



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Relação entre Fortalecimento Muscular e Encurtamento
dos Isquiotibiais após Aplicação de um Programa de
Força e de Reeducação Postural Global (RPG) em Jovens
não Praticantes de Atividade Física**

Mariana Costa

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde – UFP

29146@ufp.edu.pt

Prof. Dra. Luísa Amaral

Escola Superior de Saúde – UFP

lamaral@ufp.edu.pt

Porto, 27 de Janeiro de 2017

Resumo

Objetivo: Avaliar o efeito da técnica reeducação postural global (RPG) no aumento da flexibilidade e a eficácia de um protocolo de fortalecimento muscular dos isquiotibiais, assim como a relação entre força muscular e flexibilidade. **Metodologia:** É um estudo experimental longitudinal prospectivo com 19 elementos de ambos os sexos, com uma média de idade de $22,16 \pm 1,43$ anos, divididos aleatoriamente em três grupos: o controle (G_C), o grupo G_F que realizou fortalecimento muscular dos isquiotibiais e o grupo G_{FA} que realizou o mesmo protocolo de força seguido de duas posturas de RPG. Avaliou-se a flexibilidade, pelo teste *Sit and Reach*, em todos os participantes e a força muscular, através do cálculo de 1RM, no G_F e G_{FA} . **Resultados:** Após a aplicação do protocolo de RPG verificou-se que o G_{FA} aumentou significativamente a flexibilidade ($p=0,027$), porém só o G_F relatou aumento de flexibilidade quando comparado com o G_C . A força muscular não aumentou significativamente nos grupos experimentais mas observou-se que os ganhos foram maiores no G_{FA} do que no G_F ($p=0,013$). **Conclusão:** Os resultados sugerem que a flexibilidade potencia o aumento de força muscular. **Palavras-chave:** Fortalecimento muscular, alongamento, encurtamento, RPG.

Abstract

Objective: Evaluate the effect of Global Postural Re-Education (GPR) when it comes to increasing flexibility and the efficiency of a hamstring strengthening muscular protocol, as well as the relationship between muscular strength and flexibility. **Methodology:** It is an experimental longitudinal prospective study with 19 elements of both sexes, with an age average of $22.16 \pm 1,43$ years old, split randomly in three groups: the control (G_C), the G_F group who did hamstring muscular strengthening and the G_{FA} group who did two GPR postures. The flexibility has been evaluated through the *Sit and Reach Test* in all participants, and the muscular strength through the 1RM calculation in the G_F and G_{FA} group. **Results:** After the application of the GPR protocol, it was noticed that the G_{FA} had increased significantly the flexibility ($p=0,027$), however only the G_F group had improved flexibility when compared with the G_C . The muscular strength was not significantly increased in the experimental groups, but were observed major gains in the G_{FA} in comparison with the G_F ($p=0.013$). **Conclusion:** The results show that flexibility potentiates the gain of muscular strength.

Key words: Muscular Strengthening, stretching, shortening, GPR.

Introdução

Existem vários tipos de contração muscular e, por isso, os exercícios de força podem ser realizados de forma isométrica, isotônica ou isocinética. A contração isotônica é responsável pela formação de movimento contra resistência, ocorrendo encurtamento ou alongamento do músculo. A contração concêntrica é caracterizada por uma diminuição do comprimento muscular, sendo que a resistência aplicada é menor que a força produzida pelo próprio músculo. A contração excêntrica ocorre quando a força muscular é menor que a resistência imposta ao músculo, provocando um aumento do comprimento das fibras musculares (Faulkner, Brooks e Oplteck, 1993).

A contração concêntrica é a mais utilizada em programas de treino físico, apresentando como inconveniente a perda do comprimento normal dos músculos estáticos (Souchard, 1996). A escolha deste tema baseou-se no facto de, cada vez mais pessoas praticarem exercício físico sem acompanhamento profissional e sem a inclusão de exercícios ou posturas que promovam o alongamento, podendo resultar em grandes ganhos de força mas também em encurtamentos e lesões musculares.

Ao contrário do que se pensa, os alongamentos, além de ativarem a síntese proteica, estimulam a adição de sarcómeros em série, impedindo o encurtamento do músculo. Deste modo, não interferem na hipertrofia muscular e, por isso, deveriam ser realizados quando se tem em mente esse objetivo em simultâneo com a preservação do comprimento muscular (Salvini *cit. in* Marques, 2005).

Hoje em dia sabe-se que o comprimento do músculo durante a construção de pontes cruzadas é uma variável importante que influencia a força muscular. Os músculos apresentam um comprimento ideal, no qual são capazes de gerar a tensão máxima. Na maioria dos casos, esse comprimento é próximo do ponto médio entre o comprimento mínimo e o máximo, pois é nesse local que a actina e a miosina se ligam de modo mais eficaz (Gordon, Huxley e Julian, 1966 *cit. in* Huber e Wells, 2009). Deste modo, quando ocorre encurtamento muscular há uma alteração na relação entre o comprimento e a tensão do músculo, limitando-o na produção de tensão adequada. Essa alteração pode levar também a uma fraqueza muscular associada (Gossman, Sahrman e Rose, 1982).

Para que um treino de força seja efetivo é também necessário ter em conta os princípios de treino. O princípio da especificidade baseia-se nas particularidades de cada atividade, sendo que o programa de treino deve focar as características fundamentais para o desempenho da atividade em questão, com o objetivo de obter as adaptações específicas do treino (Harris e

Watkins, 2001). O princípio da sobrecarga baseia-se na aplicação de um estímulo progressivo, tendo em conta a constante evolução do indivíduo (Sanders e Sanders, 2003 *cit. in* Deliberato, 2007). Segundo o princípio da reversibilidade as alterações estruturais e funcionais são transitórias pois o músculo volta ao seu nível inicial, caso deixe de ser submetido à carga habitual. A variabilidade individual de cada um é também fundamental, sendo necessário adaptar o treino a cada indivíduo de acordo com as suas características genéticas e biológicas (Harris e Watkins, 2001).

