

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Dominique Martins Andujar

**COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FORÇA MÁXIMA DOS EXTENSORES E
FLEXORES DE JOELHOS DE INDIVÍDUOS COM E SEM HIPERMOBILIDADE
ARTICULAR GERAL**

Porto Alegre
2019

Dominique Martins Andujar

**COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FORÇA MÁXIMA DOS EXTENSORES E
FLEXORES DE JOELHOS DE INDIVÍDUOS COM E SEM HIPERMOBILIDADE
ARTICULAR GERAL**

Trabalho de Conclusão apresentado à Escola Superior de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul ao curso de Graduação em Educação Física como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Educação Física.

Orientador: Professor Drº .Ronei Silveira Pinto

Porto Alegre

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Dominique Martins Andujar

**COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FORÇA MÁXIMA DOS EXTENSORES E
FLEXORES DE JOELHOS DE INDIVÍDUOS COM E SEM HIPERMOBILIDADE
ARTICULAR GERAL**

Conceito Final:

Aprovado em _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Eurico Wilhelm

- UFRGS

Professor Orientador: Ronei Silveira Pinto

Porto Alegre
2019

Agradeço o apoio e o incentivo da minha família que sempre esteve presente em cada passo desta jornada. Iluminaram imensamente cada conquista deste sonho.

Aos meus melhores professores que me aguentaram nas aulas, abrilhantam minha mente e mostram sempre os caminhos para chegar onde meus desejos apontam. Em especial ao professor/orientador Dr. Ronei Silveira Pinto e a doutoranda Clarissa Brusco pelo incentivo e por possibilitarem toda a pesquisa.

Aos meus alunos e colegas circenses fonte de inspiração, companheirismo e motivação para encontrar as respostas dos problemas que nos circundam a cada treino. Esta força é imensurável e estamos juntos nesta jornada!

À vida pela oportunidade de estar ativa e com força para ultrapassar as barreiras da ignorância e das dificuldades diversas. Levantei todas as vezes até aqui e assim seguirei.

RESUMO

Objetivo: Comparar a produção de força máxima (dinâmica e isométrica) de flexores (FJ) e extensores de joelho (EJ) entre indivíduos com e sem hiper mobilidade articular geral. **Métodos:** a produção de força foi avaliada em dinamômetro isocinético (CYBEX Norm), mensurando-se o Pico de Torque (PT) concêntrico e isométrico na flexão e extensão de joelhos, assim como a PT excêntrico na flexão de joelhos. A partir destes valores, foram calculadas as razões de força entre os músculos Isquiotibiais e Quadríceps (Razão I/Q), tendo sido calculadas as razões convencional (PT concêntrico de Isquiotibiais/PT concêntrico de Quadríceps) e funcional (PT excêntrico de Isquiotibiais/PT concêntrico de Quadríceps). Um grupo de 20 sujeitos com hiper mobilidade (04 homens e 16 mulheres, $26,5 \pm 4,1$ anos, $58,45 \pm 9,59$ kg, $1,64 \pm 7,92$ m), testada pela escala de Beighton, e outro de 20 sujeitos sem hiper mobilidade (06 homens e 14 mulheres, $27,2 \pm 4,53$ anos, $64,73 \pm 8,79$ kg, $1,67 \pm 6,99$) foram testados e os resultados posteriormente comparados. **Resultados:** não houve diferença significativa no PT isométrico de flexão ($p=0,076$) e extensão ($p= 0,199$) de joelhos, no PT concêntrico de flexão ($p=0,203$) e extensão ($p= 0,060$) de joelhos entre os grupos, porém foi observada diferença significativa nos valores de PT excêntrico de flexores de joelhos ($p= 0,027$), sendo este menor nos indivíduos hiper móveis. Não foi observada diferença significativa nos valores de razão convencional ($p= 0,378$) e funcional ($p= 0,261$) na articulação do joelho. A não observância de diferença na produção de força entre os grupos indica que a hiper mobilidade articular não parece comprometer o desenvolvimento de força muscular em indivíduos hiper móveis, assim como indicam a possibilidade destes indivíduos realizarem o treino de força, muitas vezes equivocadamente contraindicado para esta população. Além disso, a hiper mobilidade articular não parece prejudicar o equilíbrio de força (razões convencional e funcional) entre músculos antagonistas (FJ e EJ).

Palavras chave: hiper mobilidade articular; avaliação isocinética; razão funcional; razão convencional; equilíbrio articular.

