



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

ANO LETIVO 2018-2019

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

Estudo comparativo da flexibilidade e da força muscular (isométrica, concêntrica, excêntrica) dos flexores do cotovelo em atletas de Jiu-jitsu Brasileiro (JJB), relativamente a não atletas.

Nicolas Randriamihamina

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde – UFP

37029@ufp.edu.pt

Orientador

Sandra Rodrigues

Escola Superior de Saúde – UFP

sandrar@ufp.edu.pt

Resumo

Objetivo: O objetivo do presente estudo foi comparar os parâmetros de flexibilidade e da força muscular nas modalidades isométrica, excêntrica e concêntrica dos flexores do cotovelo em atletas de Jiu-jitsu brasileiro relativamente a não atletas. **Materiais e métodos:** 30 participantes de sexo masculino, com idades compreendidas entre 18 e 30 anos, sendo 15 lutadores de Jiu-jitsu Brasileiro e 15 não praticantes integraram o presente estudo. Cada participante foi submetido ao protocolo de avaliação, sendo a ordem de apresentação dos testes aleatória. Constituíram instrumentos o questionário de preferência lateral de Van Strien (2002), um Goniômetro e o Dinamómetro isocinético. **Resultados:** Não se observaram diferenças estatisticamente significativas ao nível da flexibilidade e ao nível da força dos flexores do cotovelo entre os atletas de Jiu-jitsu Brasileiro e o grupo não praticante da modalidade. **Conclusão:** Não existem diferenças significativas ao nível da flexibilidade e da força dos flexores do cotovelo entre os lutadores de Jiu-jitsu Brasileiro e os não praticantes.

Palavras-chave: Brazilian jiu-jitsu, armbar, strength, elbow injuries, flexibility

Abstract

Purpose: The aim of the present study was to compare the flexibility and flexor strength parameters during isometric, eccentric and concentric tasks between Brazilian Jiu-jitsu athletes and non-athletes. **Material and methods :** 30 male participants aged between 18 and 30 years old, 15 Brazilian Jiu-jitsu fighters and 15 non-athletes participated in the study. Each participant had the order of protocol randomly assigned. The instruments were the handedness questionnaire of Van Strien (2002), a Goniometer, a Dynamometer and an Isokinetic system. **Results :** The data did not present significant statistical differences for both flexibility and flexor strength (isometric, concentric and eccentric) between Brazilian Jiu-Jitsu fighters and the control group. **Conclusion :** There is no significant differences in terms of elbow flexors strength and flexibility between the Brazilian Jiu-jitsu fighters and non fighters.

Keywords : Brazilian jiu-jitsu, armbar, strength, elbow injuries, flexibility

1. INTRODUÇÃO

Segundo Vidal Andreato, et al., (2011) o Jiu-Jitsu Brasileiro (JJB) corresponde a uma adaptação do Jujutsu Japonês, tendo-se tornado popular dentro e fora do Brasil. O Jiu Jitsu brasileiro é uma arte marcial que começou a ficar conhecida nos anos 90 (Diaz Lara, Andrade, Magnani Branco, & Vidal Andreato, 2017). É um desporto de preensão, no qual dois oponentes lutam um contra o outro, usando técnicas de quedas, posição de controlo, chaves de articulação e estrangulamentos, sem pancada (Follmer, Dellagrana, Pereira de Lima, Herzog, & Diefenthaeler, 2016). O conceito básico do jiu jitsu é controlar qualquer pessoa que seja maior ou fisicamente mais potente através de técnicas que envolvem alavancagens (Green & Svinth, 2010).

Existe um sistema de graduação no Jiu Jitsu Brasileiro que representa a experiência e o conhecimento técnico da arte marcial, sendo a ordem de progressão depois de 17 anos a seguinte faixa branca, azul, roxa, castanha e preta. (McDonald, Murdock Jr., McDonald, & Wolf, 2017)

Durante os campeonatos, uma luta de Jiu Jitsu acontece em uma área de tatami definida, sob a supervisão de um árbitro central. A luta tem uma duração contínua que varia de 5 até 10 minutos, de acordo com a faixa e a idade dos lutadores (Diaz-Lara, Del Coso, Garcia, & Abian-Vicen, 2015). A luta inicia-se em pé, sendo que progride para a luta no tatami. A luta deve seguir uma sequência crescente de domínio técnico em direção à finalização. Um sistema de pontuação bem preciso (pontos, vantagens, punições) permite nomear o vencedor caso não haja submissão (Green & Svinth, 2010).

As submissões podem ser divididas em três categorias: Os estrangulamentos, as compressões musculares e as chaves de articulação. Qualquer tipo de submissão, ou finalização, consiste em obrigar o oponente a desistir (Jones & Ledford, 2012). Para quem estiver sob o ataque de finalização, o objetivo é reagir suficientemente cedo para conseguir livrar-se deste ataque. O árbitro pode parar a luta no caso de um submissão bem ajustada potencializar danos físicos no adversário, também pode parar a luta quando o atleta dá duas batidas com a palma da mão no adversário, no chão, ou em si próprio, de forma manifesta e visível (McDonald, Murdock Jr., McDonald, & Wolf, 2017).

