

Ana Cristina Lamounier Sakamoto

RECRUTAMENTO DO MÚSCULO GLÚTEO MÁXIMO DURANTE QUATRO MODALIDADES DE EXERCÍCIOS TERAPÊUTICOS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Estudo do Desempenho Motor e Funcional Humano

Orientadora: Prof^a. Luci Fuscaldi
Teixeira-Salmela, Ph.D.
Universidade Federal de Minas
Gerais

Co-orientadora: Prof^a. Fátima
Rodrigues de Paula, Ph.D.
Universidade Federal de Minas
Gerais

Belo Horizonte
Universidade Federal de Minas Gerais
2006

RESUMO

O glúteo máximo age na transferência efetiva de forças através da pelve, contribuindo para a estabilidade da articulação sacroilíaca. Vários estudos demonstraram uma diminuição na ativação deste músculo em indivíduos com dor lombar, porém, não existe um consenso sobre qual é a melhor modalidade de exercício para trabalhar especificamente o glúteo máximo. O objetivo deste estudo foi avaliar, eletromiograficamente, a ativação do músculo glúteo máximo e investigar o padrão de recrutamento do glúteo máximo, semitendíneo e eretores espinhais, em indivíduos jovens saudáveis, durante a execução de quatro modalidades de exercícios terapêuticos. Trinta e um voluntários (16 homens e 15 mulheres), idade ($24,5 \pm 3,47$ anos), massa corporal ($66,89 \pm 11,89$ kg) e estatura ($1,70 \pm 0,09$ m) foram selecionados. Eles realizaram quatro modalidades de exercícios terapêuticos enquanto a atividade eletromiográfica dos músculos supra citados foi registrada para determinação do padrão de ativação muscular e quantidade de ativação do glúteo máximo para cada exercício. ANOVA medidas repetidas revelou que a ordem de recrutamento muscular foi praticamente a mesma para os quatro exercícios investigados, iniciando pelo semitendíneo, seguido pelos eretores espinhais e finalizando pelo glúteo máximo. O glúteo máximo foi o último músculo ativado para os exercícios: extensão de quadril com joelho estendido ($p < 0,0001$), extensão de quadril com joelho fletido ($p < 0,0001$) e extensão de quadril associado à rotação externa com o joelho estendido ($p < 0,05$). A adição do movimento de flexão de joelho ou rotação externa de quadril causou um aumento da atividade do glúteo máximo. O exercício que menos ativou o glúteo máximo foi extensão de quadril com extensão do joelho. Ativações similares foram observadas

para os seguintes modalidades de exercícios: extensão de quadril com o joelho fletido ($23,08 \pm 21,21\%$ da CIVM), extensão de quadril associado à rotação externa com o joelho estendido ($22,55 \pm 10,3\%$ da CIVM) e extensão de quadril associado à rotação externa com o joelho fletido ($21,2 \pm 11,94\%$ da CIVM). Os achados do presente estudo sugerem que as três modalidades de exercícios podem ser opções eficazes para o fortalecimento do glúteo máximo.

Palavras-Chave: Glúteo máximo, exercícios terapêuticos, eletromiografia, fortalecimento muscular

Abstract

The gluteus maximus acts effectively in the transfer of load from the pelvis to the lower limbs, contributing to the stability of the sacroiliac joint. Many studies have shown reduced activity of this muscle in low back pain patients, but, there is not a consensus regarding the best exercises to stimulate this muscle. The aim of this study was to evaluate the electromyographic activity of the gluteus maximus, as well as to investigate muscular recruitment patterns of the gluteus maximus, semitendinous and erector spinae muscles with healthy young individuals during four different modalities of therapeutic exercises. Thirty-one volunteers were selected: (16 men and 15 women), age ($24,5 \pm 3,47$ years), body mass of ($66,89 \pm 11,89$ kg) and a height of ($1,70 \pm 0,09$ m). They performed four modalities of therapeutic exercises while the electromyographic activity of the investigated muscles was recorded to determine muscle pattern and quantify gluteus maximus activation for each exercise. ANOVA repeated measures revealed that muscle activation patterns were similar for the four analysed exercises, starting with the semitendinous, followed by the erector spinae, and, then, the gluteus maximus. The gluteus maximus was the last activated muscle during hip extension associated with knee flexion ($p < 0.0001$), hip extension associated with knee extension ($p < 0.0001$) and hip extension associated with external rotation and knee flexion ($p < 0,05$). The addition of knee flexion or hip lateral rotation caused increases in gluteus maximus activation. Decreases in activation were observed during hip extension with knee extension. Similar increases of activation of the gluteus maximus were found for the following exercises: hip extension with knee flexion ($23,08 \pm 21,21\%$ MIVC), hip extension associated with hip external rotation and knee extension ($22,55 \pm 10,3\%$ MIVC) and hip extension associated with hip external rotation and knee flexion ($21,2 \pm 11,94\%$ MIVC) These findings suggest that all three exercises could be effective choices of therapeutic exercises to strength this muscle.

Key-Words: Gluteus maximus, therapeutic exercises, electromyography, muscle strengthening

1 INTRODUÇÃO

A dor lombar é uma condição comum que afeta a população adulta em algum momento de sua vida, sendo importante causa de ausência no trabalho e consultas a serviços de saúde, além de representar alto custo econômico para vários países^{1,2}. Aproximadamente um em cada cinco adultos irão reportar dores lombares e 40% relatarão sintomas no mês seguinte¹. A maioria das pessoas que apresentam lombalgia melhoram em um período de três meses, mas uma pequena parcela desta população relata episódios recorrentes¹. Um em cada quatro adultos necessitam de atendimento em um período de seis meses. Após seis meses, 16% dos pacientes que estavam inicialmente afastados do trabalho, permanecem assim e após doze meses, 62% deles ainda apresentam dor. A recorrência dos sintomas parece aumentar o risco de ausência ao trabalho. Quanto maior o tempo de afastamento, menor é a probabilidade desses pacientes retornarem ao serviço². As características associadas com o desenvolvimento e persistência da dor lombar incluem fatores psicológicos, trabalhistas e relacionados ao controle motor^{1,3}.

Deficiências no padrão de movimento e na regulação motora desempenham o principal papel no desenvolvimento da disfunção músculo-esquelética, especialmente na parte periférica do sistema locomotor⁴. Vários estudos sugeriram que as disfunções da coluna vertebral estão relacionadas principalmente a desequilíbrios músculo-esqueléticos⁵⁻¹¹ e, atualmente, tem sido considerado importante atingir uma atividade coordenada entre todos os grupos musculares dentro de um sistema muscular balanceado para a prevenção e tratamento da dor lombar crônica^{4,5,11}.

A função normal da coluna é dependente, não apenas da mobilidade articular passiva, mas também da atividade muscular normal e da regulação do sistema nervoso central. Os músculos produzem e controlam o movimento, além de estabilizarem dinamicamente a coluna, protegendo-a de sobrecargas que podem ser inerentes à função normal^{4,11}. De acordo com o conceito de estabilidade descrito por Panjabi (1992)¹², distúrbios no sistema músculo-esquelético constituem causas ou conseqüências de síndromes patológicas na coluna lombar^{12,13}.

