivamente) apresentaram valores superiores aos observados por Rogowski et al (2008) no grupo mais maturado tanto em relação ao lado dominante (1423,4 cm³) como também para o lado não dominante (1313,1 cm³).

Rogowski et al. (2008) encontraram assimetria de volume de antebraço entre 8,5 e 9,9% em jovens tenistas do sexo masculino com idade entre 9 e 17 anos, e de aproximadamente 6,5% em tenistas do sexo feminino entre 8 e 14 anos de idade. Os autores observaram que a assimetria de volume de antebraço parece surgir mais cedo, sendo observada no grupo menos maturado. Por outro lado, a assimetria de volume de braço parece ocorrer/iniciar um pouco depois, próximo de um ano da idade do PVE. Foi sugerido que o volume de antebraço parece estar relacionado à empunhadura, havendo uma adaptação já nos indivíduos mais jovens. Os autores observaram que entre os meninos, aqueles que estavam 2 anos ou mais, antes do atingimento de PVE, apresentarem menor assimetria de volume de braço (5,1%) em relação

aos meninos que estavam 1 ano ou mais, antes (8,4%) e aos que haviam atingido o PVE (8,3%). Assim, mais uma vez, parece existir um aumento da assimetria morfológica deste segmento corporal conforme o avanço da maturação somática.

No presente estudo, a diferença média de volume de antebraço para ambos os grupos foi de 12% (12,1%, grupo PRÉ_{PVE}; e 11,9%, grupo PÓS_{PVE}), valor este similar ao observado em tenistas de alto nível (NOFFAL, 1999) e superior ao relatado por Rogowski et al. (2008).

Por outro lado, a assimetria de braço em ambos os grupos (PRÉ_{PVE} e PÓS_{PVE}) se aproximou aos valores observados nos grupos mais próximos do PVE, estudado por Rogowski et al (2008). Interessantemente, o grupo menos maturado do presente estudo apresentou uma diferença média de 6,0% enquanto o grupo mais maturado apresentou 7,3%, valores estes similares ao reportado por Noffal (1999) em tenistas adultos.

Com relação ao desenvolvimento muscular, acredita-se que uma atividade intermitente em crianças pré-púberes resulte principalmente em adaptações neurais e muito pouco em hipertrofia muscular (FALK; ELIAKIM, 2003; GUY; MICHELI, 2000), embora esta afirmação apresente inconsistências na literatura (ROGOWSKI et al., 2008; SANCHÍS-MOYSI et al., 2009). Apesar disso, alguns autores atribuem a assimetria contralateral de volume de membros superiores ao aumento de massa óssea (KANNUS, 1995) e à hipertrofia muscular no lado dominante (BUSKIRK et al., 1956; COLAK et al., 2004).

Em tenistas jovens, os efeitos das sobrecargas mecânicas no braço têm apresentado aumento no conteúdo mineral ósseo (BASS et al., 2002; DALY et al., 2004). Apesar de no presente estudo, não ter sido investigado variáveis mais precisas referentes à hipertrofia muscular (área de secção transversa, densidade óssea, diâmetro de fibra muscular, etc), estes estudos sugerem que as assimetrias de volume segmentar podem ser explicadas pelo aumento da massa muscular por si só. Por sua vez, o aumento de massa muscular está associado ao ganho de força muscular. De acordo com Rowland (1996), a alteração na composição corporal que ocorre principalmente na puberdade é a explicação mais óbvia para o desenvolvimento de força acentuado que se torna evidente neste período.

Davies (1990) observou que o volume muscular de antebraço está associado à força de preensão manual. Uma limitação do presente

estudo foi não ter quantificado a força de preensão manual, variável que poderia compor o cenário de assimetria morfofuncional deste segmento corporal (i.e antebraço). Apesar disto, foi avaliada a força isocinética de rotadores de ombro, no intuito de investigar as assimetrias contralaterais de rotadores externos e internos de ombro e de razão convencional de rotadores de ombro.

Na literatura tem sido relatado valores de pico de torque de rotação interna (PT_{RI}) maiores no lado dominante em comparação ao lado não dominante, em tenistas adolescentes do sexo masculino. Com relação à força de rotadores externos, alguns estudos não têm observado diferença significativa entre os lados (ELLENBECKER; ROETERT, 2003; RUAS et al., 2015; SACCOL et al., 2010).

Dentre os estudos que investigaram a assimetria bilateral de força dos rotadores de ombro pode-se destacar que a medida em dinamômetros isocinéticos têm sido utilizada com diferentes velocidades de movimento. No presente estudo foi utilizado a velocidade de $60^{\circ}.s^{-1}$.

Dentre as pesquisas conduzidas com amostra de características similares ao do presente estudo, os valores de pico de torque foram apresentados de forma relativa à massa corporal, porém multiplicados por cem. Portanto, os valores de pico de torque relativos apresentados nos resultados do presente estudo serão brevemente discutidos, levando em consideração seu valor multiplicado por cem para melhor compreensão.

Saccol et al., (2010) observaram valores de pico de torque relativo de rotação interna de $48,3 \text{ Nm.kg}^{-1}$ para o lado dominante e de $40,5 \text{ Nm.kg}^{-1}$ para o lado não dominante em tenistas do sexo masculino com idade entre 12 e 18 anos. No presente estudo, a amostra media apresentou valores de pico de torque relativo de rotação interna no lado dominante e não dominante de $53,2 \text{ Nm.kg}^{-1}$ e $46,3 \text{ Nm.kg}^{-1}$, respectivamente.

Estes valores superiores aos relatados no estudo citado podem ser explicados pela grande variação na faixa etária, em que, apesar de ser similar, pode haver uma maior distribuição (quantidade) de sujeitos mais jovens alterando a média, enquanto no presente estudo, apesar de não ter sido feita uma análise referente a distribuição ou frequência sobre cada idade, sabe-se que houve uma maior quantidade de sujeitos que já atingiram o PVE. Neste sentido, ao analisar os valores relativos

entre os grupos maturacionais, observou-se que o valor médio para o grupo menos maturado foi de $45,1 \text{ Nm.kg}^{-1}$ no lado dominante e de $40,7 \text{ Nm.kg}^{-1}$ no lado não dominante. O grupo mais maturado apresentou valores de $59,3 \text{ Nm.kg}^{-1}$ (dominante) e $50,5 \text{ Nm.kg}^{-1}$ (não dominante).

Saccol et al. (2010) também avaliaram o pico de torque de rotadores de ombro a uma velocidade de $180^{\circ}.\text{s}^{-1}$. Nesta velocidade, os valores de rotação interna para o lado dominante e não dominante, respectivamente, foram de $42,6 \text{ Nm.kg}^{-1}$ e $35,8 \text{ Nm.kg}^{-1}$. Com relação à rotação externa, os valores médios para o lado dominante e não dominante na velocidade de $60^{\circ}.\text{s}^{-1}$ foram $38,1 \text{ Nm.kg}^{-1}$ e $40,9 \text{ Nm.kg}^{-1}$, respectivamente. Já na velocidade angular de $180^{\circ}.\text{s}^{-1}$, observou-se valores de $42,6 \text{ Nm.kg}^{-1}$ e $35,8 \text{ Nm.kg}^{-1}$. No presente estudo, foi encontrado valor de $41,8 \text{ Nm.kg}^{-1}$ no lado dominante e $39,3 \text{ Nm.kg}^{-1}$ no lado não dominante. Em cada grupo, a rotação externa no lado dominante foi de 36 Nm.kg^{-1} no grupo PRÉ_{PVE} e de $46,3 \text{ Nm.kg}^{-1}$ no grupo PÓS_{PVE}. Quanto ao lado não dominante, o grupo PRÉ_{PVE} apresentou $33,8 \text{ Nm.kg}^{-1}$ e o grupo PÓS_{PVE} $43,5 \text{ Nm.kg}^{-1}$.