De forma a sobrecarregar o músculo, é essencial aumentar o volume de treino e, por isso, aumentar o número de séries e repetições, estando sempre relacionado com a capacidade máxima do indivíduo (1 RM) (Kisner e Colby, 2007). Para o cálculo de 1 RM é necessário recorrer ao protocolo *Kniht's Daily Adjusted Progressive Resistive Exercise* (DAPRE) (Christopher e Rajiv, 2009). Através da realização do teste de 1 RM procura-se determinar a quantidade máxima de carga que a pessoa consegue realizar apenas uma vez, em toda a amplitude de movimento, sem apresentar sinais de fadiga (Deliberato, 2007).

Para além do treino de força, o treino da flexibilidade é um componente essencial em qualquer programa de exercício (Krivickas, 2001). A flexibilidade é a amplitude de movimento de uma ou várias articulações e é influenciada pelos tendões, ligamentos, ossos e músculo, sendo este último o maior contribuinte (Anderson e Burke, 1991 e Corbin, 1984 *cit. in* Krivickas, 2001). E é através dos alongamentos que se potencia a flexibilidade e a amplitude de movimento, melhorando o desempenho muscular dos indivíduos (Souchard, 1996).

Na realização de exercício físico e na prática clínica são utilizados vários tipos de alongamentos, sendo o alongamento estático um dos mais comuns (Weijer, Gorniak e Shamus, 2003). Este é utilizado para alongar isoladamente um músculo até um ponto tolerável e manter a posição por, aproximadamente, 30 segundos, sendo assim considerado segmentar (Teodori, Negri, Cruz e Marques, 2011). Por sua vez, o global alonga vários músculos em simultâneo, pertencentes à mesma cadeia muscular, e parte do pressuposto de que um músculo encurtado cria compensações em músculos próximos ou distantes (Souchard, 1996).

A Reeducação Postural Global (RPG), método proposto por Philippe-Emmanuel Souchard visa promover o reequilíbrio muscular e obter a flexibilidade ideal (Souchard, 1996). Este tipo de alongamento tem por base alongar vários músculos organizados em cadeias, utilizando posturas mantidas por um período de tempo, entre 15 a 20 minutos (Teodori, Negri, Cruz e

Marques, 2011). Segundo o autor da técnica, todas as posturas insistem sobre a flexibilização dos músculos inspiratórios e tem como base estiramentos prolongados (Soucard, 1996).

Este estudo apresenta como principal objetivo verificar se existe relação entre o fortalecimento muscular dos isquiotibiais e o seu encurtamento, caso não sejam realizados alongamentos. Para além disso, pretende-se analisar se a técnica de RPG tem efeitos no aumento da amplitude da cadeia posterior, assim como se o protocolo de força muscular aplicado resultou em ganhos de força.

Metodologia

Tipo de estudo

Este é um estudo experimental longitudinal prospetivo realizado na Universidade Fernando Pessoa.

Amostra

Para selecionar a amostra do presente estudo foram definidos como critérios de inclusão indivíduos voluntários de ambos os géneros, assinar o consentimento livre e informado, apresentar idade compreendida entre os 20 e 25 anos e não praticar atividade física regular, com base nas respostas ao *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), validado para a língua portuguesa (Matsudo et al., 2001).

Foram excluídos indivíduos com histórico de realização de exercício físico nos últimos dois anos, por mais de 6 meses consecutivos, ausência em mais de 3 sessões, sintomatologia algica nos membros inferiores e presença de patologias que limitem a amplitude de movimento (Silva, Lima, Fernandes e Bertencello, 2015 e Rosário et al, 2008). Considerou-se exercício físico como sendo uma atividade planeada, estruturada e repetitiva com o objetivo de melhoria ou manutenção da aptidão física (Caspersen, Powell e Christenson, 1985).

De acordo com os critérios de seleção definidos foram escolhidos aleatoriamente 26 estudantes da Universidade Fernando Pessoa, dos quais apenas 19 concluíram o estudo. A amostra foi dividida em três grupos, um grupo de controlo (n=7), e dois grupos experimentais, um que realizou um programa de fortalecimento dos isquiotibiais (n=6) e outro grupo que, para além de efetuar o mesmo programa de fortalecimento executou alongamento global da cadeia posterior (n=6).

A caracterização biológica da amostra constituída por voluntários de ambos os sexos, com uma média de idade de $22,16 \pm 1,43$, está descrita na tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização biológica da totalidade da amostra e por grupos

	Total da amostra n=19		G _C n=7		G _F n=6		G _{FA} n=6	
	Min- Máx	Med (AIQ) Média±DP	Min- Máx	Med (AIQ) Média±DP	Min- Máx	Med (AIQ) Média±DP	Min- Máx	Med (AIQ) Média±DP
Idade (anos)	20-25	22 (2) 22,16±1,43	21-23	21 (1) 21,43±0,79	20-24	23 (3) 22,33±1,51	21-25	23 (3) 22,83±1,72
Estatura (m)	1,53- 1,89	1,71 (0,19) 1,69±0,11	1,53- 1,84	1,62 (0,19) 1,65±0,11	1,57- 1,79	1,67 (0,17) 1,67±0,09	1,60- 1,89	1,77 (0,19) 1,77±0,11
Peso (Kg)	46,70- 89,70	61,80(17,90) 64,83±11,64	46,70- 81,50	61,80(15,30) 63,09±11,43	48,40- 74,00	58,10(13,45) 59,63±8,87	57,40- 89,70	73,20(23,08) 72,05±12,39
IMC (Kg/m²)	18,25- 26,92	23,09 (4,59) 22,58±2,64	18,25- 26,92	23,97 (6,20) 23,14±3,11	18,34- 24,23	21,74 (4,16) 21,49±2,19	19,45- 25,93	23,54 (3,59) 22,99±2,27

Med (AIQ) - Mediana (amplitude interquartil); **Min-Máx** - Mínimo e Máximo; **DP** – Desvio Padrão; **G_C** - Grupo de Controlo; **G_F** - Grupo de Fortalecimento; **G_{FA}** - Grupo de Fortalecimento e Alongamento.