Como todos os desportos, o Jiu Jitsu brasileiro possui os seus riscos de lesões. É difícil estabelecer um consenso sobre as lesões mais comuns uma vez que os golpes possíveis são infinitos e as condições distintas no contexto de treino ou de campeonato. Porém, o trabalho realizado durante o campeonato mundial de 2009 pela federação internacional (Kreiwirth,

Myer, & Rauh, 2014), sugeriu que as articulações mais afetada durante esse campeonato foram os cotovelos e joelhos. Um outro estudo realizado tendo por base 8 campeonatos organizados pela federação internacional de jiu-jitsu brasileiro (IBJJF), entre 2005 e 2011, reportou uma incidência maior das lesões do cotovelo, sendo o mecanismo mais responsável pelas lesões o “Armbar”, o “Jiu-jigatame”, ou a “Chave de braço (Scoggin, et al., 2014). Por outro lado, o trabalho realizado por McDonald, Murdock Jr., McDonald, & Wolf, (2017), relativamente ao treino em contexto de academia verificou que as lesões mais prevalentes durante o treino são das extremidades dos membros superiores (mão/dedos) e inferiores (pés/dedos).

De uma forma geral a chave de braço corresponde a uma manobra de ataque, em que o lutador atacante trava o braço do adversário entre suas pernas, segura o punho do adversário a nível do seu próprio peito, controlando o membro superior inteiro. As pernas do atacante posicionam-se perpendicularmente ao tronco do adversário para o imobilizar, e de maneira a impedi-lo de segurar o braço encaixado (Scoggin, et al., 2014). Uma vez chegado nessa posição, o atacante vai aplicando uma elevação pélvica, com extensão dorso-lombar, sendo que concomitantemente puxa o antebraço do adversário no sentido da hiperextensão máxima. O atacante une os seus joelhos para aumentar o ângulo entre a articulação do cotovelo do adversário e a sua própria pelve, que tem o papel de apoio para a alavanca (Carvalho de Almeida, et al., 2017)

Na forma mais tradicional, quem sofre a chave está em decúbito dorsal, com o ombro em abdução e ligeira rotação lateral, cotovelo em extensão e prono-supinação neutra, assim como punho em posição neutra (Carvalho de Almeida, et al., 2017). O tronco e o ombro estão trancados pela posição dos membros inferiores do atacante, neste ponto só há mobilidade na articulação do cotovelo.

Nessa situação de stress articular, o atacante obriga seu adversário a desistir, e se não o fizer, a chave de braço vai provocando desgastes sérios do cotovelo: distensões do ligamento colateral medial, colateral lateral e distensão do bíceps (Scoggin, et al., 2014). Um trabalho realizado por Carvalho de Almeida, et al. (2017), mostrou que “o principal padrão de lesão reconhecido pela Ressonância [...] foi a lesão do complexo medial do cotovelo”

Na situação que a chave de braço evolua de forma rápida o limite articular pode ser atingido com pouco tempo de resposta do adversário. Quem estiver a sofrer o ataque tem que reagir rapidamente antes de ver o seu braço hiperextendido para além dos limites fisiológicos. Para tal a solução mais direta passará por pode realizar uma flexão do cotovelo a fim de evitar a

progressão do gesto técnico de submissão ou procurar ganhar tempo para efetuar uma saída possível da chave de braço. Qualquer seja a opção há um período breve no qual quem estiver a defender deve desenvolver uma força máxima dos flexores do cotovelo (Follmer, Dellagrana, Pereira de Lima, Herzog, & Diefenthaler, 2016).

Apesar da popularidade do JJB, a literatura dedicada ao tema é limitada, sendo os estudos dedicados à avaliação das adaptações fisiológicas ao desporto ainda escassos (Vidal Andreato, et al., 2011, Follmer, Dellagrana, Pereira de Lima, Herzog, & Diefenthaler, 2016). Neste sentido, constitui objetivo do presente estudo avaliar a flexibilidade articular e a força muscular concêntrica, excêntrica e isométrica dos flexores do cotovelo em atletas de jiu-jitsu Brasileiro (JJB), comparando com não atletas.

2. METODOLOGIA

2.1 Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo de carácter experimental