ABSTRACT

Objective: To compare the maximal (dynamic and isometric) force production of flexors (FJ) and knee extensors (JE) between individuals with and without general joint hypermobility. Methods: force production was evaluated in isokinetic dynamometer (CYBEX Norm), measuring concentric and isometric torque in knee flexion and extension, as well as eccentric PT in knee flexion. From these values, the force ratios between the hamstrings and quadriceps muscles (I / Q ratio) were calculated, and the conventional (concentric Hamstring PT / Quadriceps PT) and functional ratios (ischiotibial / PT eccentric PT concentric quadriceps). A group of 20 subjects with hypermobility (04 male and 16 female, 26.5 ± 4.1 years, 58.45 ± 9.59 kg, 1.64 ± 7.92 m), tested by the Beighton scale, and another of 20 subjects without hypermobility (06 men and 14 women, 27.2 ± 4.53 years, 64.73 ± 8.79 kg, 1.67 ± 6.99) were tested and the results were compared later. Results: there was no significant difference in the isometric flexion PT ($p = 0.076$) and extension ($p = 0.199$) of the knees, in the concentric PT of flexion ($p = 0.203$) and extension ($p = 0.060$) of knees between the groups, a significant difference was observed in eccentric PT values of knee flexors ($p = 0.027$), which is lower in hypermobile individuals. No significant difference was observed in the values of conventional ratio ($p = 0.378$) and functional ($p = 0.261$) in the knee joint. Failure to observe differences in strength production between groups indicates that joint hypermobility does not seem to compromise the development of muscular strength in hypermobile individuals, as well as indicate the possibility of these individuals performing strength training, often mistakenly contraindicated for this population. In addition, joint hypermobility does not seem to impair the balance of force (conventional and functional reasons) between antagonistic muscles (FJ and EJ).

Keywords: joint hypermobility; isokinetic evaluation; functional ratio; conventional reason; joint balance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho experimental.....	20
Figura 2 - Dorsiflexão passiva do quinto metacarpofalangiano > 90°.....	21
Figura 3 - Opor o polegar ao aspecto volar do antebraço ipsilateral.....	21
Figura 4 - Hiperestender o cotovelo > 10°.....	21
Figura 5 - Hiperestender o joelho >10°.....	21
Figura 6 - Colocar as mãos espalmadas no chão sem flexionar os joelhos.....	22
Figura 7 - Escala de Beighton.....	22

LISTA TABELAS

Tabela 1 - Dados de caracterização da amostra, apresentados em média \pm DP.....	25
Tabela 2 - Resultados dos testes de força, apresentados em média \pm DP.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ADM - Amplitude de movimento
- CIVM - Produção de força isométrica voluntária máxima
- ESEFID - Escola de Educação Física
- LAPEX - Laboratório de Pesquisa do Exercício
- PT - Pico de torque
- HEDS - Síndrome de hiper mobilidade de Ehlers Danlos
- BJHS - Síndrome de Hiper mobilidade Articular Benigna
- UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Objetivo Geral.....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3. METODOLOGIA.....	18
3.1 Problema da Pesquisa.....	18
3.2 Hipótese da Pesquisa.....	18
3.3 População.....	18
3.4 Amostra.....	18
3.4.1 Critérios de Inclusão e Exclusão da Amostra.....	18
3.4.2 Critérios de Exclusão da Amostra.....	19
3.5 Definição (operacional) das Variáveis.....	19
3.6 Protocolos de Avaliação.....	19
3.6.1 Desenho Experimental.....	20
3.7 Procedimentos Éticos.....	20
3.8 Processos Metodológicos.....	20
3.8.1 Escala de Beighton.....	20
3.8.2 Avaliação de Produção de Força Isométrica Máxima (CIVM).....	22
3.8.3 Avaliação de Pico de Torque Isocinético.....	23

3.8.4 Razão Convencional e Funcional da Articulação do Joelho.....	23
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
5. RESULTADOS.....	24
6. DISCUSSÃO.....	26
7. CONCLUSÃO.....	28
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1- INTRODUÇÃO

A hipermobilidade articular se caracteriza por elevada amplitude de movimento das articulações e frouxidão dos ligamentos ampliada do comum (Sanches e colaboradores 2001). Seus portadores muitas vezes demonstram bom desempenho em práticas como contorcionismo, dança, ginásticas, entre outros (DUPRAT et al 2007, DA SILVA et al 2009 e SCHEPER et al 2012).

Indivíduos que apresentam hipermobilidade articular tem facilidade para a realização de práticas corporais como contorcionismo, ginásticas, balé entre outros. A ginástica acrobática, por exemplo, se beneficia desse conhecimento tendo em vista que os topos (as pessoas que ficam em cima das pirâmides humanas) são flexíveis e precisam sustentar o peso do seu próprio corpo em posições bastantes inusitadas e difíceis (MERIDA et al 2008). No circo, o contorcionismo é a aplicação das possibilidades que um corpo muito flexível pode fazer (DUPRAT e BORTOLETO 20017).

A hipermobilidade articular é uma característica genética e hereditária, tem um padrão autossômico dominante ligado ao colágeno tipo I e III, afeta principalmente mulheres e está presente em aproximadamente 10%-20% da população (Hakim e colaboradores 2004 e Grahame, 2008). Esta alteração do colágeno pode aumentar a amplitude de movimento de uma articulação, o que leva à adoção de posturas hiperestendidas, podendo resultar em diminuição da estabilidade postural (Hall et al., 1995) e maior risco de lesões articulares como distensões e luxações.

A hipermobilidade articular pode ser sintomática ou assintomática. Os indivíduos sintomáticos configuram casos crônicos afetam também os órgãos internos causando efeitos bem mais sérios para a saúde e apresentam queixas crônicas de dor. Na síndrome de Ehlers-Danlos, por exemplo, a pele fica frouxa, podendo produzir pregas enormes. A hipermobilidade articular é também uma característica que faz parte de outras doenças como a síndrome da hipermobilidade benigna (SHB), a síndrome de Marfan, osteogênese imperfeita, síndrome de Down, etc.