A articulação sacroilíaca é apontada como uma das estruturas que causam dor referida na coluna lombar¹⁴. Snidjers *et al.* (1993)¹⁵ propuseram um modelo de estabilidade para esta articulação, que é destinada a ter mais estabilidade que mobilidade, a fim de facilitar a transferência de cargas através da pelve. A articulação sacroilíaca funciona como um amortecedor no contato inicial da marcha, transmitindo forças de reação do solo dos membros inferiores para o tronco¹⁴⁻¹⁶. As superfícies articulares dessa articulação são paralelas à linha de transmissão dessas forças, resultando em um aumento das forças de cisalhamento durante a marcha ou atividades que requerem apoio unipodal^{14,16,17}.

Como demonstrado na FIG.1, o modelo proposto por Snidjers *et al.* (1993)¹⁵ depende da estabilidade de forma e da estabilidade de força. A estabilidade de forma depende primariamente da estrutura dos ossos que compõem a pelve e de suas superfícies articulares que permitem uma maior resistência da articulação sacroilíaca às forças de cisalhamento^{15,16}. A estabilidade de força refere à força compressiva adicional e necessária para manter a estabilidade da pelve. A estabilidade de força é primariamente um processo dinâmico realizado pelo sistema muscular que depende da integridade dos ligamentos e das estruturas fasciais da pelve^{15,16,18}. Snijders *et al.*

(1993)¹⁵ também denominaram o “*selfbracing or selflocking mechanism*” que consiste de um sistema de prevenção de cisalhamentos que é caracterizado pela combinação da estabilidade de força e da estabilidade de forma^{15,16}.

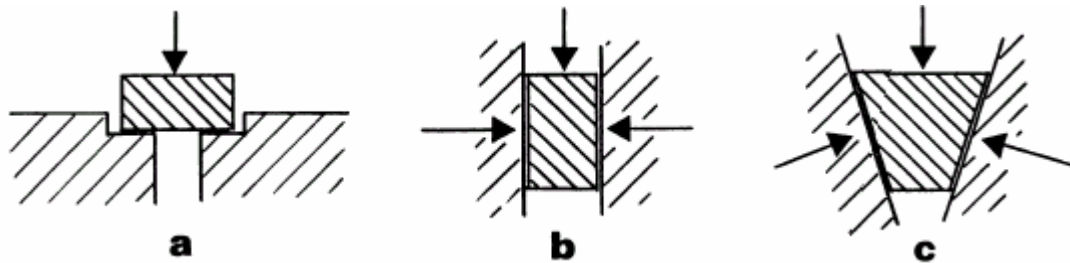


FIGURA 1 – Modelo de estabilidade da articulação sacroilíaca:
 a) Estabilidade de forma b) Estabilidade de força c) “*Selflocking mechanism*”
 Fonte: POOL-GOUDZWAARD *et al.*, 1998¹⁶, p.14.

A estabilidade de força pode ser afetada pelos músculos que diretamente comprimem a articulação ou pelo tensionamento do ligamento sacrotuberal ou do ligamento sacroilíaco posterior^{14,16,19}. O glúteo máximo é um músculo relevante devido a sua importância na transferência efetiva de carga através da articulação sacroilíaca contribuindo para a estabilidade de força^{9,14,16}, devido à orientação perpendicular de suas fibras nesta articulação^{14,20}. Esta função leva a uma compressão suficiente da articulação sacroilíaca e impede cisalhamentos articulares através de conexões do glúteo máximo com os músculos eretores da espinha, aponeurose toracolombar e com o bíceps femoral através do ligamento sacrotuberal^{9,21-24} (FIG.2).

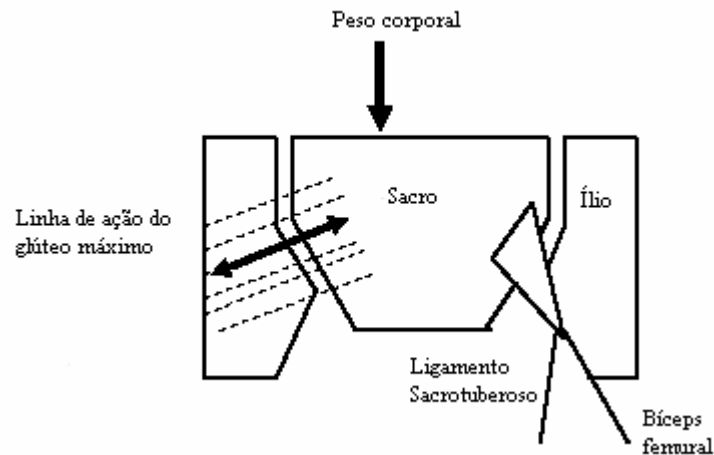


FIGURA 2 – Diagrama esquemático mostrando a ação do glúteo máximo e do bíceps femoral na estabilidade da articulação sacroilíaca.
 Fonte: HOSSAIN e NOKES, 2005¹⁴, p.279.

Existem evidências de que o glúteo máximo pode influenciar significativamente na estabilidade da articulação sacroilíaca^{8,20-22} e que sua fraqueza está associada com a dor lombar em atletas^{25,26}. A contração do glúteo máximo e do latíssimo do dorso contralateral também podem tensionar a lâmina superficial da aponeurose toracolombar^{8,9,21}. Tal estrutura auxilia na estabilização da coluna lombar²⁷, além de agir como transmissor de forças entre a coluna, pelve e membros inferiores^{21,22}.

O glúteo máximo também tem uma grande importância funcional na fase de apoio da marcha. Anderson e Pandy (2003)²⁸ demonstraram que o glúteo máximo, juntamente com outros músculos geraram a maior parte do suporte do peso do corpo no início da fase de apoio. O início da fase de apoio, durante a resposta à carga, é caracterizada por uma queda do centro de gravidade do indivíduo. Sessenta por cento do peso é transferido em 0,02 segundos resultando em uma carga abrupta no membro de apoio. É nesse momento, que o glúteo máximo comprime a articulação sacroilíaca para prover estabilidade. Para o glúteo máximo estar ativo, o bíceps deve relaxar nesse

estágio¹⁴. A ativação inapropriada do glúteo máximo na marcha é sugerida como uma causa de dores lombares, resultando em uma deficiência no mecanismo de absorção de choque na articulação sacroilíaca¹⁴. O músculo bíceps femoral é ativado precocemente em pacientes com disfunção sacroilíaca⁶, o que pode ser considerado uma compensação para a fraqueza do glúteo máximo¹⁴.

Jonkers *et al.* (2003)²⁹ demonstraram a contribuição do glúteo máximo na manutenção da estabilidade do quadril no plano sagital durante o apoio médio da marcha. Eles observaram que a ausência de ativação do glúteo máximo provocou um prolongamento da flexão de joelho de tal forma que a extensão do quadril não foi iniciada. O membro contralateral apresentou excessiva flexão de quadril combinada com uma extensão de joelho precoce antes do contato inicial. As mudanças compensatórias na ativação muscular incluem um aumento na ativação do bíceps femoral e gastrocnêmios, contribuindo para a restauração do controle do quadril e joelho na fase de apoio²⁹.