Considerações éticas

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa (UFP) e autorizado pela Direção da Faculdade de Ciências da Saúde da UFP.

Todos os estudantes participaram voluntariamente no estudo após terem assinado o consentimento informado, conforme a Declaração de Helsínquia, e lhes terem sido facultadas todas as informações necessárias sobre os objetivos, procedimentos metodológicos e intervenções inerentes ao estudo, assim como sobre a possibilidade de desistirem a qualquer momento. Também foi dada a informação que todos os dados recolhidos seriam utilizados única e exclusivamente neste estudo, sendo garantida a sua confidencialidade.

Instrumentos de avaliação

Avaliação antropométrica

Para a caracterização antropométrica da presente amostra foi executada a medição do peso através de uma balança analógica (*Tanita*, com acuidade de 0.1Kg) e estatura, utilizando um estadiómetro (*Seca*, com acuidade de 1mm). Posteriormente foi calculado o índice de massa corporal (IMC), definido pela razão do peso em quilogramas pela estatura em metros elevada ao quadrado (Kg/m²).

Avaliação da atividade física

Para quantificar a atividade física, os participantes responderam ao *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ).

Avaliação da flexibilidade

Na avaliação da flexibilidade dos músculos isquiotibiais foi utilizado o teste *Sit and Reach*, tal como proposto inicialmente por Wells e Dillon (1952). Para a realização do teste foi utilizado

o bando de *Wells* com as seguintes instruções: voluntário descalço, na posição de sentado com os membros inferiores em extensão e ligeiramente afastados, pés encostados ao banco, cotovelos em extensão e os ombros em flexão. O teste inicia quando o participante realiza a flexão do tronco, tentando alcançar com as mãos sobrepostas o ponto máximo da escala graduada em centímetros, que se encontra na parte superior da caixa (Ribeiro, Neto, Abad e Barros, 2010). Esta está direcionada para os membros inferiores do participante, sendo que o ponto zero se encontra na extremidade mais próxima e o valor de 28 cm coincide com o apoio dos pés (Wells e Dillon, 1952). Foram realizadas três tentativas, sendo apenas considerada a melhor pontuação de todas, tal como preconizado por Ribeiro, Neto, Abad e Barros (2010).

Avaliação da força muscular

Para estimar a força muscular foi realizado o teste de 1 repetição máxima (1RM) com o aparelho de flexão do joelho (*Leg Curl*). Inicialmente, todos os participantes realizaram um aquecimento num aparelho cardiovascular: cicloergómetro, elíptica ou passadeira durante 5 minutos. Para o cálculo de 1 RM, baseado no protocolo *Kniht's Daily Adjusted Progressive Resistive Exercise* (DAPRE), realizou-se a primeira série de 10 repetições com aproximadamente 50% da carga estimada, a segunda série de 6 repetições com 75% da carga estimada e, por fim, 100% de 1 RM. Se o indivíduo ainda não tiver atingido o seu máximo, vai se aumentando a carga progressivamente até se atingir 1 RM (Christopher e Rajiv, 2009). Para calcular o valor estimado de 1 RM foi utilizada a fórmula de Epley: $1RM = W \text{ (carga)} \times [1+R \text{ (repetições)} / 30]$ (LeSuer et al., 1997).

Procedimento experimental

Aplicação do programa de força muscular dos isquiotibiais

O programa de fortalecimento muscular dos isquiotibiais, baseado em Silva, Lima, Fernandes e Bertocello (2015), consistiu na realização de 3 séries do movimento de flexão do joelho na máquina *Leg Curl*, utilizando uma carga de 50% de 10 RM na primeira semana, 75% de 10 RM na segunda e terceira e 100% de 10 RM na última semana. A cadência utilizada foi de 3 segundos, sendo 1 segundo para o movimento concêntrico e 2 segundos para o excêntrico e o número de repetições utilizadas foram 10 (Silva, Lima, Fernandes e Bertocello, 2015).

Aplicação de reeducação postural global (RPG)

A aplicação do alongamento global para a cadeia posterior, baseado nas técnicas terapêuticas de reeducação postural global (RPG) foi composto por 2 posturas mantidas por 15 minutos cada com fecho do ângulo coxofemoral. Na primeira postura o participante assume a posição de decúbito dorsal, realiza a flexão da coxofemoral a 90° e a extensão máxima dos membros e

dos joelhos. Os pés estão em dorsiflexão, sendo que o sacro e toda a coluna vertebral deverá estar totalmente apoiada no chão. Na segunda postura o participante mantém a posição ortostática, realizando uma pequena flexão dos joelhos e flexão máxima do tronco, mantendo sempre a coluna ereta. Os membros superiores mantêm-se junto ao tronco e não é permitido a realização da retroversão da pelve (Cabral et al., 2007).

Procedimentos estatísticos

Na análise estatística dos dados foi utilizado o *Software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 24.0 para o *Windows*. Foi utilizado um nível de significância de 5%.