A hipermobilidade não resulta necessariamente em problemas (Grahame, 2003a). Segundo o estudo de Jindal et al (2016) a hipermobilidade articular generalizada (HAG), na ausência de sintomas, é um achado clínico comum. São os indivíduos assintomáticos os quais também estão sujeitos a luxações e deslocamentos articulares. Pouco é mencionado na literatura científica sobre estas

peças, apenas os casos extremos ficam mais evidentes. É importante combater o sedentarismo nesta população, pois exercícios físicos fortalecem a musculatura e diminuem a propensão de lesões articulares.

Observa-se que as pessoas com hiper mobilidade articular, que muitas vezes se encontram em um estado de destreino, não recebem a orientação específica. Assim se desmotivam de praticar atividade física por acumularem muitas lesões ou por não apresentarem o mesmo rendimento que os demais alunos. Iniciam com um nível de força bastante baixo e enfrentam dificuldades de melhora. Visto que o exercício é o pilar da gestão dos sintomas os quais estão expostas as pessoas com hiper mobilidade articular (Palmer et al., 2014), recomendações específicas para essa população devem ser traçadas para a melhoria da prescrição de seus treinamentos.

Sou contorcionista e professora de contorção há mais de dez anos. Levo o treinamento sempre dosando a saúde com as possibilidades do alto rendimento. A experiência me faz notar que a maior dificuldade das pessoas hiper móveis destreinadas se configura no ganho inicial de força e na estabilização postural. E que vencido este primeiro e grande desafio, se tornam tão capazes de realizar atividades físicas quanto as outras pessoas. Com a manutenção de um corpo fisicamente ativo estes indivíduos têm a possibilidade de gozar de uma vida mais saudável, pois diminuem dores articulares nas atividades de vida diárias, assim como diminuem os riscos de lesões.

Esta pesquisa tem como objetivo comparar a produção de força máxima de extensores e flexores de joelhos de indivíduos destreinadas em força com e sem hiper mobilidade articular.

1.1- OBJETIVO GERAL

- Comparar a produção de força máxima (dinâmica e isométrica) de flexores e extensores de joelho entre indivíduos com e sem hiper mobilidade articular geral.

1.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e comparar a produção de força máxima isométrica de pessoas com e sem hiper mobilidade articular dos flexores e extensores do joelho;

- Avaliar e comparar o equilíbrio articular, através da razão funcional e convencional da articulação do joelho de pessoas com e sem hiper mobilidade articular.

- Avaliar e comparar os picos de torque concêntrico dos músculos flexores e extensores do joelho através da avaliação isocinética de pessoas com e sem hiper mobilidade articular.

2- REVISÃO DE LITERATURA

A condição médica da hipermobilidade articular é geralmente hereditária, tem um padrão autossômico dominante e está presente em aproximadamente 10%-20% da população geral (Sanches et al., 2012). Um estudo de gêmeos mostrou que a genética é responsável por no mínimo 70% da variância do fenótipo, e não os fatores ambientais (p. ex., treinamento). É mais comum na infância e tende a diminuir com o envelhecimento. A prevalência é maior nas mulheres e nas populações asiáticas e africanas com diferenças étnicas sugestivas de variações genéticas (Sanches et al., 2012).

Existe uma série de sintomas clínicos que podem ser observados em indivíduos com hipermobilidade articular como: dor crônica, baixa qualidade de sono, má circulação, dores de cabeça, fragilidade e frouxidão da pele, distúrbios autonômicos, ptose ocular, varizes, hematomas, prolapsos urogenitais, desenvolvimento motor com atraso de coordenação (DCD), alterações na ação reflexa neuromuscular, neuropatias, tarso e síndrome do túnel do carpo, fibromialgia, baixa densidade óssea, ansiedade e estados de pânico e depressão que afetam diretamente a qualidade vida destas pessoas (ALBAYRAK et al 2015 e SIMMONDS et al 2007).

O reconhecimento, por parte do médico, da hipermobilidade generalizada como contribuinte ao fator de risco para as queixas musculoesqueléticas é difícil, freqüentemente negligenciado, ou não considerado. Isto ocorre por falta de conhecimento ou experiência, concentrando-se exclusivamente na área do problema em vez de olhar para o paciente como um todo e na falha de reconhecer que uma amplitude de movimento "normal" pode não ser "normal" para o paciente hipermóvel. Além disso, também pode ser difícil identificar o JHS em pacientes idosos e naqueles que se enrijeceram significativamente em resposta ao envelhecimento, desuso e dor, que podem ter perdido sua flexibilidade anterior (SIMMONDS et al 2007)

O quadro clínico e músculo-esquelético da hipermobilidade é devido a um fator genético que provoca alteração no colágeno tipo I, III e V principalmente, segundo Cattalini et al 2015. O colágeno proporciona resistência e elasticidade a estrutura envolvida e representa uma família de 27 proteínas isoformas encontradas nos tecidos conjuntivos do corpo. É o composto mais importante do tecido conjuntivo e um elemento estrutural importante em tecidos como tendões e ligamentos (SILVA e PENNA 2012) de organismos multicelulares e encontrada em todo o reino animal.

Segundo Mallik et al 1994, é demonstrado que as pessoas com hipermobilidade articular tem a propriocepção menos desenvolvida do que as pessoas sem hipermobilidade articular, o que pode representar uma propensão maior a luxação, lesões e artrose. Também podem ter uma falha na forma como esses sinais de dor são captados na transmissão para o cérebro. O comprometimento cognitivo em pacientes com hipermobilidade é provavelmente o resultado de anos de estresses acumulados.