Um atraso na ativação do glúteo máximo associado à ativação precoce do bíceps femoral no membro inferior de apoio em pacientes com dor sacroilíaca durante a flexão de quadril contralateral foram encontrados por Hungerford *et al.* (2003)⁶. Estes achados sugerem uma alteração na estratégia de estabilização lombo-pélvica, alterando a transferência de forças através da pelve. Vogt *et al.* (2003)¹⁰, ao analisarem a marcha de pacientes com dor lombar, encontraram uma redução no tamanho da passada e uma atividade prolongada do glúteo máximo que foi interpretada como uma adaptação funcional do sistema neuromuscular para prover uma estabilidade extra e prevenir dor adicional.

Estudos eletromiográficos para avaliação do padrão de recrutamento muscular em indivíduos com dor lombar, durante alguns exercícios ou atividades funcionais têm demonstrado que, em algumas situações, o músculo glúteo máximo encontra-se inibido e em outras hiperativo^{6-10,23,30}. A hiperatividade do glúteo máximo pode ser consequência de uma tentativa de estabilizar a articulação sacroilíaca em indivíduos sintomáticos^{8,10} ou, uma tentativa de compensar a fadiga dos extensores lombares, durante exercícios repetitivos^{23,30}. A atividade muscular pode mostrar-se inibida para evitar um movimento indesejado ou uma postura dolorosa e evitar estresse no segmento movimentado³¹. Segundo Jull e Janda (1987)⁴, o glúteo máximo é considerado um músculo fásico e, na presença de um desequilíbrio muscular, ele pode se tornar fraco e alongado, como observado na síndrome da pelve cruzada.

Em pacientes que apresentam inibição do glúteo máximo, ocorre uma ativação precoce dos músculos isquiossurais e eretores espinhais para estabilizar a coluna lombar^{32,33}. Alterações no controle motor podem causar ativação inapropriada dos músculos, interferindo na habilidade do indivíduo em realizar, automaticamente, um padrão de movimento adequado. Alteração do padrão de ativação dos extensores de quadril e dos músculos estabilizadores pélvicos é reconhecida como um fator associado ao desenvolvimento de disfunções lombares^{10,32}. Esta alteração pode ter um impacto na carga fisiológica da articulação e alterar a direção e magnitude das forças de reação articular.

Estudos eletromiográficos mostraram uma menor atividade elétrica do glúteo máximo em pacientes com dor lombar crônica durante os movimentos de flexão anterior do tronco e durante o retorno para a posição ortostática^{7,24}. Pacientes com dor lombar costumam evitar movimentos da coluna em atividades de vida diária devido ao medo da

dor e suas conseqüências. Isso levaria a uma atrofia dos músculos da coluna, especialmente do multífido o que, possivelmente, leva ao aumento da dor e do medo do movimento. Parece ser racional argumentar que os extensores de quadril estejam sujeitos ao descondicionamento em pacientes com dor lombar se o uso destes músculos é evitado^{7,24,24,24}.

Vogt e Banzer (1997)³² demonstraram uma seqüência consistente de ativação muscular durante o movimento de extensão ativa do quadril em decúbito ventral com o joelho estendido, partindo da posição neutra em indivíduos saudáveis. A ativação foi iniciada pelos eretores lombares ipsilaterais seguido pelo semitendíneo, eretores espinhais contralaterais e glúteo máximo³². A atividade elétrica dos eretores foi atribuída a uma preparação para o movimento de extensão do quadril com o propósito de estabilizar o tronco e controlar a pelve durante a elevação da perna³². A seqüência de ativação muscular encontrada foi determinada como o padrão de extensão de quadril em decúbito ventral em indivíduos normais^{32,34}. Por outro lado, Lehman *et al.* (2004)³⁵ não encontraram a mesma seqüência de ativação muscular e observaram que o glúteo máximo foi ativado após o início do movimento, demonstrando um atraso no recrutamento deste músculo em relação aos outros. Bullock-Saxton *et al.* (1994)³¹ encontraram um atraso significativo na ativação do glúteo máximo nesse mesmo movimento em indivíduos que haviam sofrido entorse de tornozelo.

O fortalecimento do músculo glúteo máximo é utilizado na prática clínica como exercício para o tratamento da disfunção lombar e sacroilíaca, porém não foram encontrados estudos que investigaram qual a melhor forma de recrutamento deste músculo, para justificar o exercício utilizado na prática fisioterapêutica.

Vários são os exercícios utilizados na prática fisioterapêutica para o recrutamento do músculo glúteo máximo, porém ainda não existe um consenso sobre qual proporciona a sua melhor ativação. A extensão do quadril em decúbito ventral com os membros inferiores estendidos é um exercício que, teoricamente, recrutaria os músculos glúteo máximo e os isquiossurais que agem como motores primários do movimento, além dos eretores espinhais que estabilizam a coluna lombar e a pelve, já que é grande o tamanho do braço de alavanca da resistência que o indivíduo tem que vencer³⁶. Uma forma comumente utilizada para priorizar a ação do glúteo máximo é realizar a extensão do quadril com o joelho fletido, colocando os isquiossurais em insuficiência ativa, porém isso acarretaria uma diminuição no braço de resistência e, conseqüentemente, uma possível diminuição na ativação deste músculo pela redução da resistência ao movimento. As fibras superiores do glúteo máximo possuem inserção na banda íliotibial e as inferiores na tuberosidade glútea o que o torna um rotador externo do quadril e, portanto, esta ação pode ser combinada com a extensão do quadril para maximizar o recrutamento deste músculo³⁶. Não foram encontrados estudos demonstrando se a flexão do joelho e/ou a ação combinada de extensão com rotação externa de quadril provocam alteração na atividade eletromiográfica do glúteo máximo.

1.1 Objetivos

O objetivo deste estudo foi avaliar, eletromiograficamente, a ativação do músculo glúteo máximo em indivíduos saudáveis durante a execução de quatro modalidades de exercícios terapêuticos. Especificamente, se propôs quantificar a

atividade eletromiográfica do glúteo máximo e investigar o padrão de recrutamento do glúteo máximo, semitendíneo e eretores espinhais durante a execução das quatro modalidades de exercícios terapêuticos:

- Extensão de quadril com extensão de joelho;
- Extensão de quadril com flexão de joelho;
- Extensão de quadril e rotação externa com extensão de joelho; e
- Extensão de quadril e rotação externa com flexão de joelho.

1.2 Hipóteses

H01: Não existem diferenças na quantidade de ativação do músculo glúteo máximo nas quatro modalidades de exercícios.

H02: Não existem diferenças no padrão de recrutamento muscular nas quatro modalidades de exercícios.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Delineamento

Este estudo foi do tipo transversal descritivo e como demonstrado no ANEXO A, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais. (Parecer ETIC 172/04), sendo seguidas as normas recomendadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)³⁷.