2.2 Caracterização da Amostra

Integraram o presente estudo 30 participantes de sexo masculino, entre os quais 15 atletas de Jiu-jitsu Brasileiro e 15 não praticantes, com média de idades $22.67 \pm 3,60$ anos, $1,79 \pm 0,06$ m de altura, $73,78 \pm 8,04$ kg de peso e IMC de $23,37 \pm 2,60$ kg.m^{-2} . De uma forma geral a amostra em estudo apresenta características homogêneas (consultar tabela 1), exceto na característica idade, sendo os atletas de jiu jitsu ligeiramente mais velhos do que os não atletas ($p=0.000$). Os participantes que constituem o grupo de atletas de Jiu-jitsu apresentavam idades compreendidas entre 19 e 30 anos (média = 25.07 ± 3.47 anos) e em termos de IMC ($24,01 \pm 2.22$ kg.m^{-2} os atletas da amostra apresentam valores normais de acordo com a classificação da OMS (GT, 1993). Relativamente à preferência manual, 14 (93.3%) eram destrímanos e 1 (6.7%) sinistromano. Participaram 8 (53.3%) faixas azuis, 3 (20%) faixas roxas e 4 (26.7%) faixas pretas, com 5.27 ± 2.81 anos de experiência no Jiu-jitsu Brasileiro, 4.4 ± 2.97 anos de experiência de competição, que treinam 6.4 ± 2.64 vezes por semana, e lutam 2.47 ± 1.92 vezes por ano em campeonatos nacionais e internacionais. Dentro dos não atletas de Jiu-jitsu brasileiro, os participantes apresentavam idades compreendidas entre 18 e 24 anos (média = 20.27 ± 1.58 anos), com IMC de 22.74 ± 2.87 kg.m^{-2} , encontrando-se na categoria de peso normal de acordo com a classificação da OMS (GT, 1993) sendo a totalidade da amostra destrímana. A totalidade da

amostra estava familiarizada com o conceito de treino de força e treinava regularmente em ginásio.

Tabela 1. Dados referentes à idade e características antropométricas dos participantes do estudo (Média ± Desvio Padrão). Valores relativos ao teste t para amostras independentes.

	Atletas de JJB	Não Atletas de JJB	Teste t	IC _{95%}
Idade (anos)	25.07 ± 3.47	20.27 ± 1.58	t = -4,872, p = 0.00*	[-6.858;-2.742]
Altura (m)	1.79 ± 0.04	1.79 ± 0.08	t= -0.209, p= 0.836	[0.5;0.41]
Peso (kg)	74.9 ± 3.99	72.67 ± 10.74	t= -0.755, p= 0.460	[-8.455;3.988]
IMC (kg.m ⁻²)	24,01 ± 2.22	22.74 ± 2.87	t= -1.354, p= 0.186	[-3.185;0.65]

Legenda: JJB - jiu-jitsu brasileiro, *representa significância

Uma vez que o objetivo do presente estudo era caracterizar a amostra relativamente à prática ou não de jiu jitsu, foi analisada a frequência de treino de flexores do cotovelo em ambiente ginásio (auto-reportado, consultar tabela 2), de forma a identificar possíveis diferenças neste ítem que fossem passíveis de influenciar o *outcome*.

Tabela 2. Frequência de treino de bicípete dos participantes do estudo, resultados para o teste Pearson Chi-Square reportados.

	Atletas de JJB	Não Atletas de JJB	Pearson Chi-Square
1 vez por semana	13	14	$\chi(1) = 0.370, p = .543$
2 vezes por semana	2	1	

Legenda: JJB - jiu-jitsu brasileiro

Da análise da tabela 2 podemos observar que não existem associações estatisticamente significativas entre prática de JJB e frequência semanal de treino em ginásio, em geral, tanto os praticantes como não praticantes apresentam uma frequência semanal de ginásio para treino de bicípete semelhante.

2.2.1 Critérios de Inclusão

Constituíram critérios de inclusão serem atletas masculinos de Jiu-jitsu brasileiro medalhados em competições nacionais e/ou internacionais, com idade compreendida entre 18 e 30 anos, sem história anterior de lesão do cotovelo no último ano, com uma frequência mínima de treino de 3 vezes por semana há 2 meses consecutivos. Foram aceites graduados da faixa azul até à faixa preta e de todas as categorias de peso. Participaram igualmente indivíduos que não eram atleta de JJB, constituindo o grupo de controlo. Para os não atletas, apenas foram integrados participantes do sexo masculino, com idade compreendida entre 18 e 30 anos, sem história anterior de lesão do cotovelo no último ano, que realizassem treino muscular do membro superior com uma frequência mínima de treino de 1 vez por semana, por questões de familiarização com o procedimento de produção de força máxima.

2.2.2 Critérios de Exclusão

Constituíram critérios de exclusão história anterior de lesão do membro superior e cervical inferior à um ano, toma de medicação miorrelaxante ou de moduladores da sensação dolorosa, alterações cognitivas. Para os participantes atletas de JJB, tempo de prática inferior á 1 ano.

Os critérios de exclusão específicos para o uso do isocinético são restrições de cicatrização dos tecidos, dor, limitação do movimento, derrame articular, instabilidade e distensões agudas (Ellenbecker & Davies, 2000).

2.3 Instrumentos

Para avaliação do peso e da altura foram usados uma balança de marca Tanita e um estadiómetro de marca Seca.

O isocinético Biodex estabelece-se com um equipamento capaz de produzir resultados válidos e fiáveis para avaliação da força muscular, em diferentes articulações, sendo descrito como *gold standard* para avaliação da força muscular em cadeia cinética aberta (Zapparoli & Riberto, 2016; Aydog, Aydog, Cackcl, & Doral, 2004; Stark, Emanuelsson, Gunnarsson, & Strigard, 2012).