É interessante destacar a importância de considerar os efeitos que a idade cronológica exerce sobre o pico de torque, mesmo quando relativo à massa corporal. No presente estudo, foi considerado como critério para divisão da amostra o atingimento do PVE, índice relacionado à maturação somática. No entanto, dentro das análises comparativas realizadas, também foram incluídas como covariáveis a idade cronológica e a massa corporal para melhor compreender o processo de maturação.

Com o intuito de comparar os valores de força de rotadores de ombro entre tenistas adolescentes (12-17 anos) e adultos jovens (18-21), Ellenbecker e Roetert (2003) relataram valores médios de pico de torque relativo de rotação interna do lado dominante de $49,7 \text{ Nm.kg}^{-1}$ entre os adolescentes e $55,1 \text{ Nm.kg}^{-1}$ entre os jovens adultos. Para o lado não dominante, os adolescentes exerceram um torque de $40,8 \text{ Nm.kg}^{-1}$, enquanto o outro grupo obteve $47,4 \text{ Nm.kg}^{-1}$. Estes valores reportados foram obtidos a partir de avaliação isocinética concêntrica realizada a uma velocidade de $210^{\circ}.\text{s}^{-1}$. Apesar de valores diferentes, houve um comportamento similar para o pico de torque de rotação externa, sendo maior no grupo maturado.

Conforme já mencionado, no presente estudo a amostra foi dividida em dois grupos de acordo com o momento estimado em que se

encontravam do PVE. A partir desta análise, foi observado que a diferença de PT_{RI} entre o lado dominante e não dominante é dependente da maturação somática. Assim, apenas o grupo mais maturado ($PÓS_{PVE}$) apresentou diferença significativa para o PT_{RI} (**Error! Reference source not found.**). A força de rotação interna de ombro parece sofrer influência do treinamento em jovens que já atingiram o PVE, apresentando maiores valores de pico de torque no lado treinado (dominante) em comparação ao lado não treinado. Esta hipótese também é sugerida por diversos autores (CHANDLER et al., 1992; ELLENBECKER; DAVIES, 2000; GOZLAN et al., 2006), em que o aumento na força de rotação interna de tenistas no lado dominante é considerado uma adaptação ao movimento de saque.

Isto significa que, independente da idade e do tamanho corporal, a maturação exerce influência sobre a força de rotação interna do ombro dominante. Apesar de não ter investigado o tempo de treino dos sujeitos, acredita-se que esta seja uma variável que explique a diferença encontrada entre os sujeitos mais maturados (experiência e maior tempo de treino/sobrecarga), resultando numa adaptação à demanda do tênis. Entretanto, existem outros fatores que também podem contribuir, como fatores hormonais e neuromusculares. Este resultado confirma parcialmente uma das hipóteses, pois o grupo menos maturado não apresentou diferença significativa de força de rotação interna entre os lados. Entretanto, existiu uma correlação ($r=0,40$) entre a assimetria e a maturação somática, o que fortalece a idéia de que existe um aumento na assimetria com o crescimento e desenvolvimento. Por outro lado, esta associação deixou de ser significativa quando o efeito da idade cronológica e da massa corporal foram controlados ($r=-0,13$).

De acordo com Ellenbecker e Davies (2000), uma diferença de força muscular entre 5 e 10% entre os membros superiores é normal em indivíduos que praticam esportes com predominância unilateral, tanto no âmbito recreacional como competitivo. Entretanto, alguns estudos têm observado uma diferença percentual do lado dominante versus não dominante entre 15 e 19% para força gerada na rotação interna do ombro, em tenistas do sexo masculino (ELLENBECKER; ROETERT, 2003; SACCOL et al., 2010).

Saccol et al. (2010) observaram em uma velocidade de $60^{\circ}.s^{-1}$, diferenças de 15,3% para a rotação interna e de 7,6% para a rotação externa em tenistas de 12-18 anos, valores bem próximos ao encontrado

pelo presente estudo (14,9% e 6,1 %; rotação interna e rotação externa, respectivamente).

Em outras modalidades com predominância unilateral, tem sido reportada uma diferença de força entre 6,3 e 10,6% para rotadores internos e entre -3,7 e 3,7% para rotadores externos em jogadores de voleibol (HADZIC et al., 2014; MENDONÇA et al., 2010). Andrade et al. (2013) encontraram valores de 5,6% entre rotadores internos e de 14,5% entre os rotadores externos em jogadores de handebol (ANDRADE et al., 2013). Na literatura também tem sido reportado assimetrias de 4,7% no PT_{RI} e 6,5% no PT_{RE} em adultos saudáveis (RUAS et al., 2015). Já para nadadores, Batalha et al. (2012) relataram valores de -0,4% nos rotadores internos e de 5,4% nos rotadores externos.

Embora exista um papel importante da força dos músculos responsáveis pela rotação interna de ombro do lado dominante sobre o desempenho nos golpes de saque e forehand no tênis (ELLIOTT, 2006), a força de rotação externa é essencial para a estabilidade glenoumeral (ELLENBECKER; ROETERT, 2003).

No presente estudo, foram encontradas diferenças significantes de força dos rotadores externos de ombro entre o lado dominante e não dominante, para ambos os grupos maturacionais. A diferença média percentual em ambos os grupos foi de aproximadamente 6% entre os lados. Esta diferença também permaneceu significativa após controlar o efeito da idade e da massa corporal. Com isto, é possível observar que existe assimetria de rotação externa mesmo em sujeitos que não atingiram o PVE, mas esta assimetria não é exacerbada com o processo de crescimento. Uma possível explicação para isto pode ser referente a mecanismos neurais (agonista-antagonista), em que sobrecargas mecânicas sobre os rotadores internos possam influenciar sobre os músculos antagonistas, mesmo não havendo sobrecarga direta sobre os rotadores externos (ARMATAS et al., 2010).

Apesar desta diferença permanecer mesmo após controlar as covariáveis, a maturação somática apresenta um comportamento diferente da lateralidade, visto que após a inclusão destas covariáveis, a maturação não exerceu efeito sobre a rotação externa, demonstrando que a idade cronológica e a massa corporal possuem um papel importante sobre os valores absolutos de força de rotação externa.

Ellenbecker e Roetert (2003) compararam os valores de pico de torque de rotação interna e externa em tenistas divididos em dois grupos: mais jovens (entre 12 e 17 anos) e mais velhos (entre 18 e 21 anos). Apesar de terem utilizado velocidades angulares diferentes do presente estudo, os autores observaram uma diferença de PT_{RI} maior entre os tenistas mais jovens tanto na velocidade de $210^{\circ}.s^{-1}$ (17,9% vs. 14%) quanto na velocidade de $300^{\circ}.s^{-1}$ (19,3 vs. 13,3%). Quanto à diferença dos valores de PT_{RE} entre os membros, ambos os grupos apresentaram valores similares na velocidade de $210^{\circ}.s^{-1}$ (4,8 e 5,3%; grupo mais jovem e mais velho, respectivamente). Já na velocidade de $300^{\circ}.s^{-1}$ o grupo mais velho apresentou um valor médio de PT_{RE} no lado dominante 21,6% menor em comparação ao lado não dominante enquanto o grupo mais jovem teve o lado dominante 3,7% mais forte em comparação ao membro contralateral.

Apesar das diferenças se assimilarem às observadas no presente estudo, é importante destacar que existem diferenças na metodologia dos estudos como: velocidades angulares diferentes, diferentes amplitudes de movimento, diferentes modelos do dinamômetro isocinético, posicionamento do atleta na avaliação (posição supinada/deitada vs. posição sentada), e posicionamento do braço (ângulo de abdução de ombro e posição de cotovelo no plano escapular vs. eixo coronal do ombro).