2.2 Amostra

O estudo foi realizado com uma amostra de 30 participantes de ambos os sexos, recrutados na comunidade. Para a participação do voluntário no estudo, foram seguidos os seguintes critérios de inclusão:

- ter idade entre 20 e 35 anos;
- não apresentar queixas de dor na coluna lombar e/ou quadril;
- não apresentar qualquer tipo de doença ou limitação física que impedisse a realização dos exercícios;
- não ter se submetido à cirurgias prévias do quadril e/ou coluna lombar;
- não apresentar encurtamento dos flexores do quadril, avaliado pelo teste de Thomas;
- não apresentar alterações congênitas nos membros inferiores;

- apresentar um nível de compreensão suficiente que possibilitasse a realização dos testes;
- não ter episódio recente de entorse de tornozelo grau II ou III³¹; e
- ler e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

(APÊNDICE A)

2.3 Instrumentação

2.3.1 IPAQ

O *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) - versão curta, foi utilizado para avaliar o nível de atividade física para cada indivíduo (ANEXO B). O IPAQ é um instrumento traduzido para o português - Brasil, com coeficientes de validade e reprodutibilidade similares a de outros instrumentos utilizados internacionalmente para medir nível de atividade física, com a vantagem de seu formato curto ser de aplicação prática e rápida^{38,39}. Todas as medidas foram obtidas pelo mesmo investigador devidamente treinado para realizá-las.

2.3.2 Eletromiógrafo

A atividade elétrica muscular foi obtida pelo eletromiógrafo MP150WSW, *Biopac Systems Inc.*[®], *Santa Barbara, Califórnia*. Este aparelho tem capacidade para

freqüências de coleta variadas, capacidade de Rejeição do Modo Comum de $1000M\Omega$ e apresenta o *software Acqknowledge* para utilização na coleta dos dados. Os eletrodos utilizados foram de superfície, ativos, bipolares, TSD 150, com diâmetro de 13,5 mm, com impedância de entrada de $100 M\Omega$. O eletromiógrafo vem sendo utilizado, há vários anos, com o objetivo de registrar a atividade muscular⁴⁰. É um método de avaliação essencial para os profissionais da área de saúde, em particular, o fisioterapeuta, por proporcionar uma informação relevante, quantitativa e qualitativa, da análise da atividade muscular em estudos direcionados à função, ao controle e ao aprendizado de diversas atividades.

2.3.3 Sistema de Análise de Movimento

Para determinar o início do movimento através de variáveis cinemáticas (deslocamento do segmento), foi utilizado o sistema *ProReflex MCU QUALISYS MEDICAL AB, Gothenburg, Suécia*, com freqüência de coleta de 120 Hz, composto de câmeras digitais MCU 120, dotadas de um conjunto de emissores de luz infravermelha que é refletida por marcadores passivos esféricos de 12mm de diâmetro, aderidos a pontos anatômicos específicos. O reflexo dos marcadores é captado pela lente de cada unidade, gerando uma imagem bidimensional das posições dos marcadores, que são registradas em três dimensões após a triangulação das imagens de cada unidade⁴¹. Após a linearização, a calibração foi feita com o Kit de calibração de 200mm do centro do volume de trabalho, por 30 segundos, de acordo com as instruções do manual do fabricante (*ProReflex MCU QUALISYS MEDICAL AB*).

Foram utilizadas três câmeras para captar as imagens de cada exercício para cada participante. O posicionamento das câmeras foi de tal forma que todas elas estivessem captando todos os marcadores durante a execução de todos os movimentos testados⁴¹. Os marcadores foram aderidos à pele nas seguintes marcas anatômicas: crista ilíaca, espinha ilíaca ântero-superior, espinha ilíaca ântero-posterior, trocânter maior, ponto médio lateral da coxa e epicôndilo femoral lateral do membro inferior avaliado. Todos os marcadores eram de 12mm de diâmetro com a exceção do marcador colocado na espinha ilíaca ântero-superior que foi de 5mm para evitar desconforto durante a execução dos exercícios (FIG. 3).

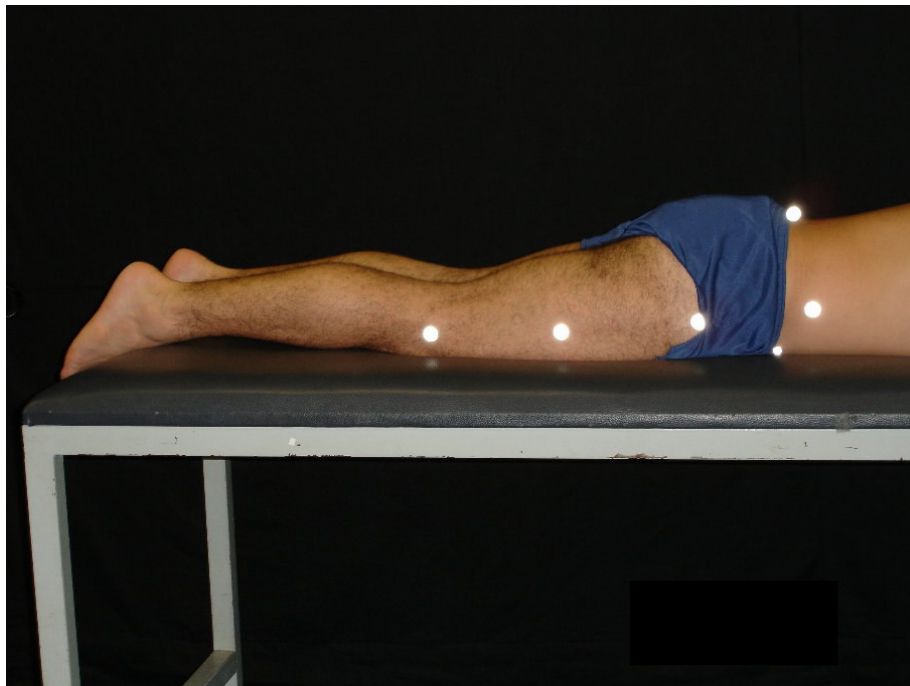


FIGURA 3 – Posicionamento dos marcadores passivos nos indivíduos.

Os dados obtidos pelas unidades de captura foram então enviados ao software de aquisição de dados *Qualisys Track Manager 1.6.0.x – QTM QUALISYS*

MEDICAL AB, Gothenburg, Suécia, onde foram processados, exportados para o MATLAB® e armazenados no computador para processamento e análise. O processamento do sinal adquirido pelo sistema de análise de movimento, utilizou o valor bruto, pois o deslocamento apresentou valores consistentes, ou seja, o ruído apresentado não interferiu na consistência das medidas. O início do movimento foi considerado quando a velocidade angular fosse positiva durante a maior parte do tempo de execução do exercício e quando o valor do deslocamento ultrapassasse um grau e permanecesse crescente. O ângulo articular foi calculado somente no plano sagital, utilizando as coordenadas X e Z. Foram traçadas pares de retas dos segmentos pélvicos e do membro inferior. O prolongamento dessas retas formavam o ângulo da articulação.