O goniómetro de eixo duplo fornece dados válidos e fiáveis relacionados com flexão, extensão e desvios (Fieseler, et al., 2015). De uma forma geral permite um desempenho eficaz para avaliação da amplitude de movimento dos membros superiores, com uma margem de erro associada +/- 5° (Fieseler, et al., 2017).

O questionário de preferência lateral de Van Strien (2003) foi utilizado para determinar o membro dominante dos participantes. Foi utilizado o *Research Randomizer* Versão 4.0, para randomizar a ordem da avaliação do protocolo de força (Urbaniak & Plous, 2019)

2.4 Procedimentos

Após a obtenção da aprovação para a realização do estudo pela comissão de ética para a saúde do Hospital Escola da Universidade Fernando Pessoa, os participantes que se voluntariaram para integrar o presente estudo foram convidados a assinar a declaração de consentimento informado, sendo garantido o anonimato e a confidencialidade dos dados através da atribuição de códigos numéricos não identificativos. Por outro lado os questionários não foram arquivados em conjunto com as declarações de consentimento. Foi igualmente garantida a possibilidade de desistência de participação a qualquer momento e sem qualquer prejuízo pessoal. Seguidamente, foi solicitado a todos os participantes que preenchessem o questionário de caracterização da amostra e o questionário de preferência lateral de Van Strien (2003).

Inicialmente foi avaliada a amplitude de movimento em repouso e no máximo de hiperextensão passiva com recurso ao goniómetro. Para este fim cada participante foi posicionado em decúbito dorsal, com uma almofada acima do **olecrâneo** e o membro superior com o cotovelo em posição de repouso e a mão pendente fora da marquesa, tendo sido registado o valor referente a este posicionamento, constituindo o valor em repouso. O avaliador procedeu então à aplicação de uma força externa, na face distal do antebraço, no sentido do limite de extensão, tendo os dados sido recolhidos e registados como constituindo o valor em hiperextensão. Para este fim o braço fixo foi alinhado com a linha média lateral do úmero e o braço móvel alinhado com a linha média dorsal do antebraço. O fulcro encontrava-se alinhado com a interlinha articular úmero-radial (Marques & Pasqual, 2003).

A avaliação da força muscular decorreu no isocinético, previamente calibrado, estando o participante posicionado com o ombro a 40° de flexão, o cotovelo alinhado com o eixo do dinamómetro e o antebraço em posição neutra (Follmer, Dellagrana, Pereira de Lima, Herzog, & Diefenthaler, 2016). Os participantes encontravam-se sentados, com os cintos de estabilização ajustados de forma a restringir e minimizar os movimentos de compensação do tronco, sendo todos os procedimentos realizados no membro dominante.

Foi realizado um aquecimento específico que consistiu em 2 séries de 10 flexões (concêntrica/excêntrica) do cotovelo submáximas. Os dois grupos realizaram a avaliação do protocolo isocinético (da força concêntrica e excêntrica) e do protocolo isométrico. A ordem da

avaliação foi randomizada, sendo cada conjunto de avaliações separadas por 2 minutos de repouso (Follmer, Dellagrana, Pereira de Lima, Herzog, & Diefenthaler, 2016). Foi fornecido encorajamento verbal e Biofeedback visual, de forma homogênea e consistente ao longo das sessões de avaliação.

No protocolo de avaliação isométrica foram realizadas três contrações máximas voluntárias, isométricas, de 5 segundos cada, dos flexores do cotovelo, numa amplitude de 75 e 90°, intervaladas por 10 segundos de repouso (Follmer, Dellagrana, Pereira de Lima, Herzog, & Diefenthaler, 2016). O Peak Torque para cada amplitude foi selecionado para análise.

A nível das avaliações dinâmicas, foram avaliadas contrações máximas dinâmicas, sendo elas concêntricas e excêntricas. As avaliações concêntricas e excêntricas foram ambas à uma velocidade de 60°.s⁻¹ (Follmer, Dellagrana, Pereira de Lima, Herzog, & Diefenthaler, 2016) e 300°.s⁻¹. O Peak Torque e o ângulo do Peak Torque para cada velocidade foram selecionados para análise.

2.5 Procedimentos estatísticos

A análise de dados foi efetuada recorrendo ao Software de análise estatística IBM SPSS® 23 para o Windows. Através da estatística descritiva (média e desvio padrão) foi feita a caracterização da amostra e das variáveis em estudo. O Peak torque e o Ângulo do Peak Torque associados a cada variável de força foram selecionados para análise, assim como os parâmetros associados à amplitude em repouso e em extensão máxima do cotovelo, em graus. A observação e estudo da normalidade da distribuição através da observação do resultado do teste de Shapiro-Wilk, da análise da simetria da curva e da sua curtose permitiram a escolha de teste paramétricos. Neste sentido o teste T de Student para amostras independentes foi selecionado para estudo de possíveis diferenças entre atletas e não atletas. O teste de associação de chi-quadrado foi selecionado para análise da existência de possível associação entre frequência de treino e prática de JJB. Por fim, o teste H de The Kruskal-Wallis é um teste não paramétrico que identifica diferenças entre dois ou mais grupos de uma variável independente relativamente a uma variável contínua ou ordinal e foi utilizado para a comparação entre faixas relativamente à amplitude em repouso e em hiperextensão máxima.