Até o presente momento, não foram encontrados estudos que tenham analisado o efeito da maturação sobre a assimetria de PT de rotadores de ombro. De acordo com De Ste Croix (2007), embora exista uma forte correlação entre força e idade cronológica, grande parte desta associação é provavelmente atribuída a fatores de crescimento morfológico e biológicos do que a idade por si só. De fato, no presente estudo foi observado uma correlação alta entre a idade cronológica e a força ($r= 0,90$). Segundo a literature, existem evidências de que o ganho de massa muscular influencia o ganho de força. Entretanto, o ganhos de massa muscular parece ocorrer próximo ao PVE, enquanto o pico de ganho de força, ocorre aproximadamente um ano após o PVE (13,4 – 14,4 anos nos meninos). Embora o tamanho corporal pareça ser importante no desenvolvimento de força com a idade, apenas 40-70% da variação na força entre 5-17 anos de idade pode ser explicado pela idade, sexo, estatura e massa corporal, deixando uma margem de fatores

relacionados à variação ainda não totalmente esclarecidos (DE STE CROIX, 2007).

Alguns fatores relacionados ao ganho de força estão relacionados ao processo de desenvolvimento do metabolismo muscular, como atividade enzimática (KACZOR et al., 2005); composição de tipo de fibra muscular (BELL et al., 1980); sistema neuromuscular, como recrutamento e taxa de disparo de unidades motoras (HALIN et al., 2003; PÄÄSUKE; ERELIN; GAPEYEVA, 2000; RAMSAY et al., 1990); e aspectos hormonais, como aumento de produção de testosterona (ROUND et al., 1999). Round et al. (1999) observaram que a concentração de testosterona parece explicar melhor a diferença de força de quadríceps entre homens e mulheres. Porém, quando se trata de força de membros superiores (bíceps), este hormônio parece ser um fator secundário, não explicando totalmente a diferença encontrada entre os sexos, mas tendo uma maior associação com o aumento do comprimento umeral em detrimento do desenvolvimento geral de membros superiores nos homens.

É interessante destacar o estudo de Hadzic e colaboradores (2014) realizado com atletas de voleibol. Neste estudo, foi observado que os atletas que tinham histórico de lesão apresentaram assimetria de 10,6% de PT_{RI} e -3,7% de PT_{RE} enquanto os atletas sem histórico de lesão apresentaram assimetria menos acentuada, na magnitude de 6,9% para PT_{RI} e 3,7% para PT_{RE} . Apesar da diferença percentual de PT_{RI} estar dentro da faixa considerada normal, pode-se observar que este valor é maior nos sujeitos com histórico de lesão. O desenvolvimento/ganho de força de rotação interna sem aumento concomitante de RE no membro dominante pode levar a um desequilíbrio da musculatura agonista-antagonista, levando a uma instabilidade da articulação do ombro (ELLENBECKER; ROETERT, 1999).

Além disso, é importante ressaltar que o ganho de força de rotação interna no lado dominante se dá de maneira mais acentuada em relação ao lado não dominante, ao passo que a força de rotadores externos aumenta com a idade e a maturação somática em ambos os lados, porém sem influência na assimetria já presente nos menos maturados. Apesar de haver diferença contralateral da força de rotação externa, os rotadores internos parecem exercer um papel fundamental sobre a razão. Isto, porque no presente estudo foi observado que a razão convencional de rotadores de ombro foi significativamente menor no

lado dominante em comparação ao lado não dominante apenas para o grupo mais maturado. Este mesmo achado foi observado após controlar o efeito da idade e da massa corporal.

Diversos estudos têm encontrado valores de razão convencional de rotação externa/interna superiores no lado não dominante em relação ao lado dominante, independente da idade e do esporte (BATALHA et al., 2012; ELLENBECKER; ROETERT, 2003; HADZIC et al., 2014; MENDONÇA et al., 2010; RUAS et al., 2015; SACCOL et al., 2010). Este decréscimo é produzido pelo maior desenvolvimento de força relativa de rotação interna sem desenvolvimento da rotação externa (CHANDLER et al., 1992; ELLENBECKER; ROETERT, 2003; ELLENBECKER; DAVIES, 2000; ELLENBECKER, 1992).

Os valores de razão_{RE/RI} recomendados para fornecer equilíbrio muscular são entre 76 e 85%, conforme sugerido por Ellenbecker & Davies (2000). Ao comparar os valores de razão convencional de rotadores de ombro, o valor médio do lado dominante foi de 81% e do lado não dominante de 86%, valores estes similares aos reportados por Saccol et al (2010) envolvendo uma amostra similar com meninos entre 12 e 18 anos (80% e 86%, lado dominante e não dominante, respectivamente). Neste mesmo estudo, foram verificados valores de razão convencional similares tanto no lado dominante (79%) como no lado não dominante (83%) nos mesmos sujeitos avaliados na velocidade angular de $180^{\circ} \cdot s^{-1}$. Ellenbecker e Roetert (2003) observaram valores inferiores de razão tanto no lado dominante na velocidade de $210^{\circ} \cdot s^{-1}$ (69,7%) quanto na velocidade de $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ (69,3%) em meninos entre 12 e 17 anos. Similar ao presente estudo, os autores encontraram maiores valores de razão no lado não dominante, independente da velocidade angular ($210^{\circ} \cdot s^{-1}$ vs. $300^{\circ} \cdot s^{-1}$). Os valores de razão em ambas velocidades analisadas e nos dois lados foram similares entre o grupo mais novo e o mais velho.

Apesar de não ter sido observada uma associação significativa entre assimetria de razão convencional com maturação somática e idade cronológica, é importante destacar que, ao analisar os valores de razão entre os grupos maturacionais, foi observado um efeito da maturação somática sobre a assimetria de razão. Neste sentido, deve-se dar mais atenção ao desenvolvimento de força de rotadores de ombro em tenistas jovens. A avaliação e monitoramento destas variáveis torna-se uma ferramenta importante no sentido de acompanhar a adaptação ao treino

e verificar a alteração na relação agonista-antagonista, mais especificamente, o desenvolvimento do desequilíbrio de força sobre a articulação de ombro.

Apesar do menor valor na razão de rotadores de ombro no lado dominante, o valor está dentro da faixa considerada segura para a funcionalidade da articulação. Neste estudo, não foram encontradas correlações significantes entre idade cronológica e biológica e a razão convencional de rotadores de ombros em ambos os lados. O grupo PRÉ_{PVE} apresentou valor médio de 83,06 enquanto o grupo PÓS_{PVE} apresentou valor de 78,55 de RE/RI_{DOM}.

Diversos fatores parecem influenciar o desenvolvimento de força durante a infância. Sabe-se que o aumento no tamanho muscular concomitante ao crescimento corporal são os principais determinantes, com dados indicando a importância de influências hormonais durante a puberdade em sujeitos do sexo masculino. Entretanto, outros fatores também exercem influência sobre o ganho de força muscular, como as adaptações neurais.

Apesar da literatura trazer evidências referente à alteração do mecanismo contrátil com o processo de maturação em modelos animais, o mesmo não foi observado em estudos realizados com crianças (DAVIES, 1990). Ozmun, Mikesy e Surburg (1994) observaram que crianças com idade entre 8 e 12 anos submetidas a um treino de força de 8 semanas já apresentam aumento de força e da atividade eletromiográfica sem ganho de hipertrofia. Os autores acreditam que este aumento na atividade eletromiográfica pode estar relacionado ao processo de mielinização (KRAEMER et al., 1989), coordenação dos músculos sinérgicos e antagonistas e aumentos no grau de ativação da unidade motora (ROWLAND, 1996).