2.4 Procedimentos

Inicialmente, os participantes foram esclarecidos sobre o protocolo de investigação proposto e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para participação no estudo, bem como o consentimento do uso de imagem, caso necessário e solicitado (APÊNDICE A). Em seguida foi aplicado o teste de Thomas para a avaliação da flexibilidade dos flexores do quadril. Durante o teste o paciente deve ficar deitado em decúbito dorsal enquanto o examinador verifica se há excesso de lordose. O examinador flexiona um dos lados do quadril do voluntário, trazendo o joelho ao tórax e o voluntário segura o quadril flexionado contra o tórax⁴². Durante essa manobra, a pelve faz uma rotação posterior de 10°, o que vale a 10° de extensão da articulação do quadril⁴³. Se o encurtamento estiver presente, o membro inferior

estendido eleva-se do contato com a mesa e o ângulo de encurtamento pode ser medido⁴².

Em seguida, foram coletados dados demográficos e antropométricos e demais informações relevantes de todos os participantes, através de uma entrevista individual (APÊNDICE B). Após esta entrevista, os voluntários responderam ao IPAQ.

Para a coleta dos dados eletromiográficos, os voluntários foram instruídos a se posicionarem em decúbito ventral para a colocação dos eletrodos e marcadores passivos. Uma lâmpada foi colocada em frente ao voluntário e este foi instruído a iniciar o movimento quando a luz fosse acesa.

O grau de ativação do músculo glúteo máximo e o padrão de recrutamento dos músculos glúteo máximo, eretores espinhais e semitendíneo foram analisados durante quatro modalidades exercícios em decúbito ventral utilizados na prática fisioterapêutica (FIG. 4). São eles:

- extensão do quadril com o joelho estendido (EQ-EJ);
- extensão do quadril com o joelho fletido (EQ-FJ);
- extensão associada à rotação externa de quadril com o joelho estendido (EQ+RE-EJ); e
- extensão associada à rotação externa do quadril com o joelho fletido (EQ+RE-FJ).

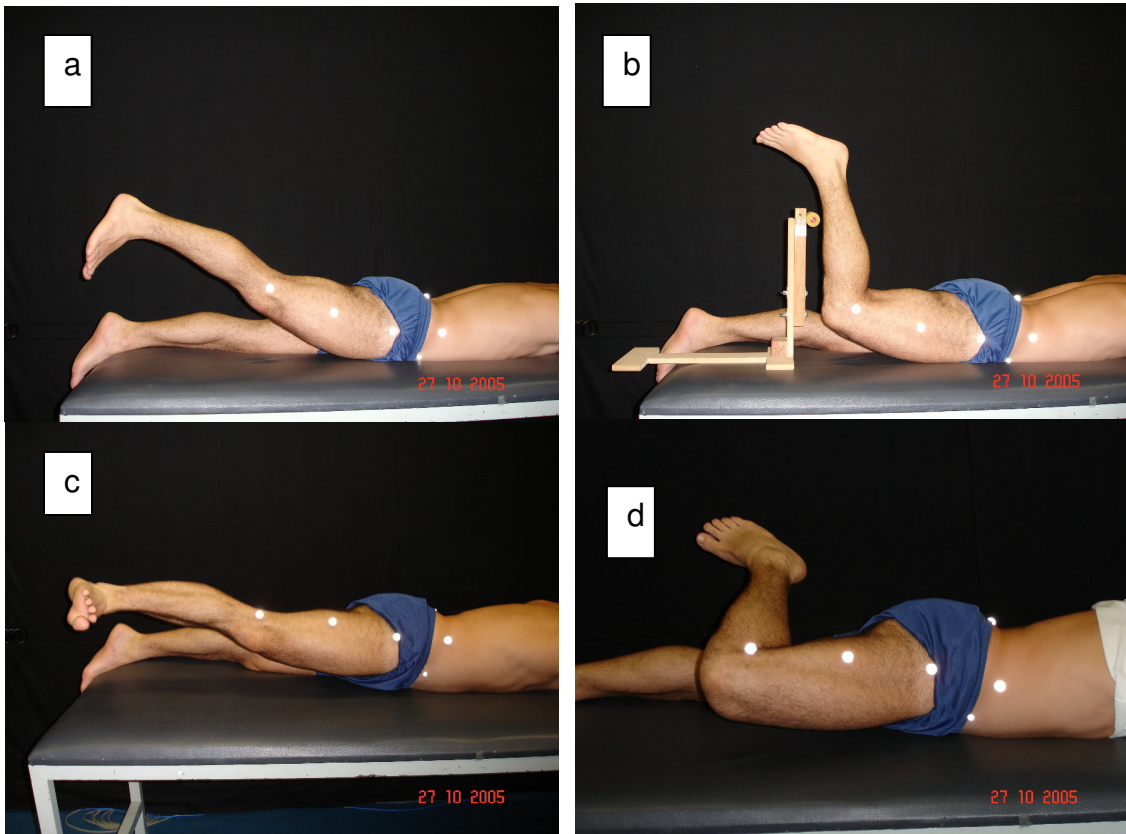


FIGURA 4 – Exercícios analisados:

- a)- extensão do quadril em prono com o joelho estendido b)- extensão do quadril em prono com o joelho fletido c)- extensão associada a rotação externa do quadril com o joelho estendido d)- extensão associada a rotação externa do quadril como o joelho fletido.

Como demonstrado na FIG. 4-b, durante o posicionamento dos participantes para o exercício EQ-FJ, foi utilizado um anteparo de madeira com encosto de espuma para garantir o relaxamento do semitendíneo no momento em que a luz se acendesse, mantendo ao mesmo tempo o joelho flexionado. A ordem de execução de todos os exercícios foi aleatória, sendo que um sorteio para cada exercício foi realizado individualmente.

2.4.1 Registro Eletromiográfico

A validade e precisão da avaliação eletromiográfica estão relacionadas ao processo de detecção dos sinais⁴⁰. Para isso, deve-se observar, principalmente, a preparação da pele, para diminuir a impedância e a colocação e dimensão dos eletrodos⁴⁰. Além disso, deve-se adotar condutas adequadas de normalização e quantificação dos sinais, descritos na literatura de diferentes formas, para que possa servir como parâmetro de comparação da intensidade dos sinais registrados^{40,41,44}.

Antes da colocação dos eletrodos, para diminuir a impedância da pele nos respectivos pontos de melhor captação da atividade muscular, foi feita a limpeza da superfície cutânea, utilizando-se álcool, que foi friccionado à pele com algodão estéril⁴⁰. Quando necessário, foi realizado tricotomia com material descartável. O posicionamento dos eletrodos seguiu recomendações de Cram *et al.* (1998)⁴⁰ e Rainoldi *et al.* (2004)⁴⁵, correspondendo ao ponto de melhor captação do sinal. Para o glúteo máximo, foram utilizados um par de eletrodos ativos paralelos às fibras musculares (relação origem-inserção) na região dorsal, aproximadamente na metade da distância entre o trocânter maior e a vértebra sacral^{40,45}. Para o semitendíneo, um par de eletrodos foram colocados na parte medial da coxa, aproximadamente 3cm da borda lateral da coxa e metade da distância da prega glútea a parte posterior do joelho. Para os eretores lombares, dois pares de eletrodos ativos foram colocados paralelos à coluna lombar, um de cada lado, aproximadamente 2cm da coluna sobre a massa muscular, no nível da vértebra L3 (FIG.5). O eletrodo de referência foi colocado sobre a proeminência óssea do maléolo lateral.