Para a caracterização da amostra utilizou-se uma análise descritiva, identificando a mediana (Md), a amplitude inter-quartil (AIQ), distribuições de frequências, média, desvio padrão, valores mínimos e máximos).

A normalidade da amostra foi verificada com a aplicação do teste de *Shapiro Wilk*, tendo-se apurado a falta de normalidade. Desta forma, foram usados os testes não paramétricos na análise das variáveis biológicas, flexibilidade e força muscular. O teste *Kruskal-Wallis* foi utilizado na comparação entre os três grupos (grupo de controlo e grupos experimentais), o teste *Wilcoxon* foi aplicado para evidenciar a ocorrência de alterações entre os valores iniciais e os valores após a implementação dos procedimentos estabelecidos, e o teste de *Mann-Whitney* foi usado para comparar o grupo de controlo com cada um dos grupos experimentais, assim como comparar os grupos experimentais entre si. O teste de *Mann-Whitney* também foi realizado para observar possíveis diferenças entre géneros. A associação entre as variáveis biológicas, flexibilidade e força muscular, foi calculada através do coeficiente de correlação de *Spearman*.

Resultados

A amostra do presente estudo foi constituída por 19 participantes, 10 (52,6%) do sexo masculino e 9 (47,4%) do sexo feminino com características biológicas semelhantes (p variou entre 0,172 e 0,574).

Na tabela 2 pode-se analisar o nível de significância entre a flexibilidade inicial e final na totalidade da amostra e por grupos, assim como a comparação dos três grupos em cada momento observacional.

Tabela 2 – Comparação dos valores de flexibilidade entre grupos, no momento inicial e final. Alterações da flexibilidade na totalidade da amostra e nos vários grupos com implementação do programa de RPG.

	Total da amostra n=19	G _C n=7	G _F n=6	G _{FA} n=6	P ^a
Flexibilidade 1 (cm)	10,33 (12)	5,67 (8,50)	12,33 (7,55)	15,17(14,83)	0,325
Flexibilidade 2 (cm)	8,67 (8,16)	5,00 (5,34)	11,83 (5,01)	8,67 (13,96)	0,079
P^b	0,021*	0,075	0,674	0,027*	

*p ≤ 0,05; ^a Teste *Kruskal-Wallis*; ^b Teste *Wilcoxon*

Quando se compara os diferentes grupos em cada momento de avaliação, não se encontram diferenças de valor estatístico entre G_C, G_F e G_{FA} (p=0,325 no 1º momento e p=0,079 no 2º momento). Porém, ao avaliar as alterações na flexibilidade com a implementação dos programas em estudo, constata-se que, no geral, houve uma melhoria na totalidade da amostra (p=0,021), e feita uma análise por grupo, apenas o G_{FA} obteve um ganho significativo na flexibilidade (p=0,027).

Na tabela 3, pretende-se verificar se existem diferenças significativas entre cada grupo, quer na flexibilidade inicial, quer na flexibilidade após o estudo.

Tabela 3 – Comparação da flexibilidade entre cada grupo, tanto na avaliação inicial como na final.

p	G _C vs. G _F	G _C vs. G _{FA}	G _F vs. G _{FA}
Flexibilidade 1 (cm)	0,198	0,223	0,688
Flexibilidade 2 (cm)	0,032*	0,391	0,150

*p ≤ 0,05

Na avaliação inicial não existem diferenças com significado estatístico entre cada um dos grupos (0,198 < p < 0,688). Já na segunda avaliação, a flexibilidade no G_F apresentou valores com diferenças significativas quando comparada com a flexibilidade no G_C (p=0,032). Pelo contrário G_C vs. G_{FA} e G_F vs. G_{FA} não apresentaram diferenças significativas (p=0,391 e p=0,150, respetivamente).

Quando se compara a flexibilidade entre géneros em todos os grupos, no momento inicial verifica-se que os valores de flexibilidade no sexo masculino não são significativamente diferentes dos valores no sexo feminino (0,074 < p < 1,00). Contudo, no segundo momento de avaliação houve diferenças significativas nos valores de flexibilidade entre géneros no G_C (p=0,034), contrariamente aos resultados obtidos nos grupos G_F e G_{FA} (p=0,643 e p=0,143, respetivamente).

Ao analisar a progressão da flexibilidade ao longo do período observacional nos três grupos, e, especificamente por género, pode-se constatar que apenas os participantes do sexo

masculino do G_{FA} obtiveram ganhos de flexibilidade com relevância estatística ($p=0,043$). Portanto, os participantes femininos, independentemente do grupo em que estavam integrados, não tiveram aumentos significativos na flexibilidade ($0,197 < p < 1,00$), assim como os de sexo masculino do G_C e do G_F ($p=0,285$ e $p=0,180$, respetivamente).

Na tabela 4 estão representados os valores da força muscular dos participantes integrados nos grupos experimentais.

Tabela 4 – Comparação dos valores de força muscular inicial e final na totalidade da amostra e em cada grupo. Comparação entre o grupo F e FA, nos dois momentos de avaliação.

	Total da amostra n=19	G_F n=6	G_{FA} n=6	p^a
RM 1 (Kg)	56,27 (48,37)	38,30 (30,37)	76,50 (44,44)	0,126
RM 2 (Kg)	64,40 (48,78)	40,25 (32,07)	87,77 (24,20)	0,013*
p^b	0,063	0,465	0,109	

* $p \leq 0,05$; ^a Teste de *Mann-Whitney*; ^b Teste de *Wilcoxon*.