A literatura define os parâmetros de hipermobilidade e parece tender para a ideia de que há uma amplitude ótima, sendo assim o excesso ou a falta de flexibilidade podem trazer algumas complicações. Foi realizado um estudo por DA SILVA, Larissa Rebola Volpi e colaboradores (2009) no qual ficou clara a elasticidade excessiva dos músculos isquiotibiais em 94,7% das atletas de ginástica rítmica avaliadas. Segundo Dezan e colaboradores (2004), uma elasticidade elevada nos músculos isquiotibiais é necessária para a prevenção de lesões nos atletas de luta olímpica, contudo salienta o fato de que o desenvolvimento excessivo da elasticidade destes músculos pode favorecer ao risco de lesões devido a um aumento na instabilidade pélvica causado pelo desequilíbrio das forças musculares que atuam ao redor do quadril. É possível atingir um aumento de flexibilidade sem afetar a estabilidade articular, uma vez que outros fatores, como o aumento da força muscular e da propriocepção, estejam incluídos no programa de treinamento. Foi demonstrado por Ferrell et al 2004 que o tratamento adequado melhora a propriocepção, bem como equilíbrio. Ainda sobre o equilíbrio de pessoas hipermóveis tem-se o estudo feito por Greenwood et al 2011 o qual demonstra diferença na ativação muscular durante o equilíbrio unipodal entre esta população e seu respectivo grupo controle, especificamente envolvendo os músculos ao redor da pelve.

A hipermobilidade articular generalizada foi independentemente associada à menor capacidade de andar e saltar, potencialmente devido à integridade estrutural comprometida do tecido conjuntivo. No entanto, dor, fadiga e força muscular também foram importantes contribuintes para o status funcional segundo resultados encontrados por Scheper et al 2014.

NATHAN et al. (2018) pesquisaram o risco de lesões de pessoas hipermóveis no esporte e não encontraram diferença significativa entre hipermóveis e não hipermóveis, porém foram testados apenas indivíduos treinados em diversas

modalidades esportivas. Desta forma, ainda existe uma lacuna no que se refere saber se há diferenças entre os destreinados.

Um estudo realizado por Jindal et al 2016 constatou diferença de força significativamente menor em homens hipermóveis, o mesmo resultado não foi obtido no grupo de mulheres. E assim a maioria dos estudos realizados que comparam força nesta população não chegam a resultados cientificamente confiáveis, o que aponta a necessidade de se realizarem estudos mais apurados.

3. METODOLOGIA

3.1 Problema da Pesquisa

Indivíduos com hipermobilidade articular destreinados apresentam déficit no desempenho de produção de força máxima comparado às pessoas que não são hipermóveis?

3.2 Hipótese da Pesquisa

Pessoas com hipermobilidade articular geral tem produção de força prejudicada.

3.3 População

A população estudada foi de homens e mulheres entre 18 e 35 anos, que não praticavam treino de força. O grupo amostral foram convidados e aceitaram submeter-se aos testes da pesquisa por vontade própria. São moradores de Porto Alegre e região metropolitana.

3.4 Amostra

A amostra foi do tipo não aleatória voluntária, composta por 40 sujeitos do sexo feminino e masculino. Foram adotadas como estratégias para recrutamento da amostra comunicação oral e indicação.

Após entrevista inicial, os voluntários que se adequaram aos critérios de inclusão compareceram ao LAPEX da ESEFID/UFRGS em datas e horários pré-estabelecidos para as sessões de testes.

3.4.1 Critérios de Inclusão e Exclusão da Amostra

- Homens e mulheres de 18 a 35 anos;
- Saudáveis (sem limitações físicas ou problemas musculoesqueléticos, que contra indicassem a realização de exercícios de força e flexibilidade);
- Não estar praticando periodicamente treinamento de força;
- Não apresentar hipermobilidade sintomática (ex: Ehlers Danlos).

3.4.2 Critérios de Exclusão da Amostra

- O sujeito não comparecer às duas sessões de avaliação.

3.5 Definição (operacional) das variáveis

- Pico de torque isométrico dos flexores de joelhos;
- Pico de torque isométrico dos extensores de joelhos;
- Força máxima concêntrica dos flexores de joelhos;
- Força máxima concêntrica dos extensores de joelhos;
- Força máxima excêntrica de flexores de joelhos;
- Razão convencional da articulação do joelhos;
- Razão funcional da articulação do joelhos.

3.6 Protocolos de avaliação

Os indivíduos que fizeram parte da amostra foram convidados a visitar o Laboratório do Exercício (LAPEX) localizado na Escola de Educação Física Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em duas ocasiões com pelo menos uma semana de intervalo.

No primeiro dia foram explicadas todos procedimentos do estudo e, concordando em participar, foi realizada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Todos participantes visitaram o laboratório em duas ocasiões, com pelo menos uma semana de intervalo. Na primeira visita foi aplicado o teste de Beighton para classificar quanto a hipermobilidade articular. Assim os participantes foram alocados em dois grupos, um grupo com indivíduos com hipermobilidade articular e um grupo de indivíduos sem hipermobilidade articular. Ainda no primeiro dia foi feita a familiarização com os testes de força isométrica e dinâmica de flexão e extensão do joelho. Na segunda visita foram feitos os testes de força máxima de flexão e extensão de joelhos isométrica e dinâmico em dinamômetro isocinético. Todas avaliações isocinéticas foram realizadas pela mesma avaliadora, assim como as da escala de Beighton.