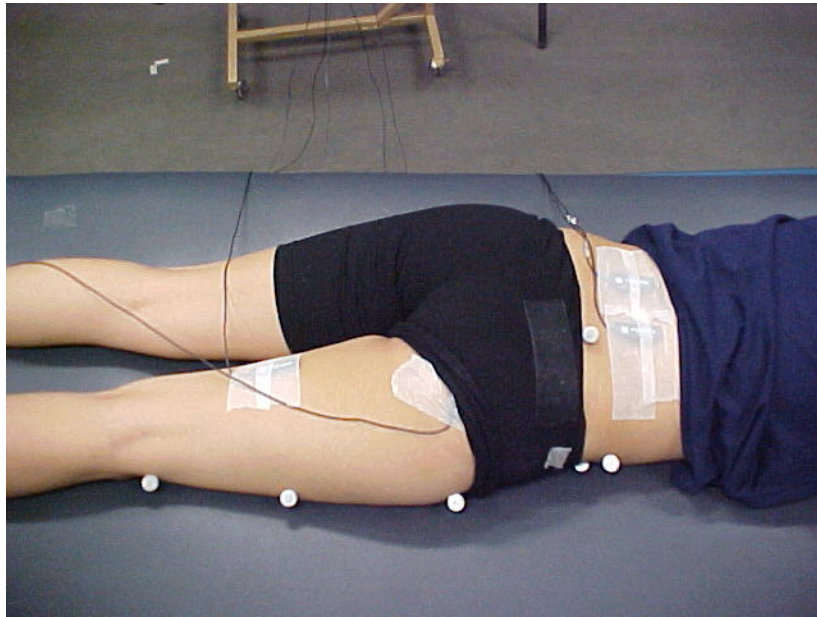


FIGURA 5 – Posicionamento dos eletrodos ativos

A verificação da qualidade de captação do sinal foi realizada para cada músculo, utilizando-se da contração muscular isométrica resistida manualmente, durante os movimentos investigados, mantendo-se a contração durante cinco segundos. A medida da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) do músculo glúteo máximo e semitendíneo foi realizada para fins de normalização dos sinais eletromiográficos. Todos os procedimentos para o registro eletromiográfico seguiram as recomendações da *International Society of Electromyography and Kinesiology*⁴⁴. Foi solicitado para cada participante que realizasse três repetições da CIVM para cada músculo com intervalo de dois minutos entre cada contração. As medidas foram realizadas para o glúteo máximo na amplitude máxima de extensão de quadril e para o semitendíneo com flexão de joelho de 90°. Segundo Worrell *et al.* (2001)⁴⁶, a contração

muscular utilizada para a normalização dos dados deve ser realizada em uma angulação mais próxima possível da atividade de interesse. Durante as medidas foi dado estímulo verbal aos participantes para que uma máxima ativação muscular fosse atingida. Após este procedimento foi permitido um intervalo de descanso de 20 minutos. Em seguida, o participante foi orientado a assumir a posição de decúbito ventral para a colocação dos marcadores e familiarização com os exercícios. Foram obtidos três registros para cada modalidade de exercício, com um intervalo de descanso de dois minutos entre eles e a média dos três registros para cada exercício foi utilizada para análise. Os dados coletados foram gravados e armazenados em um computador acoplado ao equipamento para posterior processamento e análise.

A medida da *root mean square* (RMS) de cada CIVM para cada músculo analisado foi utilizada como referência para normalização dos dados. O início do movimento foi detectado através da mudança no deslocamento angular do segmento rígido, obtido pelo sistema de análise de movimento. Para sincronizar as coletas do eletromiógrafo e sistema de análise de movimento, foi desenvolvido um “trigger”, o qual o investigador o acionava quando existia silêncio eletromiográfico dos músculos.

2.5 Processamento do Sinal Eletromiográfico

Os sinais eletromiográficos obtidos foram retificados e filtrados, utilizando-se um filtro passa baixa de 500Hz e um passa alta de 10Hz, com uma frequência de coleta de 1000Hz. A intensidade do sinal da atividade eletromiográfica (mV) foi normalizada pela atividade obtida no protocolo de teste da CVIM⁴⁷. Este método apresenta uma

medida de alta confiabilidade para determinar diferenças na amplitude de ativação muscular, quando comparada a outros métodos de normalização^{48,49}. O padrão de ativação muscular foi descrito após a determinação do início da atividade eletromiográfica de cada músculo estudado. O início da atividade eletromiográfica foi considerado quando o valor ultrapassou dois desvios padrão do valor da média observada da linha de base (silêncio eletromiográfico)⁵⁰ por um período de 50 ms⁵¹. O início do movimento foi calculado por um programa específico no MATLAB® e foi considerado quando a velocidade angular fosse positiva durante a maior parte do tempo de execução do exercício e quando o valor do deslocamento ultrapassasse um grau e permanecesse crescente. A quantificação da atividade do músculo glúteo máximo durante a execução dos exercícios foi também calculada por um programa específico no MATLAB® que utilizou de dois métodos: a porcentagem da CIVM e a ativação muscular descrita por Knutson *et al.* (1994)⁴⁷ onde o tempo de realização do exercício foi normalizado a 100% e a média de cada intervalo de 5% foi calculada.

2.6 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada através do *software* SPSS para *Windows* (Versão 13.0, SPSS Inc.®, Chicago, Illinois). Estatística descritiva e testes de normalidade (Shapiro-Wilk) foram calculados para todas as variáveis investigadas. ANOVA medidas repetidas com contrastes pré-planejados foi utilizada para investigar diferenças na quantidade de ativação e no padrão de recrutamento muscular nas quatro modalidades de exercícios. O nível de significância estabelecido foi de $\alpha < 0,05$.

3. RESULTADOS

3.1 Caracterização da Amostra

Participaram deste estudo 31 voluntários sadios, sendo 16 homens (51,6%) e 15 mulheres (48,4%). Foi avaliado somente o membro inferior dominante dos indivíduos, que foram 26 do lado direito (83,9%) e cinco do lado esquerdo (16,1%). A TAB. 1 apresenta os dados descritivos das características demográficas e antropométricas dos participantes.

TABELA 1
Características demográficas e antropométricas da amostra (n=31)

Variável	Média ± desvio-padrão	Variação
Idade (anos)	24,5 ± 3,47	20 - 35
Massa Corporal (Kg)	66,89 ± 11,89	46 - 90,7
Estatuta (m)	1,70 ± 0,09	1,50 - 1,84
IMC (Kg/m ²)	22,95 ± 3,01	17,09 – 30,30

O nível de atividade física, classificado pelo IPAQ, demonstrou que do total da amostra, três eram sedentários, 13 insuficientemente ativos, 14 ativos e somente um foi considerado muito ativo (GRAF.1).