Asmussen (1973) foi o primeiro a propor que as diferenças de forças entre crianças e adultos poderiam estar relacionadas à maturação neuromotora. Estudos pediátricos envolvendo ativação muscular tem focado nos membros inferiores (GROSSET et al., 2008; LAMBERTZ et al., 2003; PÄÄSUKE; ERELIN; GAPEYEVA, 2000; STRECKIS; SKURVYDAS; RATKEVICIUS, 2007). Entretanto, as mudanças na força relacionados à idade em membros superiores se diferem das observadas em membros inferiores (PARKER et al., 1990), assim como as mudanças de força nos flexores de cotovelo são diferentes das mudanças observadas nos extensores de cotovelo (KANEHISA et al.,

1995). Além disso, enquanto os membros inferiores são comumente utilizados para o controle da postura e locomoção, tarefas estas que normalmente não necessitam contrações rápidas, os membros superiores são mais frequentemente utilizados para gestos de alcançar e agarrar, e pode envolver contrações rápidas e tarefas multicoordenadas de controle motor preciso. (HIRSCHFIELD, 2007). Tais diferenças funcionais poderiam manifestar-se de maneira diferente na relação força-velocidade em membros superiores e inferiores (CHARTERIS, 1999). Portanto, a ativação e o desempenho muscular de membros inferiores pode não refletir nas características correspondente aos membros superiores.

Com o objetivo de observar as diferenças de ativação neuromuscular entre crianças de 11 anos e adultos com idade média de 22 anos, Halin et al. (2003) compararam a força de flexores de cotovelo e os sinais eletromiográficos durante uma contração voluntária máxima (CVM) sustentada. Dentre os parâmetros referentes à eletromiografia, foram analisados a frequência de potência média e a frequência da mediana, ambos relacionados à sensibilidade de alterações no sistema metabólico e iônico. Em situações de fadiga, o maior decréscimo destas duas variáveis parece estar associado ao maior percentual de fibras do tipo II (KUPA et al., 1995; TAYLOR et al., 1997).

Neste estudo, os autores observaram que a resposta do sistema neuromuscular frente à contração máxima sustentada até a fadiga foi diferente entre meninos de 11 anos e homens de 22 anos. Esta diferença, segundo os autores, se deve ao maior acúmulo de produtos metabólicos e iônicos induzidos pela maior utilização do sistema glicolítico em homens e/ou a uma maior participação de unidades motores do tipo II em homens comparados aos meninos. Com isto, parece haver uma diferença na ativação neuromuscular e ou uma predominância de fibras do tipo II nos músculos flexores do cotovelo em adultos quando comparado aos meninos.

Para a mensuração da força muscular, os equipamentos (i.e. dinamômetros) isocinéticos possibilitam controlar a velocidade de movimento, bem como o tipo de contração muscular (concêntrica, excêntrica ou isométrica). Desta forma, é possível avaliar as características neuromusculares associadas a determinados segmentos corporais, utilizando diferentes abordagens (DE STE CROIX, MARK; DEIGHAN; ARMSTRONG, 2003).

Embora as ações isocinéticas não sejam comuns no dia-a-dia, elas fornecem informações adicionais em relação à força muscular sob condições dinâmicas. Dado as diferentes estratégias de controle neural e mecânica das ações concêntricas e excêntricas e a significância de ambas ações na vida diária, as investigações de desenvolvimento de força associado à idade e sexo deveriam considerar concorrentemente a capacidade de um indivíduo em realizar ambos os tipos de ação muscular.

O presente estudo limita-se aos resultados observados às contrações isocinéticas concêntricas de rotação interna e externa de ombro e aos volumes de antebraço e braço estimados a partir de medidas antropométricas utilizando circunferências e distâncias entre circunferências. Apesar de não ter utilizado medidas mais precisas/sensíveis, acredita-se que aspectos hormonais e neuromusculares poderiam explicar melhor a assimetria de rotação interna e consequentemente, de razão convencional de rotadores de ombro.

6. CONCLUSÃO

A maturação somática, ou mais especificamente o PVE, parece ser um fator que influencia o ganho de força de rotação interna de ombro como adaptação à demanda do tênis. Apesar de haver um aumento concomitante de rotadores externos de ombro e de volumes de membros superiores no lado dominante em ambos os grupos, a razão convencional de rotadores de ombro foi menor no lado dominante apenas para o grupo PÓS_{PVE}. Apesar do valor médio de Razão_{RE/RI} no lado dominante do grupo PÓS_{PVE} estar dentro da faixa considerada normal, destaca-se a importância de acompanhar esta variável em adolescentes tenistas para identificar possíveis desequilíbrios de força e consequentemente, evitar o risco de desenvolvimento de instabilidade e lesão na articulação do ombro.

A partir dos resultados observados no presente estudo, pode-se concluir que embora as características morfológicas de membros superiores sejam influenciadas diretamente pelas variações de maturação somática, essas diferenças parecem ser dependentes da idade cronológica e da massa corporal.

Além disso, a maturação somática não exerceu efeito sobre a assimetria morfológica de membros superiores e a assimetria de força de rotação externa de ombro. Entretanto, as assimetrias de força de rotação interna e da razão convencional de ombro sofreram influência da maturação somática, independente da idade e da massa corporal. Este achado demonstra maior força de rotação interna e menor razão convencional de rotadores de ombro, mesmo a força de rotação externa sendo maior no lado dominante.

Por fim, foi observado que, com o aumento da idade cronológica e da maturação somática, existe um aumento nas assimetrias de circunferência de antebraço e de força de rotação interna de ombro. Este processo pode ter repercussões e implicações práticas referente à instabilidade articular que tende a aumentar ao longo da idade e consequentemente, uma maior predisposição de lesão da articulação do ombro no lado dominante.

Vale ressaltar a importância que se deve dar às avaliações de força de rotadores de ombro em jovens tenistas afim de monitorar e evitar o desenvolvimento de assimetria e mais especificamente, o

desequilíbrio de força de rotadores de ombro no lado dominante e consequentemente, evitar lesões.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, G. D.; RENSTROM, P. A; SAFRAN, M. R. Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player. **British journal of sports medicine**, v. 46, n. 7, p. 492–8, jun. 2012.
- AHERNE, W. et al. Muscle Fibre Size in Normal Infants , Children and Adolescents. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 14, p. 171–182, 1971.
- ANDRADE, M. S. et al. Shoulder isokinetic profile of male handball players of the Brazilian National Team. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, n. 6, p. 572–578, 2013.
- ARMATAS, V. et al. Neuromuscular differences between men and prepubescent boys during a peak isometric knee extension intermittent fatigue test. **Pediatric exercise science**, v. 22, p. 205–217, 2010.
- ARMSTRONG, N.; BARKER, A. R. New insights in paediatric exercise metabolism. **Journal of Sport and Health Science**, v. 1, p. 18–26, 2012.
- ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. **Young people and physical activity**. Oxford: Oxford Univerity Press, 2002.
- ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R. **Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents**. **Exercise and sport sciences reviews**, 1994.
- ASMUSSEN, E.; HEEL-BOLL-NIELSEN, K. A dimensional analysis of physical performance and growth in boys. **Journal of Applied Physiology**, v. 7, 1955.
- AVILÈS, C. et al. Developing early perception and getting ready for action of the return of serve. **International Tennis Federation Coaching & Sport Science Review**, n. 28, 2002.
- BASS, S. et al. The effect of mechanical loading on the size and shape of bone in pre-, peri-, and postpubertal girls: a study in tennis players. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 17, n. 12, p. 2274–2280, 2002.
- BATALHA, N. M. P. et al. Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers. **Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance**, v. 14, n. February, p. 545–553, 2012.

BAXTER-JONES, A. D. G. Growth and development of young athletes: Should competition levels be age related? **Sports Medicine**, v. 20, n. 2, p. 59–64, 1995.

BEHM, D. SPORTS PERFORMANCE SERIES: A kinesiological analysis of the tennis service. **National Strength & Conditioning Association Journal**, v. 10, n. 5, p. 4, 1988.

BELL, R. et al. Muscle fiber types and morphometric analysis of skeletal muscle in 6-year-old children. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 12, p. 28–31, 1980.

BEUNEN, G. et al. Chronological and biological age as related to physical fitness in boys 12 to 19 years. **Annals of human biology**, v. 8, n. 4, p. 321–31, jan. 1981.

BEUNEN, G.; MALINA, R. M. Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 16, n. 1, p. 503–540, 1988.