3.6.1 Desenho Experimental

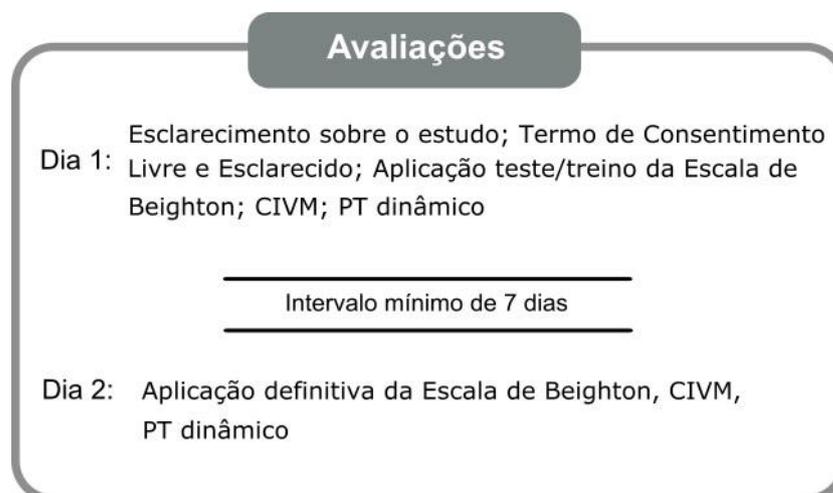


Figura 1. Desenho experimental

3.7 Procedimentos Éticos

As pessoas avaliadas foram submetidas a procedimentos mínimos necessários, todos os quais mantinham a integridade dos sujeitos. Antes de realizar os testes todos os procedimentos envolvidos nos protocolos de teste foram explicados aos participantes e todos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Também foi explicado aos indivíduos que poderiam retirar seu consentimento em participar do estudo em qualquer momento.

3.8 Processos Metodológicos

3.8.1 Escala de Beighton

O teste da escala de Beighton foi o primeiro a ser realizado, antes dos testes de força. Se pedia para o sujeito posicionar-se próximo a parede e realizar os movimentos na máxima amplitude de movimento possível. Logo que alcançavam a máxima ADM era tirada uma foto para registro.

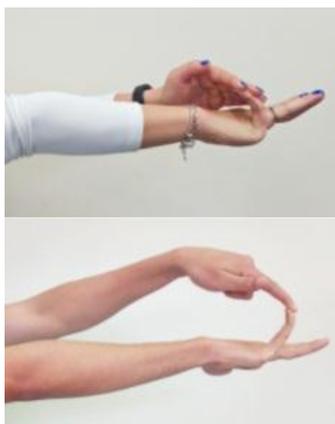


Figura 2- Dorsiflexão passiva do quinto metacarpofalangiano $> 90^\circ$

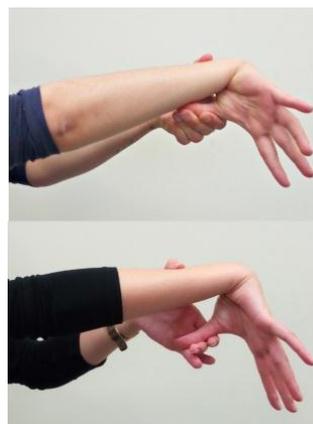


Figura 3- Opor o polegar ao aspecto volar do antebraço ipsilateral



Figura 4- Hiperestender o cotovelo $> 10^\circ$



Figura 5- Hiperestender o joelho $> 10^\circ$



Figura 6- Colocar as mãos espalmadas no chão sem flexionar os joelhos

Escala de nove pontos de Beighton para hiper mobilidade		
Capacidade de:	Direito	Esquerdo
1- Dorsiflexão passiva do quinto metacarpofalangiano > 90°	1	1
2- Opor o polegar ao aspecto volar do antebraço ipsilateral	1	1
3- Hiperestender o cotovelo > 10°	1	1
4- Hiperestender o joelho >10°	1	1
5- Colocar as mãos espalmadas no chão sem flexionar os joelhos		1
Total		9

Pontuação: 1 ponto pode ser atribuído a cada lado para as manobras 1 a 4, de modo que a pontuação para hiper mobilidade terá um máximo de 9 pontos se todos forem positivos.

Figura 7- Escala de Beighton

3.8.2 Avaliação de Produção de Força Isométrica Máxima (CIVM)

O teste para avaliação da força isométrica máxima (CIVM) foi realizado no dinamômetro Cybex Norm (Ronkonkoma, NY, USA). O sujeito foi posicionado sentado, com as costas apoiadas no encosto do banco e o tronco flexionado a 85°. As costas e o tronco foram estabilizados com tiras de velcro de modo a evitar movimentos compensatórios de outros grupos musculares. O centro da articulação do joelho era alinhado com o centro de rotação do dinamômetro e o tornozelo do sujeito foi preso na haste do equipamento.