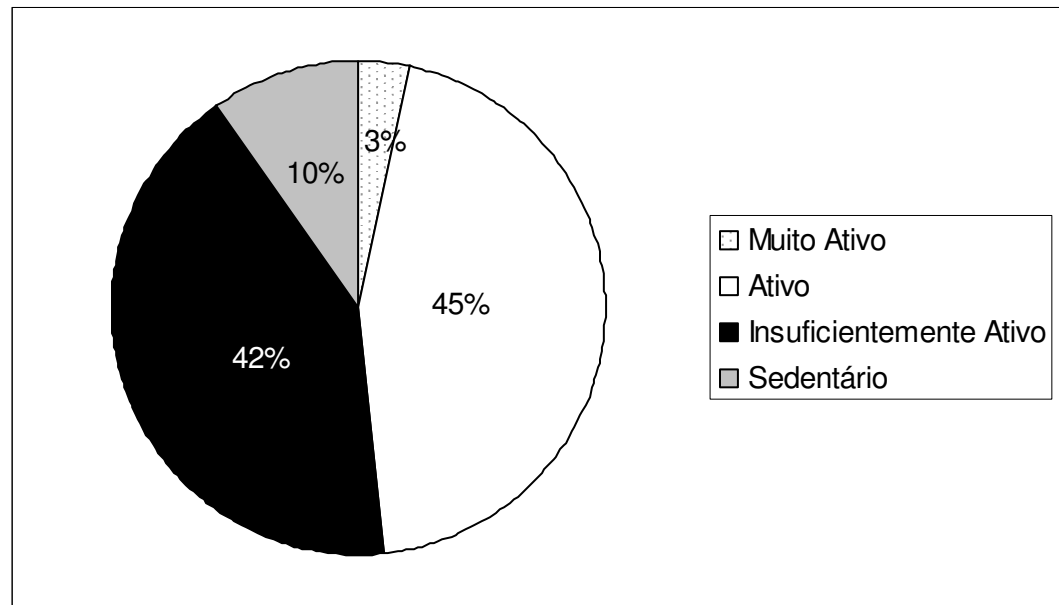


GRÁFICO 1 – Nível de atividade física baseado na classificação do IPAQ.

3.2 Medidas Avaliadas

Análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas com contrastes pré-planejados foram utilizadas para investigar diferenças entre os quatro exercícios terapêuticos investigados para as seguintes variáveis: padrão de ativação muscular, avaliado pela latência (ms) dos músculos eretores espinhais ipsilaterais e contralaterais, semitendíneo e glúteo máximo (ms), amplitude do ciclo de movimento correspondente ao pico de ativação do glúteo máximo (graus e porcentagem do ciclo de movimento) e atividade elétrica do glúteo máximo (mv).

3.2.1 Padrão de Ativação Muscular

Para os exercícios EQ-EJ, EQ+RE-EJ e EQ-RE+FJ, a seqüência de ativação muscular foi iniciada pelo semitendíneo, seguida pelos eretores espinhais contralaterais, eretores espinhais ipsilaterais e finalizada pelo músculo glúteo máximo (FIG. 6).

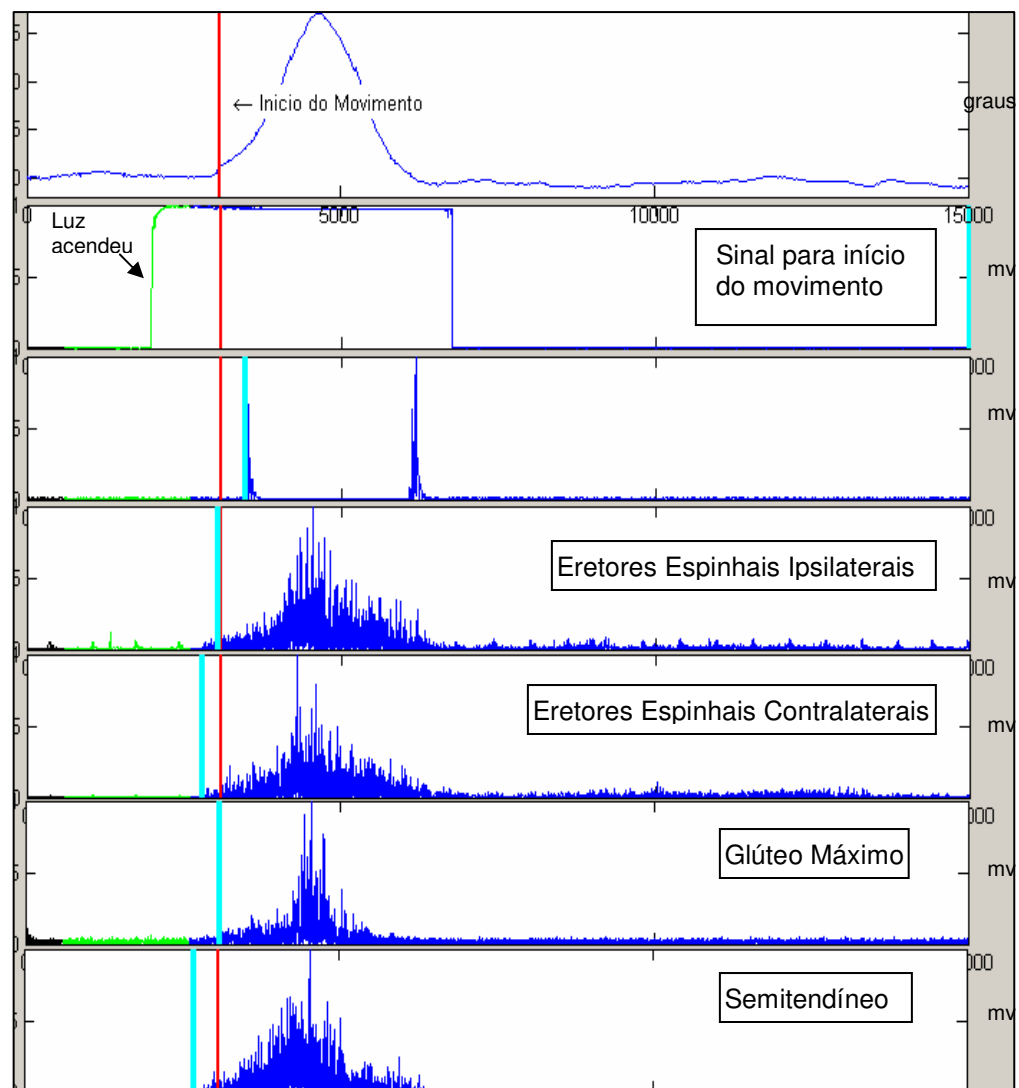


FIGURA 6 – Registo eletromiográfico demonstrando o padrão de ativação muscular para o exercício EQ-EJ. A linha vermelha representa o início do movimento e a azul o início da atividade elétrica dos músculos.