O valor de partida do RM foi idêntico nos dois grupos experimentais ($p=0,126$). No entanto, na segunda avaliação, após a realização do protocolo de força muscular, os dois grupos apresentaram valores com diferenças significativas, indicando que o G_{FA} obteve um ganho superior ao G_F ($p=0,013$). Mas, quando se compara os valores do momento inicial com o momento final, verifica-se que o aumento de força em cada um dos grupos e na totalidade da amostra não teve significado estatístico ($0,063 < p < 0,465$).

Através da comparação entre os níveis de força iniciais e finais em ambos os géneros verifica-se que não existem valores significativos, tanto no G_F como no G_{FA} ($0,180 < p < 1,00$). Quando se compara a força entre géneros, em cada momento de avaliação, também não se encontram valores com significado estatístico ($0,060 < p < 0,137$).

Relativamente à correlação entre variáveis, observa-se que o género e a estatura estão relacionados entre si e com RM 1 e RM2 ($p \leq 0,001$). Existe também associação entre o peso e as variáveis: IMC ($p=0,002$), género ($p=0,005$) e RM 2 ($p=0,014$). As variáveis flexibilidade e força muscular apresentam correlações com valores estatísticos do primeiro para o segundo momento de avaliação ($p < 0,001$).

Discussão

Este estudo apresenta como principal objetivo verificar se existe relação entre o fortalecimento muscular dos isquiotibiais e o seu encurtamento, caso não sejam realizados alongamentos. Pois, segundo Salvini (*cit. in* Marques, 2005) é bastante comum observar-se encurtamento muscular em indivíduos que realizam sobretudo exercícios concêntricos contra resistência. Para além disso, pretendeu-se também verificar se a aplicação de RPG levou a um

aumento de flexibilidade, assim como se o protocolo de fortalecimento muscular foi eficaz nos ganhos de força. O protocolo foi realizado durante 4 semanas, sendo que foi executado 2/semana, dando um total de 7 sessões. Todos os participantes em estudo apresentam características biológicas similares, não havendo heterogeneidade entre os grupos.

Flexibilidade

A contração concêntrica é o tipo de contração mais frequente em planos de exercício físico, apresentando como consequência a perda do comprimento normal dos músculos (Souchard, 1996), impondo-se assim a questão de que o fortalecimento poderá causar encurtamentos musculares. No presente estudo, o grupo que realizou apenas fortalecimento dos isquiotibiais (G_F) manteve os seus níveis de flexibilidade, visto não terem ocorrido alterações significativas ao longo do período de intervenção. Hipoteticamente, a realização de alongamentos executados após exercícios de fortalecimento seriam vantajosos no ganho de flexibilidade. Pois, o grupo que realizou fortalecimento muscular seguido de alongamento (G_{FA}) aumentou significativamente os seus níveis de flexibilidade. A técnica de alongamento utilizada foi a reprogramação postural global através da execução de duas posturas de alongamento da cadeia posterior, mantidas por 15 minutos cada.

Existem diversos estudos que demonstram a eficácia da RPG, contudo poucos deles comprovam esses efeitos a nível da flexibilidade e em indivíduos saudáveis. No estudo realizado por Rosário et al. (2008), tanto a RPG como o alongamento estático segmentar demonstraram efeitos positivos no aumento de flexibilidade, amplitude de movimento e força muscular em indivíduos sem lesões músculo-esqueléticas, quando comparados com o grupo de controlo. Tal como o presente estudo, o período observacional teve a duração de 4 semanas, sendo que eram realizadas duas sessões semanais de 30 minutos, para a execução de duas posturas, de 15 minutos cada. Contrariamente ao que foi realizado, esse estudo utilizou participantes apenas do sexo feminino com encurtamento dos isquiotibiais e utilizou como instrumentos de avaliação da flexibilidade o goniómetro e o teste do 3º dedo ao solo e para a avaliação da força um dinamómetro. Relativamente às posturas aplicadas, uma delas alongava a cadeia anterior em abertura do ângulo coxofemoral e a outra a cadeia posterior em fechamento do ângulo coxofemoral, não sendo discriminado quais as posturas utilizadas. O presente estudo apenas utilizou duas posturas de alongamento da cadeia posterior, a “rã no ar com braços abertos” e a “postura de pé com tronco inclinado à frente”. Quanto à amostra do estudo de Rosário et al. (2008) é superior há que foi utilizada, sendo por isso provável que, se a dimensão da amostra fosse maior, os ganhos de flexibilidade após a realização do RPG fossem superiores quando comparados com o controlo (G_c).

Na investigação de Guastala et al. (2016) analisou-se as alterações de força, flexibilidade, funcionalidade e dor em adultos (40-60 anos) com dor lombar crónica, após a aplicação de RPG e da técnica de *isostretching*. Concluiu-se que ambas as técnicas foram efetivas na redução da dor, avaliada através da Escala Visual Analógica (VAS), no aumento flexibilidade, medida pelo teste *Sit and Reach*, no aumento da força dos extensores do tronco, calculada pelo dinamómetro e na melhora da funcionalidade avaliada através do *Roland Morris Questionnaire* (RMQ).

Cunha, Burke, França e Marques (2008) analisaram os efeitos da RPG comparativamente ao alongamento estático após a aplicação de técnicas manuais a nível da dor, amplitude de movimento e qualidade de vida em mulheres com dor cervical crónica. Concluíram que ambos os alongamentos são positivos na diminuição da dor, no aumento da amplitude de movimento e na qualidade de vida, medidos respetivamente através da VAS, goniómetro e do questionário *Medical Outcome Study Short-Form Health Survey* (SF-36).

Tanto no estudo de Guastala et al. (2016) e Cunha, Burke, França e Marques (2008) as posturas utilizadas foram escolhidas de acordo com as limitações de cada paciente, sendo que foram utilizados alongamentos para a cadeia anterior e para a posterior, diferindo assim do presente estudo.