3. Resultados

Relativamente à comparação entre praticantes e não praticantes de jiu-jitsu brasileiro, não foram encontradas diferenças significativas entre os valores médios de Peak torque dos dois grupos,

para nenhuma das variáveis em estudo (isométrico em 75° de flexão, isométrico em 90° de flexão, concêntrico e excêntrico nas velocidades de 60 e 300°/s, para mais detalhes consultar a tabela 3).

De forma idêntica também não foram encontradas diferenças significativas entre os valores médios de ângulo de Peak torque quer para as contrações concêntricas a 60 e a 300°.s⁻¹, quer para as excêntricas (consultar tabela 4). Relativamente à goniometria, não foram encontradas diferenças significativas a nível dos valores médios de ângulos do cotovelo em posição de repouso e extensão máxima (consultar tabela 5).

Tabela 3. Dados referentes os valores médios de Peak torque em modo isométrico, concêntrico e excêntrico (Média ± Desvio Padrão). Valores relativos ao teste t para amostras independentes.

	Atletas de JJB	Não atletas de JJB	Teste t	IC _{95%}
PT ₇₅ (N.m)	55.14 ± 7.91	56.4 ± 12.62	t=0.328, p=0.746	[-6.6147;9.137]
PT ₉₀ (N.m)	44.91 ± 8.67	45.32 ± 11.06	t=0.114, p=0.91	[-7.018;7.845]
PT _{Concêntrico 60°.s-1} (N.m)	64.77 ± 12.83	75.93 ± 26.38	t=1.473, p=0.152	[-4.356;26.676]
PT _{Excêntrico 60°.s-1} (N.m)	62.29 ± 8.98	64.71 ± 7.42	t=0.807, p=0.427	[-3.737;8.59]
PT _{Concêntrico 300°.s-1} (N.m)	50.55 ± 15.34	48.77 ± 18.78	t=-0.284, p=0.778	[-14.608;11.048]
PT _{Excêntrico 300°.s-1} (N.m)	74.41 ± 14.97	72.83 ± 14.11	t=-0.297, p=0.768	[-12.464;9.304]

Legenda: JJB - jiu-jitsu brasileiro

Tabela 4. Dados referentes os ângulos de Peak torque em contrações dinâmicas (Médio ± DP). Valores relativos ao teste t para amostras independentes.

	Atletas de JJB	Não Atletas de JJB	Teste t	IC _{95%}
Ângulo de PT _{Concêntrico 60°.s-1}	33.4 ± 14.32	39.80 ± 29.04	t=0.766, p=0.45	[-10.723;23.523]
Ângulo de PT _{Excêntrico 60°.s-1}	52.33 ± 19.50	55.93 ± 15.26	t=0.563, p=0.578	[-9.495;16.695]
Ângulo de PT _{Concêntrico 300°.s-1}	21.13 ± 23.85	15.53 ± 40.50	t=-0.461, p=0.65	[-30.727;19.527]
Ângulo de PT _{Excêntrico 300°.s-1}	54.53 ± 14.71	60.40 ± 14.68	t=1.093, p=0.284	[-5.124;16.857]

Legenda: JJB - jiu-jitsu brasileiro

Tabela 5. Dados referentes os ângulos do cotovelo em posição de repouso e extensão passiva máxima (Média ± Desvio Padrão). Valores relativos ao teste t para amostras independentes.

	Atletas de JJB	Não atletas de JJB	t, p	IC _{95%}
Repouso	9.60° ± 4.56	7.40° ± 4.78	t=-1.29, p=0.208	[- 5.695;1.295]
Extensão passiva máxima	-7.60°* ± 2.85	-8.20°* ± 2.08	t=-0.659 p=0.515	[- 2.465;1.265]

Legenda: JJB - jiu-jitsu brasileiro *Os valores de extensão são relativos os ângulos encontrados depois da extensão total (0°) da articulação.

4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi avaliar a flexibilidade articular e a força muscular concêntrica, excêntrica e isométrica dos flexores do cotovelo em atletas de jiu-jitsu Brasileiro (JJB), comparando com não praticantes da modalidade.

Em relação à flexibilidade, esta refere-se à amplitude de movimento associada a uma articulação ou articulações contíguas. Este parâmetro foi escolhido porque tem um papel importante na redução do risco de lesões músculo-articulares, constituindo no entanto um ponto controverso (Souza, Da Silva, & Camões, 2005), ainda assim é extremamente importante em desportos de combate (McHugh & Cosgrave, 2009; Chaabène, Hachana, Franchini, Mkaouer, & Chamari, 2012; McHugh & Nesse, 2008). Os componentes da flexibilidade abrangem diferentes estruturas: ossos, músculos, tendões, ligamentos, cápsula articular e outros tecidos conjuntivos (Fox, Bowers, & Foss, 1991). Cada um desses tecidos tem uma importância relativa com relação à limitação da flexibilidade, tendo sido descrita a mobilidade da cápsula articular como sendo responsável por 47% da resistência à flexibilidade, a elasticidade da fásia por 41%, a plasticidade dos tendões por 10% e a maleabilidade da pele por 2% (Johns & Wright, 1962).