A perna direita posicionada em 30° graus para o teste dos flexores dos joelhos e 60° graus para o teste dos extensores. Inicialmente foi realizado aquecimento articular de dez repetições de flexão e extensão de joelhos concêntrico a 60 /seg. Para a realização CIVM, os participantes foram instruídos a realização da contração o mais rápido e o mais forte possível e manter a força máxima por 5 segundos. Foi utilizado um dispositivo luminoso para dar o sinal do início da contração, os participantes foram instruídos a iniciar a contração imediatamente após a visualização do sinal luminoso. Esse dispositivo estava conectado a um computador pessoal e era integrado ao programa Miograph e sincronizado com o sinal de torque. Foram realizadas duas tentativas de extensão de joelhos a 60 (0 = extensão completa de joelhos) e duas tentativas de flexão de joelhos a 30, com 1 minuto de intervalo entre as tentativas.

Os sujeitos foram instruídos a realizar força máxima durante todo o teste e receberam incentivo verbal do avaliador. Foi dado feedback em tempo real, sendo permitido aos sujeitos acompanhar a curva de força exibida na tela do computador.

3.8.3 Avaliação de Pico de Torque Isocinético

O teste foi feito com o indivíduo na posição sentada do dinamômetro isocinético com as mesmas especificações descritas no item 3.8.2. Primeiro se realizava 3 extensões de perna como um teste/treino e depois foram realizadas 5 contrações dinâmicas de extensão e flexão da perna com o máximo da força que podia exercer. O maior valor de extensão e de flexão de perna foram escolhidos para constar nos dados destas variáveis.

No início deste teste a perna se encontrava flexionada a 90° e quando a pessoa iniciava a flexão da perna o braço de alavanca do dinamômetro isocinético levava a perna do sujeito até a máxima extensão. Era importante que a contração fosse contínua e máxima durante todo o percurso.

3.8.4 Razão Convencional e Funcional da Articulação do Joelho

A razão convencional dos isquiotibiais:quadríceps (I:Qconvencional) foi calculada com os valores de pico de torque concêntrico dos flexores pelos extensores de joelhos (valor normativo ~ 0,5 - 0,7). A razão funcional (I:Qfuncional) foi calculada pela divisão do pico de torque excêntrico dos flexores de joelhos pelo pico de torque concêntrico dos extensores de joelhos (valor normativo ~ 0,9 - 1,2).

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizado um teste de *Shapiro Wilk* para verificação da normalidade dos dados. As características iniciais entre os grupos foram comparadas usando um teste *t* e o teste U Mann-Whitney quando os dados não apresentaram normalidade. Visto que alguns dados não apresentaram normalidade, utilizou-se estatística não-paramétrica para comparação dos níveis de força entre os dois grupos, sendo utilizado o teste de Mann Whitney. O nível de significância adotado foi de $\alpha < 0.05$ e os dados estão apresentados em média \pm SD. Os dados foram analisados no software SPSS 20.0 (IBM, Somers, NY, USA).

5. RESULTADOS

Caracterização da amostra

As características da amostra estão apresentadas na tabela 1. Não foram encontradas diferenças significativas nas características iniciais de idade ($p=0.630$), massa e estatura ($p=0.145$) entre os grupos, porém o grupo de não-hipermóveis apresentou significativa maior massa corporal ($p=0.023$) e valores significativamente maiores ($U<0,001$; $p<0,001$) na pontuação da escala de Beighton foram observado no grupo de indivíduos hipermóveis. Completaram as avaliações 40 indivíduos, sendo que 20 não tinham hipermobilidade articular e 20 que tinham hipermobilidade articular caracterizada com pontuação >4 na escala de Beighton (Tabela 1). Durante as sessões de avaliação a temperatura da sala foi controlada e se manteve na média de 22°C .

Tabela 1. Dados de caracterização da amostra, apresentados em média \pm DP.

	Grupo Hipermóvel		Grupo não Hipermóvel	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Idade (anos)	27	4	27	5
Massa corporal total (kg)	58	10	66	9
Estatura (cm)	1,64	8	1,68	7
Escala de Beighton	5,25	1,25	0,85	1,03

Avaliações de força máxima isométrica e dinâmica

O teste de Mann Whitney não demonstrou diferença significativa nas variáveis de CIVM de extensão ($U=152,50$; $p=0,199$) e flexão de joelhos ($U=134,50$; $p=0,076$), pico de torque concêntrico de extensão ($U=130,50$; $p=0,060$) e flexão de joelhos ($U=153,00$; $p=0,203$), porém foi observada diferença significativa nos valores de pico de torque excêntrico de flexores de joelhos ($U=118,50$; $p=0,027$). Não foi observada

diferença significativa nos valores de razão convencional ($U=167,5$; $p=0,378$) e funcional ($U=158,50$; $p= 0,261$) da articulação do joelho.

Tabela 2 . Resultados dos testes de força, apresentados em média \pm DP.

	Grupo Hipermóvel		Grupo não Hipermóvel	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
CIVM extensão joelhos	181,5 5	52,28	186,55	38,14
CIVM flexão joelhos	82,10	30,68	90,65	17,66
Pico de torque concêntrico extensão joelhos	142,0 5	42,05	151,00	27,48
Pico de torque concêntrico flexão joelhos	71,70	22,41	74,65	14,14
Pico de torque excêntrico flexão joelhos	89,20	32,72	99,30*	17,18
Razão convencional	0,51	0,06	0,50	0,07
Razão funcional	0,62	0,10	0,67	0,13

CIVM- Contração isométrica voluntária máxima.