Apenas o estudo de Cabral et al. (2007) aponta que o RPG obteve melhores resultados comparativamente ao alongamento segmentar a nível da intensidade da dor e dos ganhos de flexibilidade em mulheres com síndrome femoropatelar. Nesse estudo de 8 semanas, realizou-se tal como neste, duas posturas de fechamento do ângulo coxofemoral, a “rã no ar” e “em pé com o tronco inclinado para a frente” durante 15 minutos cada. Relativamente aos testes de medição de flexibilidade foram o goniómetro e teste do 3º dedo ao solo.

No estudo de revisão de Ferreira et al. (2016) concluiu-se que a RPG apresenta resultados positivos, no entanto a sua efetividade não é consensual. Na análise de vários estudos verifica-se que esta técnica é superior quando comparada há não realização de tratamento (Lawand et al., 2015) mas não é superior quando comparada a outro tipo de tratamento para a diminuição da dor e incapacidade. Pois os estudos que tiveram por base essa revisão têm evidência de baixa qualidade o que torna os seus resultados incertos.

Relativamente às diferenças de flexibilidade por género, embora os valores dos participantes do sexo feminino fossem superior aos do sexo masculino, o aumento de flexibilidade foi significativo apenas nos rapazes. Segundo Carvalho, Paula, Azevedo e Nóbrega (1998), de modo geral, as mulheres apresentam maior flexibilidade de que os homens, tal como no

presente estudo. O facto de apenas os indivíduos do sexo masculino apresentarem ganhos significativos poderá ser que estes iniciaram com valores de flexibilidade reduzidos.

Através da correlação das variáveis em estudo verificou-se que a flexibilidade da primeira avaliação está relacionada com a flexibilidade da segunda.

Força muscular

Segundo o protocolo de Silva, Lima, Fernandes e Bertencello (2015), que teve por base este estudo, houve aumento de força dos isquiotibiais após a aplicação de um programa de força em jovens não treinadas. Desse modo, seria de esperar que os resultados fossem semelhantes. No entanto, apesar de serem analisados ganhos de força estes não foram significativos. Uma provável justificação para não haver diferenças relevantes no valor de 1 RM nos grupos experimentais poderá ser o facto de não ter sido possível replicar por completo o protocolo devido a limitações de tempo e amostra.

No estudo de Carvalho, Paula, Azevedo e Nóbrega (1998) com 50 indivíduos de ambos os sexos foi demonstrado que a força máxima dos homens é maior do que nas mulheres. Contrariamente, no presente estudo não se verificaram diferenças significativas de força entre géneros no primeiro e segundo momento de avaliação. Relativamente aos ganhos de força, também não houve diferenças entre indivíduos do sexo masculino e feminino. Contudo o reduzido número amostral poderá ter interferido nos resultados deste estudo.

Tendo em conta a associação das variáveis em estudo constatou-se que a força medida no momento 1 está relacionada com a força medida no momento 2. Para além disso, constata-se que a força está correlacionada com a estatura e o peso, no entanto não está com o IMC. Provavelmente isto ocorre pois o peso de um indivíduo inclui tanto a massa magra (músculo e osso) como a massa gorda e, por isso, um indivíduo só irá produzir mais força se o seu peso tiver uma percentagem alta de massa magra. Segundo Santarém (1997) o treino de força estimula a redução da gordura corporal e o aumento da massa óssea, mudando assim a composição corporal.

Apesar de não haver diferenças estatisticamente significativas relativas à força muscular por géneros, observou-se uma correlação positiva entre essas duas variáveis. Provavelmente se a amostra fosse maior já haveria coerência entre resultados. Segundo Spring, Kunz, Schneider e Trischler (1995 *cit. in* Deliberato 2007) o género é um dos fatores que interfere no desempenho muscular, sendo que a força muscular da mulher corresponde a, aproximadamente, 60 a 65% da força do homem.

Força muscular vs. Flexibilidade

Quando se compara os grupos experimentais, o que realizou alongamento (G_{FA}) teve um ganho significativamente superior ao G_F . Ou seja, a realização de alongamento foi uma mais-valia relativamente ao ganho de força. Tal aconteceu no estudo de Moreno et al. (2007) em que se procurou saber qual o efeito da RPG na força muscular respiratória e na mobilidade toracoabdominal em homens jovens saudáveis, mas com capacidade aeróbia diminuída. As pressões respiratórias máximas foram avaliadas por um manovacúmetro e a cirtometria toracoabdominal por uma fita métrica. Apenas se realizou uma postura da cadeia anterior, a “rã no chão com braços abertos”, 2/semana, durante 8 semanas, dando um total de 16 sessões. Após a aplicação da RPG verificou-se um aumento significativo das variáveis em estudo, concluindo-se que essa técnica pode ser utilizada para o desenvolvimento da força muscular respiratória e da mobilidade toracoabdominal.

Do mesmo modo, Shah et al. (2001) afirmam que o alongamento promove o aumento do número de sarcómeros em série de uma fibra muscular. Ponderando-se assim que, com o aumento do comprimento funcional do músculo, haja melhor interação entre os filamentos da actina e miosina, produzindo-se mais força muscular (Moreno et al., 2007).

No entanto, há quem defenda que o fortalecimento muscular por si só, pode levar a um aumento de flexibilidade, o que justifica o facto de o G_F apresentar ganhos de flexibilidade, ainda que estes não sejam significativos. Pois, se for utilizada sobretudo a contração excêntrica é possível se adquirir força e em simultâneo promover o alongamento (Tricoli, 2013). É de salientar que no presente estudo foi utilizada a contração concêntrica e excêntrica numa cadência de 1:2, sendo que a fase excêntrica foi superior há fase concêntrica.