BEUNEN, G.; MALINA, R. M. Growth and Biologic Maturation: Relevance to Athletic Performance. In: HEBESTREIT, H.; BAR-OR, O. (Eds.). . **The Young Athlete: Encyclopaedia of Sports Medicine**. [s.l.] Wiley-Blackwell (an imprint of John Wiley & Sons Ltd), 2004. p. 1–17.

BEUNEN, G. P. et al. **Physical activity and growth, maturation and performance: a longitudinal study** *Medicine and science in sports and exercise*, 1992.

BEUNEN, G.P., MALINA, R.M., V. H.; M.A., ET AL. **Adolescent Growth and Motor Performance: A Longitudinal Study of Belgian Boys**. Champaign, IL.: Human Kinetics, 1988.

BLIMKIE, C.; MACAULEY, D. Muscle strength. In: ARMSTRONG, N.; VAN- MECHELEN, W. (Eds.). . **Paediatric Exercise Science and Medicine**. Oxford: Oxford University Press, 2001. p. 23–36.

BOWDEN, D. H.; GOYER, R. A. The size of muscle fibers in infants and children. **Archives of Pathology**, v. 68, 1960.

BROSSEAU, O.; HAUTIER, C.; ROGOWSKI, I. A field study to evaluate side-to-side differences in the upper limbs of young tennis players. **Journal of Medicine and Science in Tennis**, v. 11, n. 1, p. 18–19, 2006.

BYLAK, J.; HUTCHINSON, M. R. Common sports injuries in young

tennis players. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 26, n. 2, p. 119–32, ago. 1998.

CARRON, A.; BAILEY, D. Strength development in boys from 10 to 16 years. **Society for Research in Child Development**, v. 21, 1981.

CHANDLER, J. et al. Shoulder strength, power, and endurance in college tennis players. **American Journal of Sports Medicine**, v. 20, 1992.

CHANDLER, T. J.; KIBLER, W. B.; UHL, T. L. Flexibility comparison of junior elite tennis players to other athletes. **American Journal of Sports Medicine**, v. 18, n. 2, 1990.

CHARTERIS, J. Effects of velocity on upper to lower extremity muscular work and power output ratios of intercollegiate athletes. **British journal of sports medicine**, v. 33, n. 4, 1999.

COHEN, D. B. et al. Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity. **American Journal of Sports Medicine**, v. 22, p. 746–750, 1994.

CREVEAUX, T. et al. Joint kinetics to assess the influence of the racket on a tennis player's shoulder. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 12, n. 2, p. 259–266, 2013.

DALY, R. M. et al. The relationship between muscle size and bone geometry during growth and in response to exercise. **Bone**, v. 34, n. 2, p. 281–287, 2004.

DAVIES, C. T.; WHITE, M. J.; YOUNG, K. Muscle function in children. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 52, p. 111–114, 1983.

DE STE CROIX, M.; ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. Concentric isokinetic leg strength in pre-teen, teenage and adult males and females. **Biology of Sport**, v. 16, p. 75–86., 1999.

DE STE CROIX, M. B. A. Isokinetic assessment and interpretation in paediatric populations: Why do we know relatively little? **Isokinetics and Exercise Science**, v. 20, p. 275–291, 2012.

DE STE CROIX, M. B. A. Muscle Strength. In: ARMSTRONG, N. (Ed.). . **Paediatric Exercise Physiology**. Philadelphia, PA: Churchill Livingstone Elsevier, 2007.

DE STE CROIX, MARK, B. A.; DEIGHAN, M. A.; ARMSTRONG, N. Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. **Sports Medicine**, v. 33, n. 10, p. 727–743, 2003.

DEGACHE, F. et al. The relationship between muscle strength and physiological age: A cross-sectional study in boys aged from 11 to 15. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 53, n. 3, p. 180–188, 2010.

DEHNAVI, H. A Comparison of Internal/External Rotation Strength and Range of Motion in the Shoulder Joint between Zurkhaneh Athletes and Non-Athletes. **American Journal of Sports Science**, v. 1, n. 3, p. 39, 2013.

ELLENBECKER, T.; ROETERT, E. P. Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 6, n. 1, p. 63–70, 2003.

ELLENBECKER, T. S. Shoulder internal and external rotation strength and range of motion of highly skilled junior tennis players. **Isokinetics & Exercise Science**, v. 2, 1992.

ELLENBECKER, T. S.; DAVIES, G. J. The Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. **Journal of Athletic Training**, v. 35, n. 3, p. 338–350, 2000.

ELLENBECKER, T. S.; ROETERT, E. P. Testing isokinetic muscular fatigue of shoulder internal and external rotation in elite junior tennis players. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 29, n. 5, p. 275–281, 1999.

ELLIOTT, B. Biomechanics and tennis. **British journal of sports medicine**, v. 40, n. 5, p. 392–6, maio 2006.

ESPENSCHADE, A. Motor performance in adolescence, including the study of relationships with measures of physical growth and maturity. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, n. (Serial No. 24), 1940.

FAIGENBAUM, A. D. Age and sex-related differences and their implications for resistance exercise. In: BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W. (Eds.). **Essential os Strength Training and Conditioning**. 3. ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008.

FALK, B.; ELIAKIM, A. Resistance training, skeletal muscle and growth. **Pediatric Endocrinology Reviews**, v. 1, n. 2, p. 120–127, 2003.

FERNANDEZ, J.; MENDEZ-VILLANUEVA, A; PLUIM, B. M. Intensity of tennis match play. **British journal of sports medicine**, v. 40, n. 5, p. 387–91; discussion 391, maio 2006.

FERNANDEZ-FERNANDEZ, J. et al. Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament. **British journal of sports medicine**, v. 41, n. 11, p. 711–6, nov. 2007.

FERNANDEZ-FERNANDEZ, J. et al. A comparison of the activity profile and physiological demands between advanced and recreational veteran tennis players. **Journal of strength and conditioning research**, v. 23, n. 2, p. 604–610, 2009.

FERRAUTI, A; PLUIM, B. M.; WEBER, K. The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players. **Journal of sports sciences**, v. 19, n. 4, p. 235–42, abr. 2001.

FLEISIG, G. et al. Kinematics used by world class tennis players to produce high-velocity serves. **Sports Biomechanics**, v. 2, n. 1, p. 51–64, 2003.

GIRARD, O. et al. Changes in exercise characteristics, maximal voluntary contraction, and explosive strength during prolonged tennis playing. **British journal of sports medicine**, v. 40, n. 6, p. 521–6, jun. 2006.

GIRARD, O.; MILLET, G. P. Physical determinantes of tennis performance in competitive teenage players. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 23, n. 6, p. 1867–1872, 2009.

GOZLAN, G. et al. Mesure de la force des muscles rotateurs de l'épaule chez des sportifs sains de haut niveau (natation, volley-ball, tennis) par dynamomètre isocinétique: Comparaison entre épaule dominante et non dominante. **Annales de Readaptation et de Medecine Physique**, v. 49, n. 1, p. 8–15, 2006.

GREEN, H. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. **Journal of Sports Science**, v. 15, 1997.

GREGG, J.; TORG, E. Upper extremity injuries in adolescent tennis

players. **Clinics in Sports Medicine**, v. 7, n. 2, 1988.

GROPPEL, J. L.; ROETERT, E. P. Applied physiology of tennis. **Sports medicine**, v. 14, n. NOVEMBER 1992, p. 260–268, 1992.

GROSSET, J. F. et al. Voluntary activation of the triceps surae in prepubertal children. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 18, p. 455–465, 2008.

GUY, J. A; MICHELI, L. J. Strength training for children and adolescents. **The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v. 9, n. 4, p. 29–36, 2000.

HADZIC, V. et al. Strength asymmetry of the shoulders in elite volleyball players. **Journal of Athletic Training**, v. 49, n. 3, p. 338–344, 2014.

HALIN, R. et al. Neuromuscular response of young boys versus men during sustained maximal contraction. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, p. 1042–1048, 2003.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Biomechanical Basis of Human Movement**. 2nd ed. ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

HIRSCHFIELD, H. Motor control of every day motor tasks: Guidance for neurological rehabilitation. **Physiology and Behavior**, v. 92, n. 1-2, 2007.