* indica onde houve diferença significativa

6- DISCUSSÃO

O presente estudo investigou a produção de força máxima de flexores e extensores de joelhos de pessoas com hipermobilidade articular assintomática e comparou os resultados com um grupo controle de pessoas sem esta característica. A captação dos dados da pesquisa se realizou através do dinamômetro isocinético tanto para os testes de força dinâmicos como para os isométricos.

No teste de força excêntrica dos flexores de joelhos foi encontrada uma diferença significativa, na qual o grupo não hipermóvel apresenta resultados maiores de força. Tal achado sugere que a complacência dos músculos das pessoas com hipermobilidade articular seja maior e crie menos resistência do que o grupo controle. Esta hipótese se fundamenta no estudo de Barroso e colaboradores (2008), o qual traz o seguinte conceito: “Enquanto o músculo é alongado, a tensão passiva, que é a resistência oferecida pelos elementos elásticos ao alongamento, aumenta. Essa força passiva também contribui com a força gerada durante a ação excêntrica.”

Nos testes de CIVM de flexores e extensores, assim como nos testes dinâmicos, embora tenha sido observado menores resultados no grupo hipermóvel, isso não atingiu significância estatística. Os resultados corroboram com os estudos de Jensen et al. (2013) Stewart e Burden (2004) e Kristensen et al. (2012) que não encontraram diferença na força máxima dos indivíduos hipermóveis e não hipermóveis. Estes últimos analisaram atletas em sua amostra o que demonstra que através do treinamento específico ambas populações podem ter adaptações semelhantes.

O fato de a razão convencional e funcional da articulação do joelho mostrarem resultados favoráveis e, também, serem semelhantes aos do grupo controle, nos leva a pensar que apesar da grande amplitude de movimento dos hipermóveis assintomáticos seus joelhos não oferecem grandes riscos de lesões.

Os resultados da presente pesquisa sugerem que se a falta de performance dos hipermóveis destreinados não é muscular. Há a possibilidade de existir diferenças em tendões e articulações. Algumas pesquisas realizadas sobre o tendão de pessoas com hipermobilidade constataram diferenças importantes como relata o estudo realizado por de NIELSEN et al (2014): “Síndrome de Ehlers Danlos (HEDS), em contraste com aqueles com Síndrome de Hipermobilidade Articular Benigna (BJHS), tem um defeito de colágeno tipo V que resulta em tendões menores com alteração das ultraestruturas de fibrilas menos regulares, bem como alterações de propriedades

biomecânicas do tendão com diminuição da rigidez.”. No artigo publicado por Rombaut et al (2012) é relatada uma menor rigidez do tendão de aquiles em pacientes com HEDS do que em indivíduos saudáveis. Não temos conhecimento de estudos que tenham investigado o tendão de hipermóveis assintomáticos.

O estudo de Jindal et al (2016) avaliou as diferenças nas forças musculares dos membros superiores e inferiores em adultos jovens assintomáticos com e sem Hiper mobilidade Articular Generalizada (GJH). Este trabalho constatou diferença de força isométrica em ambos cotovelos e extensores do joelho direito em comparação com homens hipermóveis e nas mulheres os dados obtidos não foram estatisticamente significativos. Em nossa pesquisa participaram maior número de mulheres e isto pode ter contribuído para a diferença não significativa dos resultados finais. Uma diferença a ser avaliada também a respeito dos indivíduos da amostra é que enquanto na presente pesquisa foram avaliados quarenta sujeitos, nesta de Jindal participaram cento e seis jovens adultos.

Os resultados do presente estudo, corroborando com anteriores, indica que os indivíduos que tem hiper mobilidade articular benigna não apresentam diferença quanto a produção de força isométrica e dinâmica. É válido ressaltar a importância deste tema na Educação física, pois segundo Cattalini et al (2015) o treinamento adequado ainda é a melhor alternativa para manutenção da saúde de pessoas com hiper mobilidade.

Entender que os corpos hipermóveis podem não demonstrar grandes sintomas e ainda estão propensos às lesões articulares é muito importante. O estudo feito por Greenwood et al. (2011) comprova diferença de ativação de grupos musculares para a posição unipodal entre hipermóveis e grupo controle, pois aponta para o fato de que os hipermóveis ativam mais grupos musculares que os demais para executar a mesma tarefa. Assim, a partir deste estudo, a frouxidão ligamentar provoca diferença de coordenação e requer mais ativação muscular para manter a estabilidade postural.

É recorrente a queixa destes indivíduos hipermóveis no processo de ganho de força do treinamento, relatando que apresentam dificuldade em evoluir e, opostamente, relatam facilidade nos ganhos de flexibilidade. É possível que essa população precise de mais tempo para que sejam observadas as adaptações nas fases iniciais do treinamento de força. Mais estudos devem ser realizados para se ter certeza da existência desta diferença de percepção de produção de força nas pessoas com hiper mobilidade articular.

7- CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo não demonstraram diferença significativa nos valores de pico de torque isométrico e concêntrico de flexores e extensores de joelhos e nos valores de razão funcional e convencional. Sendo encontrada diferença significativa apenas nos valores de pico de torque excêntrico de flexores de joelhos.