Segundo, Alter (1999 *cit. in* Lima e Silva 2006), a realização de programas regulares de exercício físico podem melhorar os níveis de flexibilidade, principalmente em sedentários. Pois, esses indivíduos estão mais suscetíveis a novos estímulos, adquirindo assim adaptações significativas a médio ou longo prazo. Para além disso, a inatividade pode causar adaptações musculares como diminuição do comprimento do sarcómero. Após o indivíduo voltar à atividade haverá novamente aumento dos sarcómeros e como consequência aumento da flexibilidade (Achour, 2000 e Guedes e Guedes, 1992 *cit. in* Lima e Silva, 2006).

Contudo, em estudos mais recentes não se consegue comprovar que o treino de força é eficaz no aumento da flexibilidade em todas as faixas etárias. Segundo a revisão de Correia et al. (2014), apenas os idosos obtiveram um aumento significativo de flexibilidade após a realização de um protocolo de força. Relativamente aos adultos jovens observaram-se resultados controversos, provavelmente devido aos métodos utilizados para a medição da

flexibilidade, visto que o teste *Sit and Reach* pode ser influenciado pelas características antropométricas dos indivíduos (Costa et al., 2015), e este mede a flexibilidade de várias articulações em simultâneo durante um único movimento (Cornbleet e Woolsey, 1996 *cit. in* Correia et al., 2014).

Contrariamente, Souchard (1996) e Salvini (*cit. in* Marques, 2005) referem que através da contração concêntrica, a mais utilizada em programas de exercício físico, pode ocorrer a diminuição do comprimento normal dos músculos. No entanto, é provável que os programas de treino não sejam constituídos apenas pela contração concêntrica, o que poderá ocorrer é a realização de uma fase concêntrica superior à excêntrica, quando se trabalha com cargas elevadas e não se consegue suportar o peso lentamente. Segundo Paddon-Jones, Keech e Abernethy (2005), o tipo de contração muscular e a velocidade de execução de um exercício são variáveis importantes e que devem também ser consideradas no treino de força.

Apesar de se pôr em causa o facto de a flexibilidade influenciar a força muscular não se consegue verificar a correlação entre ambas as variáveis. Assim como no estudo de Carvalho, Paula, Azevedo e Nóbrega (1998) em que se comprova que não existe associação entre força e flexibilidade em adultos jovens saudáveis.

Limitações

Tendo em conta o tipo de estudo, torna-se difícil obter um número amostral e um período observacional significativo, para além de que muitos voluntários acabam por não o completar, tal como ocorreu. Deste modo, a amostra foi reduzida e o período observacional limitado, o que dificultou a análise estatística e a interpretação dos resultados. Relativamente à evidência científica constatou-se que existem poucos artigos que comprovem a eficácia da técnica de RPG nos ganhos de flexibilidade e que a relacionem com a força muscular. Também foram encontradas diferenças consideráveis nas metodologias dos vários estudos, uma vez que as amostras, os instrumentos de avaliação, as posturas e protocolos utilizados eram distintos, assim como se observou uma incoerência na apresentação dos respetivos resultados.

Sugere-se que os próximos estudos apresentem uma dimensão amostral e um período observacional superior, para que se consiga uma maior representação da população e uma maior precisão nos resultados.

Conclusões

A aplicação da RPG foi efetiva, visto que o grupo que realizou o fortalecimento muscular e a RPG apresentou ganhos de flexibilidade significativos relativamente ao outro grupo experimental. O protocolo de fortalecimento não produziu ganhos significativos mas observou-se um aumento de força no grupo do fortalecimento e RPG comparativamente ao

grupo que apenas realizou o fortalecimento, sugerindo que a flexibilidade potencia o aumento de força muscular.

Bibliografia

- Cabral, C., Yumi, C., Sacco, I., Casarotto, R. e Marques, A. (2007). Eficácia de duas Técnicas de Alongamento Muscular no Tratamento da Síndrome Femoropatelar: um Estudo Comparativo. *Fisioterapia e pesquisa*, 14(2), 48-56.
- Carvalho, A., Paula, K., Azevedo, T., Nóbrega, A. (1998). Relação entre Flexibilidade e Força Muscular em Adultos Jovens de ambos os Sexos. *Revista brasileira médica do esporte*, 4(1), 1-8.
- Caspersen, C., Powell, K. e Christenson, G. (1985). Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public health reports*, 190(2), 126-131.
- Christopher, D. e Rajiv, S. (2009). Força. In: Huber, F., e Wells, C. *Exercícios Terapêuticos. Planejamento do Tratamento para a Progressão*. Loures, Lusodidacta.
- Correia, M., Meneses, A., Lima, A., Cavalcante, B. e Ritti-Dias, R. (2014). Efeito do Treinamento de Força na Flexibilidade: uma Revisão Sistemática. *Revista brasileira de atividade física e saúde*, 19(1), 3-11.
- Costa, H., Araújo, S., Lima, F., Menzel, H-J., Fernandes, A. e Chagas, M. (2015). Análise do Perfil da Flexibilidade de Crianças e Adolescentes Mensurada por Meio de Dois Testes. *Revista da educação física*, 26(2), 257-265.
- Cunha, A., Burke, T., França, F. e Marques, A. (2008). Effects of Global Posture Reeducation and of Static Stretching on Pain, Range of Motion, and Quality of Life in Women with Chronic Neck Pain: a Randomized Clinical Trial. *Clinical science*, 63(6), 763-70.
- Deliberato, P. (2007). *Exercícios Terapêuticos: Guia Teórico para Estudantes e Profissionais*. São Paulo, Manole.
- Faulkner, J., Brooks, S. e Oplteck, J. (1993). Injury to Skeletal Muscle Fibers During Contractions: Conditions of Occurrence and Prevention. *Physical therapy*, 73(12), 911-921.
- Ferreira, G., Barreto, R., Robinson, C., Plentz, R. e Silva, M. (2016). Global Postural Reeducation for Patients with Musculoskeletal Conditions: a Systematic Review of Randomized Controlled Trial. *Brazilian journal of physical therapy*, 20(3), 194-205.
- Gossman, M., Sahrman, S. e Rose, S. (1982). Review of Length-Associated Changes in Muscle: Experimental Evidence and Clinical Implications. *Physical therapy*, 62(12), 1799-1808.
- Guastala, F., Guerini, M., Klein, P., Leite, V., Cappellazzo, R. e Facci, L. (2016). Efeitos da Reeducação Postural Global e do Isostretching em Pacientes com Lombalgia Crônica Não-específica: Ensaio Clínico Aleatório. *Fisioterapia em movimento*, 29(3), 515-525.
- Harris, B. e Watkins, M. (2001). Adaptações ao Treinamento de Força. In: Frontera, W., Dawson, D. e Slovick, D. *Exercício Físico e Reabilitação*. Porto Alegre, Brasil, Artmed.
- Kisner, C. e Colby, L. (2007). *Therapeutic Exercise. Foundations and Techniques*. 5th ed. Philadelphia, F.A. Davis Company.
- Krivickas, L. (2001). Treinamento de Flexibilidade. In: Frontera, W., Dawson, D. e Slovick, D. *Exercício Físico e Reabilitação*. Porto Alegre, Brasil, Artmed.