JONES, H. **Motor Performance and Growth: a Developmental Study of Static Dynamometric Strength**. Berkeley: University of California Press, 1949.

JONES, P. R. M.; PEARSON, J. Anthropometric determination of leg fat and mass plus bone volumes in young male and female adults. **Journal of Physiology**, v. 240, n. July, p. 63–66, 1969.

KACZOR, J. J. et al. Anaerobic and aerobic enzyme activities in human skeletal muscle from children and adults. **Pediatric Research**, v. 57, n. 3, p. 331–335, 2005.

KANEHISA, H. et al. A cross-sectional study of the size and strength of the lower leg muscles during growth. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 72, p. 150–156, 1995.

KANNUS, P. Effect of Starting Age of Physical Activity on Bone Mass in the Dominant Arm of Tennis and Squash Players. **Annals of Internal**

Medicine, v. 123, n. 1, p. 27, 1995.

KELLIS, E.; BALTZOPOULOS, V. **Muscle activation differences between eccentric and concentric isokinetic exercise.** **Medicine and science in sports and exercise**, 1998.

KIBLER, W. et al. A musculoskeletal approach to the preparticipation physical examination: preventing injury and improving performance. **American Journal of Sports Medicine**, v. 17, 1989.

KIBLER, W. B.; MCQUEEN, C.; UHL, T. L. Fitness evaluations and fitness findings in competitive junior tennis players. **Clinics in sports medicine**, v. 7, 1988.

KOVACS, M. S. Applied physiology of tennis performance. **British journal of sports medicine**, v. 40, n. 5, p. 381–5; discussion 386, maio 2006.

KOVACS, M. S. Training the Competitive Athlete. v. 37, n. 3, p. 189–198, 2007.

KRAEMER, W. J. et al. Resistance Training and Youth. **Pediatric Exercise Science**, p. 336–351, 1989.

KUPA, E. J. et al. Effects of muscle fiber type and size on EMG median frequency and conduction velocity. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 79, n. 1, p. 23–32, 1995.

LAMBERTZ, D. et al. Evaluation of musculotendinous stiffness in prepubertal children and adults, taking into account muscle activity. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 95, p. 64–72, 2003.

LOURENÇO, B.; QUEIROZ, L. B. Crescimento e desenvolvimento puberal na adolescência. **Revista Médica (São Paulo)**, v. 89, n. 2, p. 70–75, 2010.

LUCADO, A. M. Upper Extremity Strength Characteristics in Female Recreational Tennis Players With and Without Lateral Epicondylalgia. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 42, n. 12, p. 1025–1031, 2012.

LUCKI, N. C.; NICOLAY, C. W. Original Research Article Phenotypic Plasticity and Functional Asymmetry in Response to Grip Forces Exerted

by Intercollegiate Tennis Players. v. 577, n. December 2006, p. 566–577, 2007.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. 2. ed. São Paulo: Phorte, 2009.

MARFELL-JONES, M. et al. **International standards for anthropometric assessment**. Potchefstroom, South Africa: International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2001.

MENDEZ-VILLANUEVA, A.; FERNANDEZ-FERNANDEZ, J.; BISHOP, D. Exercise-induced homeostatic perturbations provoked by singles tennis match play with reference to development of fatigue. **British journal of sports medicine**, v. 41, n. 11, p. 717–22; discussion 722, nov. 2007.

MENDONÇA, L. M. et al. Avaliação muscular isocinética da articulação do ombro em atletas da seleção Brasileira de voleibol sub-19 e sub-21 masculino. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 2, p. 107–111, 2010.

MURIAS, J. M. et al. Metabolic and functional responses playing tennis on different surfaces. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 1, p. 112–117, 2007.

NIEDERBRACHT, Y.; SHIM, A. L. Concentric internal and eccentric external fatigue resistanc of the shoulder rotator muscles in female tennis players. **North American journal of sports physical therapy : NAJSPT**, v. 3, n. 2, p. 89–94, maio 2008.

NOFFAL, G. J. Anthropometric upper limb characteristics of the high performance tennis player. **Medicine and Science in Tennis**, v. 4, 1999.

NOFFAL, G. J. Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. **American Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 4, p. 537–541, 2003.

OERTEL, G. Morphometric analysis of normal skeletal muscles in infancy, childhood and adolescence. An autopsy study. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 88, 1988.

OZMUN, J.; MIKESY, A.; SURBURG, P. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 26, 1994.

PÄÄSUKKE, M.; ERELIN, J.; GAPEYEVA, H. Twitch contraction properties of plantar flexor muscles in pre- and post-pubertal boys and men. **European journal of applied physiology**, v. 82, p. 459–464, 2000.

PARKER, D. et al. A cross-sectional survey of upper and lower limb strength in boys and girls during childhood and adolescence. **Annals of Human Biology**, v. 17, p. 199–211, 1990.

PARSONS, L.; JONES, M. Development of speed, agility and quickness for tennis athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, 1998.

PERKINS, R. H.; DAVIS, D. Musculoskeletal injuries in tennis. **Physical medicine and rehabilitation clinics of North America**, v. 17, n. 3, p. 609–31, ago. 2006.

PERRY, A. C. et al. Can laboratory-based tennis profiles predict field tests of tennis performance? **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 18, n. 1, p. 136–43, fev. 2004.

RAMSAY, J. A. et al. Strength training effects in prepubescent boys. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 22, n. 5, p. 605–614, 1990.

RAMSI, M. et al. Shoulder-Rotator Strength of High School Swimmers Over the Course of a Competitive Season. n. November, 2015.

RÉ, A. H. N. et al. Relações entre crescimento, desempenho motor, maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte (Impresso)**, v. 19, n. 2, p. 153–162, 2005.

REID, M.; SCHNEIKER, K. Strength and conditioning in tennis: current research and practice. **Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia**, v. 11, n. 3, p. 248–56, jun. 2008.

ROGOWSKI, I. et al. Asymmetry in volume between dominant and nondominant upper limbs in young tennis players. **Pediatric exercise science**, v. 20, n. 3, p. 263–72, ago. 2008.

ROTA, S. et al. Relationship between muscle coordination and forehand drive velocity in tennis. **Journal of electromyography and kinesiology** :

official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology, v. 22, n. 2, p. 294–300, abr. 2012.

ROUND, J. M. et al. Hormonal factors in the development of differences in strength between boys and girls during adolescence : a longitudinal study. **Annals of Human Biology**, v. 26, n. 1, p. 49–62, 1999.

ROWLAND, T. W. **Developmental exercise physiology**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.

RUAS, C. et al. Angle Specific Analysis of Side-to-Side Asymmetry in the Shoulder Rotators. **Sports**, v. 3, n. 3, p. 236–245, 2015.

SACCOL, M. F. et al. Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. **Physical therapy in sport**, v. 11, n. 1, p. 8–11, fev. 2010.

SANCHIS-MOYSI, J. et al. Bone and lean mass inter-arm asymmetries in young male tennis players depend on training frequency. **European journal of applied physiology**, v. 110, n. 1, p. 83–90, set. 2010.

SANCHIS-MOYSI, J. et al. Muscle hypertrophy in prepubescent tennis players: a segmentation MRI study. **PLoS one**, v. 7, n. 3, p. e33622, jan. 2012.

SANCHÍS-MOYSI, J. et al. The upper extremity of the professional tennis player: muscle volumes, fiber-type distribution and muscle strength. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, n. 3, p. 524–34, jun. 2009.

SEGER, J. Y.; THORSTENSSON, A. Muscle strength and electromyogram in boys and girls followed through puberty. **European journal of applied physiology**, v. 81, p. 54–61, 2000.

SELL, K. et al. Injury trend analysis from the US Open Tennis Championships between 1994 and 2009. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 7, p. 1–7, 25 abr. 2012.