A diferença não significativa da produção de força demonstra que, apesar das diferenças iniciais entre os grupos, os músculos dos hipermóveis não apresentam déficit de força em relação a um grupo sem hipermobilidade articular. Dado este que nos leva a refletir que a falta de performance dos hipermóveis destreinados não está ligada a capacidade muscular destes indivíduos.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBAYRAK, İlknur et al. Is pain the only symptom in patients with benign joint hypermobility syndrome?. *Clinical rheumatology*, v. 34, n. 9, p. 1613-1619, 2015.
- AVELA, Janne; KYROLAINEN, Heikki; KOMI, Paavo V. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiology*, 1999, 86.4: 1283-1291.
- BARROSO, Renato; TRICOLI, Valmor; UGRINOWITSCH, Carlos. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. *Revista brasileira de ciência e movimento*, v. 13, n. 2, p. 111-122, 2008.
- BEHM, David G.; BUTTON, Duane C.; BUTT, Jeremy C. Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v. 26, n. 3, p. 262-272, 2001.
- CATTALINI, Marco; KHUBCHANDANI, Raju; CIMAZ, Rolando. When flexibility is not necessarily a virtue: a review of hypermobility syndromes and chronic or recurrent musculoskeletal pain in children. *Pediatric Rheumatology*, v. 13, n. 1, p. 1, 2015.
- DA SILVA, Larissa Rebola Volpi et al. Avaliação da flexibilidade e análise postural em atletas de ginástica rítmica desportiva flexibilidade e postura na ginástica rítmica. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, v. 7, n. 1, 2009.
- DUPRAT, RODRIGO MALLET; BORTOLETO, MARCO ANTONIO COELHO. Educação Física escolar: pedagogia e didática das atividades circenses. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 28, n. 2, p. 171-189, 2007.]
- GONÇALVES, Thaís Viana et al. Influência aguda do alongamento prévio no desempenho do teste timed up and go (TUG) em idosas. *RBPFE-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 9, n. 55, p. 555-561, 2016.
- GRAHAME, Rodney; HAKIM, Alan J. Hypermobility. *Current opinion in rheumatology*, v. 20, n. 1, p. 106-110, 2008.
- GRATACÒS, Mònica et al. A polymorphic genomic duplication on human chromosome 15 is a susceptibility factor for panic and phobic disorders. *Cell*, v. 106, n. 3, p. 367-379, 2001.

- GREENWOOD, Naomi L. et al. Electromyographic activity of pelvic and lower limb muscles during postural tasks in people with benign joint hypermobility syndrome and non hypermobile people. A pilot study. *Manual therapy*, v. 16, n. 6, p. 623-628, 2011.
- HAKIM, Alan J. et al. The genetic epidemiology of joint hypermobility: a population study of female twins. *Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology*, v. 50, n. 8, p. 2640-2644, 2004.
- HALL, M. G. et al. The effect of the hypermobility syndrome on knee joint proprioception. *Rheumatology*, v. 34, n. 2, p. 121-125, 1995.
- JINDAL, Pranay et al. Muscle strength differences in healthy young adults with and without generalized joint hypermobility: a cross-sectional study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, v. 8, n. 1, p. 12, 2016.
- KIRK, J. A.; ANSELL, B. M.; BYWATERS, E. G. The hypermobility syndrome. Musculoskeletal complaints associated with generalized joint hypermobility. *Annals of the Rheumatic Diseases*, v. 26, n. 5, p. 419, 1967.
- MARINO, Laís HC; LAMARI, Neuseli; MARINO JÚNIOR, N. W. Hiper mobilidade articular nos joelhos da criança. *ArqCiênc Saúde*, v. 11, n. 2, p. 2-4, 2004.
- MERIDA, Fernanda; NISTA-PICCOLO, Vilma Lení; MERIDA, Marcos. Redescobrimo a ginástica acrobática. *Movimento*, v. 14, n. 2, 2008.
- MORGAN, D. L. New insights into the behavior of muscle during active lengthening. *Biophysical journal*, v. 57, n. 2, p. 209, 1990.
- NATHAN, Joseph Alexander; DAVIES, Kevin; SWAINE, Ian. Hypermobility and sports injury. *BMJ open sport & exercise medicine*, v. 4, n. 1, p. e000366, 2018.
- PALMER, Shea et al. The effectiveness of therapeutic exercise for joint hypermobility syndrome: a systematic review. *Physiotherapy*, v. 100, n. 3, p. 220-227, 2014.
- PASINATO, Fernanda et al. HIPERMOBILIDADE ARTICULAR GENERALIZADA EM INDIVÍDUOS COM DISFUNÇÃO TEMPOROMANDIBULAR. 2010.
- SANCHES, Simone H. Bianchi et al. Anxiety and joint hypermobility association: a systematic review. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, v. 34, p. 53-60, 2012.

- SCHEPER, Mark C. et al. Generalized joint hypermobility in professional dancers: a sign of talent or vulnerability?. *Rheumatology*, v. 52, n. 4, p. 651-658, 2012.
- SCHEPER, Mark C. et al. The functional consequences of generalized joint hypermobility: a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*, v. 15, n. 1, p. 243, 2014.
- SIMMONDS, Jane V.; KEER, Rosemary J. Hypermobility and the hypermobility syndrome. *Manual therapy*, v. 12, n. 4, p. 298-309, 2007.