No contexto do Jiu-jitsu Brasileiro, a flexibilidade do cotovelo em extensão pode constituir uma ferramenta crucial, nomeadamente durante a chave de braço, relativamente ao braço encaixado. Uma maior flexibilidade significa maior capacidade de suportar o mecanismo de chave de braço e conseqüentemente uma maior capacidade de defesa (Jones & Ledford, 2012), o que representa tempo para livrar-se do golpe, usando técnicas específicas de defesa que não sejam ligadas com a força de flexão do cotovelo. Por outro lado, a exposição repetida ao próprio mecanismo de chave de braço poderia induzir adaptações no cotovelo do praticante (Qaisar, Bhaskaran, & Van Remmen, 2016). No entanto para a amostra estudada este parâmetro não apresentou

diferenças significativas aquando da comparação atletas/não praticantes. No entanto, não se pode estabelecer uma relação linear entre a flexibilidade e o processo de submissão. Diferentes outros mecanismos nervosos tal como a propriocepção e a perceção e do limiar de dor estão envolvidos no processo de submissão causado pelo estresse articular (Fenton, Shih , & Zolton, 2015)

Segundo diversos autores (ex. Diaz Lara, Andrade, Magnani Branco, & Vidal Andreato, 2017; Yoon, 2002) a experiência e o nível de competição parecem influenciar a flexibilidade dos atletas: sendo que atletas com mais experiência têm uma maior flexibilidade do que os iniciantes. A realização do teste H de Kruskal-Wallis mostrou não haver diferenças estatisticamente significativas entre diferentes graduações/faixas relativamente à amplitude de repouso ou de hiperextensão passiva, sendo para o valor em repouso $\chi^2(2) = 0.395$, $p = 0.821$ e para o valor em hiperextensão máxima passiva $\chi^2(2) = 2.190$, $p = 0.335$.

Em relação à força, uma maior força muscular está associada a características que contribuem para o melhor desempenho do atleta (Suchomel, Nimphius, & Stone, 2016). No presente estudo foram avaliadas as 3 modalidades de contração dos flexores do cotovelo, ou seja isométrico, concêntrico e excêntrico. Sendo uma prova de força pura do cotovelo, os músculos Bíceps brachialis, Brachialis e Brachioradialis trabalham em sinergia, desde que são implicados na mesma ação, com uma ativação muscular similar para todos os ângulos (quer seja isometria a 75° quer seja a 90°) e velocidades angulares avaliadas (60°.s⁻¹ e 300°.s⁻¹) (Anneliese Von Werder & Disselhorst-Klug, 2016).

Relativamente à força isométrica, não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos, o que está de acordo com a literatura: Os atletas de Jiu-jitsu brasileiro não têm uma grande força isométrica, mas possuem a capacidade de manter níveis constantes de força em luta (Franchini, Takito, & De Campos Pereira, 2003; Andreato, et al., 2013).

A escolha dos ângulos (75° e 90°) apoiou-se no trabalho de Follmer, Dellagrana, Pereira de Lima, Herzog, & Diefenthaler (2016) que identificaram os maiores valores de *peak torque* dos flexores do cotovelo a 75° de flexão. Os menores valores foram encontradas com o cotovelo a 120° de flexão, o que não foi avaliado no presente estudo, uma vez que nesta posição os flexores do cotovelo já se encontram em posição de encurtamento, com conseqüente diminuição da capacidade de produção de força.

Durante as contrações dinâmicas, não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos quer seja em concêntrico ou em excêntrico, em ambas as velocidades avaliadas (60°.s⁻¹

e $300^{\circ} \cdot s^{-1}$). Este fato pode derivar do reduzido tamanho amostral e estudos com maiores dimensões seriam aconselhados. O presente estudo também pretendeu avaliar a capacidade de produção de força em altas velocidades, introduzindo a avaliação de força a $300^{\circ} \cdot s^{-1}$, o que, para o nosso conhecimento, ainda não foi estudado na literatura disponível, para atletas de JJB, tendo os autores avaliado apenas até $229.18^{\circ} \cdot s^{-1}$ ($4 \text{ rad} \cdot s^{-1}$) (Linnamo, Strojnik, & Komi, 2006). Não existem igualmente estudos que avaliem a biomecânica do gesto técnico associado à posição tradicional do atacante durante a chave de braço, em termo de força aplicada na articulação do cotovelo (Carvalho de Almeida, et al., 2017).