SHERAR, L. B. et al. Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. **Journal of Pediatrics**, v. 147, p. 508–514, 2005.

SIGNORILE, J. F. et al. Correlation analyses and regression modeling between isokinetic testing and on-court performance in competitive adolescent tennis players. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 19, n. 3, p. 519–526,

ago. 2005.

SILVA, R. T. et al. Avaliação das lesões ortopédicas Assessment of orthopedic injuries in competitive amateur tennis players *. v. 40, 2005.

SIMÕES, D. P.; BALBINOTTI, C. As qualidades físicas no tênis: considerações teóricas e práticas. In: BALBINOTTI, C. (Ed.). . **O Ensino do Tênis: Novas Perspectivas de Aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 203–220.

SPRIGINGS, E. et al. A three-dimensional kinematic method for determining the effectiveness of arm segment rotations in producing racquet-head speed. **Journal of Biomechanics**, v. 27, n. 3, p. 245–254, 1994.

STRECKIS, V.; SKURVYDAS, A.; RATKEVICIUS, A. Children are more susceptible to central fatigue than adults. **Muscle and Nerve**, v. 36, n. September, p. 357–363, 2007.

TAYLOR, A. D. et al. Myoelectric evidence of peripheral muscle fatigue during exercise in severe hypoxia: some references to m. vastus lateralis myosin heavy chain composition. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 75, n. 2, 1997.

TOMLIN, D. L.; WENGER, H. A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 31, n. 1, p. 1–11, jan. 2001.

TORRES-LUQUE, G. et al. An analysis of competition in young tennis players. **European Journal of Sport Science**, v. 11, n. January, p. 39–43, 2011.

UNIERZYSKI, P. **How to recognise tennis talent** 14th ITF worldwide coaches workshop. **Anais...**2005

WILK, K. E.; MEISTER, K.; ANDREWS, J. R. Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. **The American journal of sports medicine**, v. 30, n. 1, p. 136–151, 2002.

YESSIS, M. A. Flexible spine: how you can develop one. **Muscle e Fitness**, v. 47, n. 5, 1986.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO PROJETO DE PESQUISA PARA ANÁLISE PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

Senhores pais e/ou responsáveis:

De acordo com resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, todas as pesquisas conduzidas com seres humanos necessitam do termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), devendo o participante estar ciente dos objetivos do estudo. Estamos convidando seu filho/dependente para participar como voluntário da pesquisa intitulada “**Desempenho aeróbio/anaeróbio e características neuromusculares de jovens tenistas: Efeitos da idade cronológica e da maturação somática**”, que tem como objetivo verificar o desempenho aeróbio/anaeróbio e as características neuromusculares de jovens tenistas.

O projeto envolve o professor Dr. Ricardo Dantas de Lucas e a aluna de mestrado do programa de pós-graduação em Educação Física, Elisa Cristina Lemos. Deixamos claro que a participação no estudo não terá nenhum gasto para o seu filho/dependente e todos os materiais necessários para a pesquisa serão providenciados pelos pesquisadores. Caso seu filho/dependente tenha alguma despesa relacionada à pesquisa durante o seu acontecimento, o pesquisador realizará o ressarcimento imediato e integral dessa despesa. Todas as avaliações serão realizadas no Laboratório do Esforço Físico (LAEF) do Centro de Desportos

(CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); sendo necessárias quatro visitas ao LAEF.

Neste projeto serão realizados testes de campo e laboratório como descrito a seguir: 1) avaliação antropométrica; 2) avaliação de potência anaeróbia e aeróbia; 3) avaliação da capacidade anaeróbia; e 4) avaliação da força e potência muscular.

1) Avaliação maturacional e antropométrica (duração aproximada de 60 minutos) – No 1º dia, será realizada a avaliação antropométrica de seu filho. Para isto, serão realizadas medidas de estatura em pé e sentado, massa corporal, dobras cutâneas e circunferências de braço e de perna em ambos os lados. Em seguida, seu filho será encaminhado ao Hospital Universitário (HU) da UFSC com a supervisão da mestrandela Elisa Cristina Lemos para a avaliação dos indicadores de maturação esquelética e somática. A avaliação da maturação somática será obtida após a simples determinação de variáveis antropométricas (estatura, altura sentada, massa corporal e idade). A idade biológica (idade esquelética) será determinada após a realização do raio-x de mão e punho esquerdo.

2) Realização dos testes de campo (duração aproximada de 90 minutos por dia) - No 2º dia, seu filho realizará corridas de velocidade o mais rápido que puder em uma distância de 40 metros com intervalo de 3 minutos entre a 1ª e a 2ª tentativa. Após 10 minutos, ele será testado novamente em um teste de campo específico para avaliar a resistência aeróbia de seu filho.

No 3º dia, será testada a capacidade em realizar corridas de velocidade (10 vezes de 20 metros) separadas por intervalos de 20 segundos de descanso.

4) Avaliação da força e potência muscular (duração aproximada de 90 minutos) - No 4º dia de avaliação, seu filho será submetido a testes específicos para a avaliação da força e potência muscular dos membros inferiores e superiores. Neste dia, seu filho irá realizar testes de força máxima de membros superiores e inferiores no aparelho isocinético e testes de saltos verticais.

Gostaríamos de esclarecer aos senhores pais e/ou responsáveis legais os seguintes aspectos relacionados a essa bateria de avaliações: seu filho/dependente será exposto a uma radiação mínima durante a realização do raio-x de punho e mão e será submetido a realização de esforços máximos durante as avaliações físicas, as quais

são similares àquelas realizadas durante as sessões diárias de treinamento. Ao final de cada teste físico, seu filho/dependente poderá apresentar moderado a elevado cansaço físico decorrente do esforço realizado. Contudo, estejam cientes que os riscos, desconfortos ou constrangimentos relacionados a esta pesquisa são mínimos. Ainda, reforçamos que essas avaliações são comuns no ambiente de formação esportiva de jovens atletas.

Quanto aos benefícios e vantagens em participar deste estudo, seu filho/dependente será informado sobre sua composição corporal, estado maturacional e capacidade física a partir do relatório individual que será repassado ao final de todas as avaliações. As informações coletadas no estudo poderão servir como referência para os treinadores avaliarem a condição física individual de seu filho/dependente. Além disso, enquanto participante, seu filho/dependente poderá contribuir para o desenvolvimento da área de ciências do esporte no Brasil.

Todos os dados coletados neste estudo são estritamente confidenciais e serão utilizados somente para produção de artigos técnicos científicos. Apenas os pesquisadores terão acesso aos dados, que serão codificados e armazenados em banco de dados, de forma que a identificação por outras pessoas não seja possível. No entanto, essas informações poderão ser requisitadas por você ou pelo seu filho/dependente. Informamos também que serão emitidas duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido devidamente assinada pelo pesquisador, na qual uma destas vias será disponibilizada ao participante do estudo.

Ressaltamos ainda que a participação de seu filho/dependente é voluntária. Portanto, o seu filho/dependente terá a liberdade de se recusar a participar da pesquisa ou retirar seu consentimento, sem qualquer tipo de penalização, a qualquer momento do estudo após comunicar os pesquisadores.

Todas as dúvidas, esclarecimentos, desistência ou retirada dos dados podem ser obtidos pelo e-mail: prof.elisalemos@gmail.com/ricardo@tridantas.com.br ou pelo telefone (48) 3721-9924, falar com Elisa e/ou Ricardo.

Desde já, agradecemos antecipadamente a participação de seu filho/dependente, a sua colaboração e colocamo-nos à sua disposição.

CONTATOS:

Prof^a Elisa Cristina Lemos
e-mail: prof.elisalemos@gmail.com
(48) 8856-1293

Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas
e-mail: ricardo@tridantas.com.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado, de forma clara e objetiva, sobre todos os procedimentos do projeto de pesquisa intitulado **Desempenho aeróbio/anaeróbio e características neuromusculares de jovens tenistas: Efeitos da idade cronológica e da maturação somática**. Estou ciente que todos os dados a meu respeito serão sigilosos e que posso me retirar do estudo a qualquer momento. Assinando este termo, eu concordo em participar deste estudo.