- Lawand, P., Júnior, I., Jones, A., Sardim, C., Ribeiro, L. e Natour, J. (2015). Effect of a Muscle Stretching Program Using the Global Postural Reeducation Method for Patients with Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Joint bone spine*, 82(4), 272-277.
- LeSuer, D., McCormick, J., Mayhew, J., Wasserstein, R., Arnold, M. (1997). The Accuracy of Prediction Equations for Estimating 1-RM Performance in the Bench Press, Squat, and Deadlift. *Journal of strength and conditioning research*, 11(4), 211-213.
- Lima, M. e Silva, V. (2006). Correlação entre Resistência de Força e Flexibilidade dos Músculos Posteriores de Coxa de Desportistas Amadores de Futebol de Campo. *Fitness & performance journal*, 5(6), 376-382.
- Marques, A. (2005). *Cadeias Musculares. Um Programa para Ensinar Avaliação Fisioterapêutica Global*. 2nd ed. São Paulo, Manole.
- Matsudo, S., Araújo, T., Matsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., Oliveira, L. e Braggion, G. (2001). Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. *Atividade física & saúde*, 6(2), 5-18.
- Moreno, M., Catai, A., Teodori, R., Borges, B., Cesar, M. e Silva, E. (2007). Efeito de um Programa de Alongamento Muscular pelo Método de Reeducação Postural Global sobre a Força Muscular Respiratória e a Mobilidade Toracoabdominal de Homens Jovens Sedentários. *Jornal brasileiro de pneumologia*, 33(6), 679-686.
- Paddon-Jones, D., Keech, A. e Abernethy, P. (2005). Differential Expression of Muscle Damage in Humans following acute Fast and Slow Velocity Eccentric Exercise. *Journal of science and medicine in sport*, 8(3), 255-263.
- Ribeiro, C., Neto, T., Abad, C. e Barros, C. (2010). Nível de Flexibilidade Obtida pelo Teste de Sentar e Alcançar a Partir de Estudo Realizado na Grande São Paulo. *Revista brasileira de cineantropometria e desempenho*, 12(6), 415-421.
- Rosário, J., Sousa, A., Cabral, C., João, S. e Marques, A. (2008). Reeducação Postural Global e Alongamento Estático Segmentar na Melhora da Flexibilidade, Força Muscular e Amplitude de Movimento: um Estudo Comparativo. *Fisioterapia e pesquisa*, 15(1), 12-18.
- Santarém, J. (1997). Atualização em Exercícios Resistidos: Conceituação e Situação Atual. *Revista âmbito-medicina desportiva*, 31, 15-16.
- Silva, M., Lima, F., Fernandes, L. e Bertonecello, D. (2015). Comparação entre Diferentes Exercícios Resistidos para Jovens não Treinadas. *Saúde e pesquisa*, 8(3), 549-556.
- Souchard, P. (1996). *O Stretching Global Ativo. A Reeducação Postural Global a Serviço do Esporte*, 2nd ed. São Paulo, Manole.
- Teodori, R., Negri, J., Cruz, M. e Marques, A. (2011). Reeducação Postural Global: Uma Revisão de Literatura. *Revista brasileira de fisioterapia*, 15(3), 185-189.
- Tricoli, V. (2013). Papel das Ações Musculares Excêntricas nos Ganhos de Força e de Massa Muscular. *Revista da biologia*, 11(1), 38-42.
- Weijer, V., Gorniak, G. e Shamus, E. (2003). The Effect of Static Stretch and Warm-up Exercise on Hamstring Length Over the Course of 24 Hours. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 33(12), 727-733.
- Wells, K. e Dillon, E. (1952). The Sit and Reach – a Test of Back and Leg Flexibility. *Research quarterly*, 23(1), 115-118.
- Shah, S., Peters, D., Jordan, K., Milner, D., Fridén, J., Capetanaki, Y. e Lieber, R. (2001). Sarcomere Number Regulation Maintained after Immobilization in Desmin-null Mouse Skeletal Muscle. *The journal of experimental biology*, 204 (10), 1703-1710.