Relativamente à diferença etária entre os grupos em análise, muito embora o processo de envelhecimento tenha consequências na perda progressiva das funções musculares. (Kirkendall & Garrett, 1998), a diferença na média entre os participantes dos dois grupos é de apenas 5 anos, estando a amostra limitada a um máximo de 30 anos. De facto, o músculo representa cerca de 40% de massa magra e com envelhecimento vai diminuindo para geralmente deixar evoluir a percentagem de massa gorda (Curtis, Litwic, Cooper, & Dennison, 2015) o que vai ter impacto a nível da condição física geral, sendo geralmente aceite que se perde cerca de 1.5-3% de força por ano, mas isso apenas à partir dos 50 anos. Relativamente à mudança de distribuição das fibras musculares, os autores estabeleceram que os adultos entre 20 e 29 anos tinham 39% de fibras musculares de tipo I, percentagem que aumenta enquanto o número das fibras de tipo II diminui de 26% entre 20 e 80 anos. (Kirkendall & Garrett, 1998) Essa diminuição é maioritariamente responsável da mudança de tamanho do músculo. Há também uma diminuição do número de fibras musculares, que começa a partir dos 25 anos. E essa relação entre idade e número de fibras não é linear. (Francis, et al., 2017). E de facto estes fatores podem ser minimizados ou até invertidos com treino (Kirkendall & Garrett, 1998) e para o presente estudo a diferença de 20 para 25 anos na média etária dos grupos em análise não parece afetar os resultados das análises subsequentes, uma vez que ambos enquadram-se sensivelmente como jovens adultos.

Constituem no entanto limitações do presente estudo o limitado tamanho amostral e a sua especificidade (sexo masculino e atletas locais). Por outro lado, muito embora alguns participantes possuam título de campeão mundial, outros só nacional e a maioria encontra-se em faixas inferiores (azuis, roxas).

Conclusão

No presente estudo e para a amostra estudada, foi possível observar que a força desenvolvida pelos flexores do cotovelo, entre os praticantes de Jiu-jitsu Brasileiro e os não praticantes não difere significativamente, independentemente da posição articular e/ou da velocidade de realização do movimento, quer seja na modalidade isométrica, concêntrica ou excêntrica. Facto este que poderá estar associado ao facto de a amostra só contemplar participantes treinados.

Foi também possível observar que não há diferenças significativas em relação à flexibilidade do cotovelo entre esses dois grupos, considerando a extensão passiva máxima do cotovelo.

De uma forma geral em estudos futuros seria de interesse aumentar o tamanho amostral e estudar a taxa de produção de força que caracteriza a capacidade a aumentar a força/torque o mais rápido possível durante uma contração voluntária, realizada a partir dum baixo nível de contração/estado de repouso (Maffiuletti, et al., 2016; Andersen & Aagaard, 2006).

Referências

Almeida Foltran, F., Da Cunha Bueno Silva, L. C., & De Oliveira, T. (2011). What electrogoniometry sensor is most suitable for measuring. *Fisioter. Mov.*

Andersen, L. L., & Aagaard, P. (2006, October 26). Influence of maximal strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol*, pp. 46-52.

Andreato, L. V., Franchini, E., De Morães, S. M., Pastório, J. J., Da Silva, D. F., Estes, J. V., . . . Machado, F. A. (2013, June). Physiological and Technical-tactical Analysis in Brazilian Jiu-jitsu competition. *Asian Journal of Sports Medicine*, pp. 137-143.

Anneliese Von Werder, S. C., & Disselhorst-Klug, C. (2016, March 15). The role of biceps brachii and brachioradialis for the control of elbow flexion and extension movements. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, pp. 67-75.

Aydog, E., Aydog, S. T., Cackel, A., & Doral, M. N. (2004). Reliability of isokinetic ankle inversion and eversion strength measurement in neutral foot position using the Biodex dynamometer. *Knee Surg Sports traumatol Arthrosc.*

Carvalho de Almeida, T. B., Dobashi, E. T., Nishimi, A. Y., De Almeida Junior, E. B., Pascarelli, L., & Rodrigues, L. M. (2017). Analysis of the pattern and mechanism of elbow injuries related to armbar-type armlocks in jiu-jitsu fighters. *Acta Ortop Bras*, pp. 209-211.

- Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012, October). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Medicine*, pp. 829-843.
- Curtis, E., Litwic, A., Cooper, C., & Dennison, E. (2015). Determinants of muscle and bone aging. *Journal of Cellular Physiology*, pp. 2618-2625.
- Dauncey, T., Singh, H., & Dias, J. J. (2016, June 19). Electrogoniometer measurement and directional analysis of wrist angles and movements during the Sollerman hand function test. *Journal of Hand Therapy*, pp. 328-336.
- Diaz Lara, F. j., Andrade, A., Magnani Branco, B. H., & Vidal Andreato, L. (2017). Physical and physiological profiles of brazilian jiu-jitsu athletes: a systematic review. *Sports Medicine - Open*.
- Diaz-Lara, F. J., Del Coso, J., Garcia, J. M., & Abian-Vicen, J. (2015). Analysis of physiological determinants during an international Brazilian Jiu-jitsu competition. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, pp. 489-500.
- Ellenbecker, T. S., & Davies, G. J. (2000). The application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. *Journal of Athletic Training*, pp. 338-350.
- Fenton, B., Shih, E., & Zolton, J. (2015). The neurobiology of pain perception in normal and persistent pain. *Pain Manag*, pp. 297-317.
- Fieseler, G., Laudner, K., Irlenbusch, L., Meyer, H., Schulze, S., Delank, K., . . . Schwesig, R. (2017, December 27). Inter- and intrarater reliability of goniometry and hand held dynamometry for patients with subacromial impingement syndrome. *J Exerc Rehabilitation*, pp. 704-710.
- Fieseler, G., Molitor, T., Irlenbusch, L., Delank, K.-S., Laudner, K. G., Hermassi, S., & Schwesig, R. (2015, June). Intrarater reliability of goniometry and hand-held dynamometry for shoulder and elbow examinations in female team handball athletes and asymptomatic volunteers. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*.
- Follmer, B., Dellagrana, R. A., Pereira de Lima, L. A., Herzog, W., & Diefenthaler, F. (2016, November 26). Analysis of elbow muscle strength parameters in Brazilian jiu-jitsu practitioners. *Journal of Sports Sciences*.