Nome por extenso: _____

Assinatura: _____

Florianópolis (SC) ____/____/____

Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas
(Pesquisador Responsável/Orientador)

Prof^a Elisa Cristina Lemos
(Pesquisador Principal)

APÊNDICE B – Termo de Assentimento

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE ASSENTIMENTO

Eu _____ aceito participar da pesquisa intitulada "**Desempenho aeróbio/anaeróbio e características neuromusculares de jovens tenistas: Efeitos da idade cronológica e da maturação somática**".

Declaro que a pesquisadora Elisa Cristina Lemos me explicou todas as etapas do estudo que irá acontecer. A primeira etapa é formada por uma avaliação antropométrica para medir a minha composição corporal (peso, estatura, circunferências e percentual de gordura) e identificar. A segunda etapa é composta pela realização de cinco testes físicos, os quais serão realizados em campo e laboratório. O primeiro teste avaliará a minha velocidade em uma distância de 40 m. O segundo teste avaliará a minha resistência aeróbia por meio do teste T-CAR. O terceiro teste verificará a minha capacidade de realizar corridas de velocidade (10 vezes de 20 metros) separadas por intervalos de 20 segundos de descanso. Já no quarto teste serei avaliado durante a realização de saltos verticais sobre uma plataforma de força. Em seguida, realizarei o quinto teste em um dinamômetro isocinético para avaliar a minha força muscular de membros inferiores e superiores. Por fim, haverá uma avaliação da maturação esquelética em que realizarei

um raio-x da minha mão e punho esquerdo para determinar a minha idade óssea.

A pesquisadora explicou que o risco dos procedimentos realizados será mínimo, apesar de que, sentirei cansaço em decorrência do esforço na realização dos testes físicos realizados em campo e laboratório. Ainda, a pesquisadora me explicou que eu serei exposto a uma radiação mínima durante a realização do raio-x.

Compreendi que não sou obrigado a participar da pesquisa, e que eu decido se quero participar ou não. A pesquisadora me explicou também que o meu nome não aparecerá na pesquisa.

Dessa forma, concordo livremente em participar do estudo, sabendo que posso desistir a qualquer momento, se assim desejar.

Assinatura da criança/adolescente

Assinatura dos pais/responsáveis:\

Prof^{ta}. Elisa Cristina Lemos
(Pesquisador Principal)

Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas
(Pesquisador Responsável/Orientador)

Dia/mês/ano: _____

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA

MATERNIDADE CARMELA
DUTRA/SC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Desempenho aeróbio/anaeróbio e características neuromusculares de jovens tenistas: efeitos da idade cronológica e da maturação somática.

Pesquisador: Ricardo Dantas de Lucas

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 37156814.5.0000.0114

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 837.466

Data da Relatoria: 17/10/2014

Apresentação do Projeto:

Trata-se do projeto de pesquisa intitulado "Desempenho aeróbio/anaeróbio e características neuromusculares de jovens tenistas: Efeitos da idade cronológica e da maturação somática", desenvolvido como dissertação da mestranda Elisa Cristina Lemos no Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob orientação do professor e pesquisador responsável Ricardo Dantas de Lucas, que pretende verificar o desempenho aeróbio/anaeróbio e as características neuromusculares de jovens tenistas. Para tanto, foi desenhado um estudo transversal com uma amostra composta por 25 jovens jogadores de tênis do sexo masculino, de 12 a 18 anos, que competem, no mínimo, por dois anos e a nível regional. Serão realizadas as seguintes avaliações: 1) avaliação antropométrica para determinação do estágio de maturação somática e determinação das variáveis de tamanho corporal, composição corporal e volume muscular de membros inferiores e superiores de ambos os lados; 2) avaliação de potência anaeróbia e aeróbia; 3) avaliação da capacidade anaeróbia; e 4) avaliação isocinética para determinação da razão funcional de flexores e extensores de joelho e de rotadores de ombro em ambos os lados, e avaliação da potência de saltos verticais. Todas as avaliações, previamente agendadas, serão realizadas no Laboratório de Esforço Físico (LAEF) localizado no Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em Florianópolis, SC.

Endereço: Rua Imã Benwarda 208

Bairro: Centro

CEP: 88.015-270

UF: SC

Município: FLORIANÓPOLIS

Telefone: (48)3251-7628

Fax: (48)3251-7628

E-mail: cep_mcd@hotmail.com

MATERNIDADE CARMELA
DUTRA/SC



Continuação do Parecer: 037-495

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral do presente estudo é verificar o desempenho aeróbio/anaeróbio e as características neuromusculares de jovens tenistas. Os objetivos específicos são: Comparar a razão entre o desempenho aeróbio e anaeróbio entre as faixas etárias; Comparar a razão funcional de rotadores de ombro do lado dominante e não dominante entre as faixas etárias; Comparar a assimetria morfológica e funcional de membros superiores e inferiores entre as faixas etárias; Comparar a potência de saltos entre as faixas etárias.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo o pesquisador, os riscos relacionados com as coletas de dados referem-se a algum possível desconforto gerado pelo esforço máximo dos testes físicos. Além disso, a quantidade de testes que os voluntários serão submetidos (4 visitas ao laboratório) poderá determinar algumas desistências ao longo da realização da pesquisa.

Como benefícios, o pesquisador refere a contribuição de forma única para o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e o avanço das pesquisas, bem como, tomar conhecimento de aspectos morfológicos e funcionais do indivíduo participante. Especificamente, através dos resultados obtidos será possível conhecer melhor os fatores intervenientes na assimetria corporal e de força de membros inferiores e superiores, bem como de potência de saltos e da relação de desempenho anaeróbio/aeróbio durante o período da puberdade entre os diferentes grupos maturacionais, auxiliando os profissionais na interpretação dos resultados de forma mais apropriada.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de grande relevância para a área de desempenho e desenvolvimento humano. Fundamentado em referências atualizadas e com justificativa científica para a realização da pesquisa. Apresenta descrição detalhada da metodologia e coleta de dados, que será realizada através do uso de instrumentos e técnicas de ponta na área de avaliação cinético-funcional.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto assinada pelo pesquisador responsável e pelo Vice-Diretor do Centro de Desportos da UFSC.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido elaborado de forma clara e objetiva, e direcionado também aos pais e/ou responsáveis legais pelos participantes. Apresenta o objetivo do estudo, uma breve descrição das avaliações que serão realizadas e deixa claro a liberdade em aceitar

Endereço: Rua Imã Bernardes 208

Bairro: Centro

CEP: 88.015-270

UF: SC

Município: FLORIANÓPOLIS

Telefone: (48)3251-7826

Fax: (48)3251-7826

E-mail: cep_mod@hotmail.com

MATERNIDADE CARMELA
DUTRA/SC



Continuação do Parecer: 037.496

participar do estudo ou retirar-se em qualquer momento sem sofrer constrangimentos. Descreve os desconfortos e benefícios e informa o sigilo e a privacidade a serem adotados prevendo o conforto e a segurança dos participantes. Informa o grau de risco como sendo mínimo aos participantes desse estudo, conforme a Resolução 466/12 MS/CONEP.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto Aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Caso ocorram modificações do projeto original no decorrer da pesquisa, estas deverão ser submetidas a este CEP na forma de Emenda, identificando a parte do protocolo a ser modificado com a justificativa. Encaminhar para este CEP relatórios trimestrais de andamento da pesquisa até o encerramento da mesma. Notificar este Cep assim que a pesquisa for encerrada.

FLORIANOPOLIS, 20 de Outubro de 2014

Assinado por:
Adriana Heberle
(Coordenador)

Endereço: Rua Imã Berwade 208
Bairro: Centro Município: FLORIANOPOLIS CEP: 88.015-270
UF: SC Telefone: (48)3251-7828 Fax: (48)3251-7828 E-mail: cep_mcd@hotmail.com