- Fox, M. B., Bowers, R. W., & Foss, L. (1991). *Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos*. NOVA GUANABARA.
- Franchini, E., Takito, M., & De Campos Pereira, J. N. (2003, October). Frequência cardíaca e força de preensão manual durante a luta de jiu-jitsu. *Efdeportes*.
- Francis, P., Lyons, M., Piasecki, M., Mc Phee, J., Hind, K., & Jakeman, P. (2017). Measurement of muscle health in aging. *Biogerontology*, pp. 901-911.
- Green, T. A., & Svinth, J. R. (2010). *Martial Arts of the World: An Encyclopedia of History and Innovation*. Santa Barbara, CA, USA: ABC-CLIO.
- GT, W. (1993). Relation of dieting and voluntary weight loss to psychological functioning and binge eating. *Annals of Internal Medicine*, pp. 727-730.
- Johns, R. J., & Wright, V. (1962). Relative importance of various tissues in joint stiffness. *Journal of Applied Physiology*, pp. 824-828.
- Jones, N. B., & Ledford, E. (2012). Strength and conditioning for brazilian jiu-jitsu. *National strength and Conditioning Association*, pp. 60-69.
- Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E. (1998). The Effects of Aging and Training on Skeletal Muscle. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(4).
- Kreiswirth, E. M., Myer, G. D., & Rauh, M. J. (2014). Incidence of Injury Among Male Brazilian Jiu-jitsu Fighters at the World Jiu-Jitsu No-Gi Championship 2009. *Journal of Athletic Training*, pp. 89-94.
- Lexell, J., Downham, D., & Sjostrom, M. (1986). Distribution of different fibre types in human skeletal muscles: Fibre type arrangement in m. vastus lateralis from three groups of healthy men between 15 and 83 years. *J Neurol Sci*, pp. 211-222.
- Linnamo, V., Strojnik, V., & Komi, P. (2006, January). Maximal force during eccentric and isometric actions at different elbow angles. *Eur J Appl Physiol*, pp. 672-678.
- Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. (2016, March). Rate of force development: physiological and methodological considerations. *Eur J Appl Physiol*, pp. 1091-1116.
- Marques, & Pasqual, A. (2003). *Manual de goniometria*. Barueri.

- McDonald, A. R., Murdock Jr., F. A., McDonald, J. A., & Wolf, C. J. (2017, June 12). Prevalence of Injuries during Brazilian Jiu-Jitsu Training. *MDPI*.
- McHugh, M., & Cosgrave, C. H. (2009, October 5). To stretch or not to stretch : the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, pp. 169-181.
- McHugh, M., & Nesse, M. (2008, April). Effect of stretching on strength loss and pain after eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, pp. 566-573.
- Qaisar , R., Bhaskaran , S., & Van Remmen, H. (2016). Muscle fiber type diversification during exercise and regeneration. *Free Radic Biol Med*, pp. 56-67.
- Scoggin, J. F., Brusovanik, G., Izuka, B. H., Van Rilland, E. Z., Geling, O., & Tokumura, S. (2014). Assessment of injuries during Brazilian Jiu-Jitsu Competition. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*.
- Souza, I., Da Silva, V. S., & Camões, J. C. (2005, March). Flexibilidade tóraco-lombar e de quadril em atletas de jiu-jitsu. *efdeportes.com*.
- Stark, B., Emanuelsson, P., Gunnarsson, U., & Strigard, K. (2012). Validation of Biodex system 4 for measuring the strength of muscles in patients with rectus diastasis. *F Plast Surg Hand Surg*.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016, February 2). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine*, pp. 1419-1449.
- Urbaniak, G. C., & Plous, S. (1997). *Research randomizer*. Récupéré sur Research randomizer: <https://www.randomizer.org/>
- Vidal Andreato, L., Franzói de Morães, S., Lopes De Morães Gomes, T., Del Conti Esteves, J., Vidal Andreato, T., & Franchini, E. (2011). Estimated aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian Jiu-Jitsu athletes. *Science and Sports*, p. 26.
- Yoon, J. (2002). Physiological Profiles of Elite Senior Wrestlers. *Sports Medicine*, pp. 225-233.
- Zapparoli, F. Y., & Riberto, M. (2016, November 17). Isokinetic Evaluation of the Hip Flexor and Extensor Muscles: A Systematic Review. *Journal of Sport Rehabilitation*.