Conforme ilustrado no GRAF. 2, somente o exercício EQ-FJ demonstrou uma seqüência de ativação um pouco diferente, iniciada pelo semitendíneo, seguida pelos eretores espinhais ipsilaterais, eretores espinhais contralaterais e finalizada pelo glúteo máximo.

Foram excluídas as coletas de cinco indivíduos para a análise da latência nos exercícios de EQ-EJ e EQ+RE-FJ, quatro indivíduos para o exercício de EQ-FJ e seis indivíduos para EQ+RE-EJ por problemas técnicos com o MATLAB[®] como erro na leitura dos dados fornecidos pelo sistema de análise de movimento, impedindo a localização exata do início do movimento.

3.2.1.1 Extensão de Quadril com Extensão de Joelho

Para o exercício EQ-EJ foi detectada diferença significativa na latência inicial do semitendíneo em relação aos eretores espinhais contralaterais ($p=0,006$; poder=0,83), eretores espinhais ipsilaterais ($p=0,001$; poder=0,97) e glúteo máximo ($p=0,0001$; poder=1,0), indicando que neste exercício o movimento foi iniciado pelo semitendíneo em 61,5% dos casos.

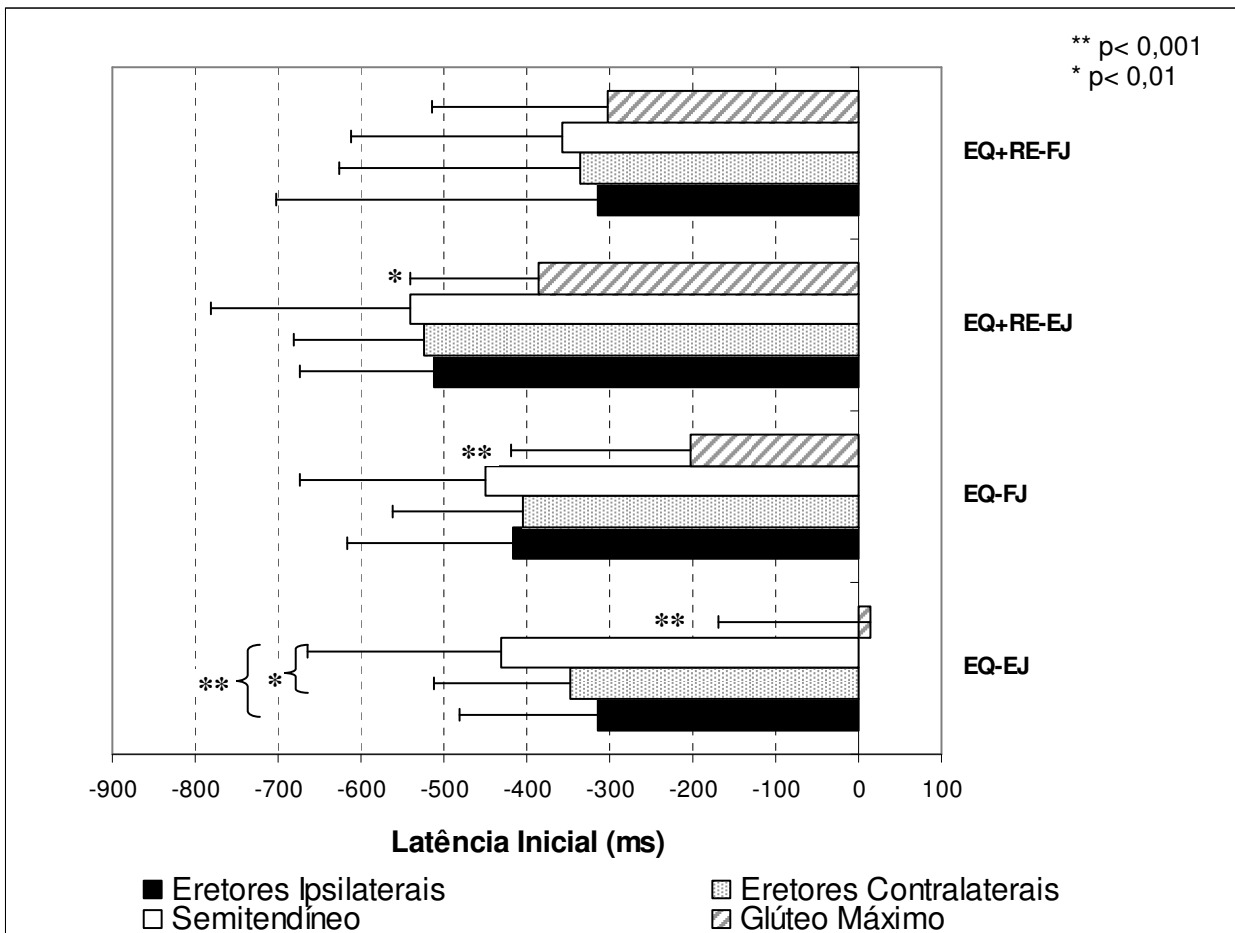


GRÁFICO 2 – Padrão de ativação muscular para os quatro exercícios investigados.
 **p<0,001 e *p<0,05

Foi observada uma diferença significativa entre o tempo de latência do glúteo máximo em relação aos eretores espinhais ipsilaterais ($p=0,0001$; poder=0,99), eretores espinhais contralaterais ($p=0,0001$; poder=0,99) e semitendíneo ($p=0,0001$; poder=1,0), demonstrando que em 80,8% dos casos, o glúteo máximo foi o último músculo a ser ativado e em 50% deles, ele foi ativado após o início do movimento (TAB.2).

TABELA 2
 Latência muscular (ms) no exercício EQ-EJ (n=26)

EQ-EJ			
Eretores Ipsilaterais	Eretores Contralaterais	Semitendíneo	Glúteo Máximo
-208,7	-280,3	-259,7	138,3
-217,0	-234,3	-236,0	-154,7
-517,3	-462,7	-537,3	-506,7
-412,0	-411,7	-444,7	370,3
-271,0	-377,3	-209,7	15,0
-446,3	-480,3	-475,7	-431,3
-319,3	-357,7	-434,7	211,3
-703,3	-461,0	-781,3	-7,0
-533,3	-397,7	-460,7	-453,7
-339,0	-412,0	-563,5	138,0
-358,3	-418,0	-389,3	-159,3
-424,7	-440,3	-433,0	-291,7
-395,0	-554,0	-571,0	-153,0
-358,7	-381,7	-414,3	-113,0
-42,0	-39,3	-241,3	279,0
-221,7	-850,7	-867,0	-575,3
-442,0	-442,3	-409,0	-332,7
-406,3	-541,0	-530,7	711,5
-370,7	12,3	-456,0	-463,0
4,7	185,7	-204,0	491,7
-127,7	-166,0	-238,7	-179,0
-257,7	-358,7	-355,7	115,7
-232,0	-232,0	-428,0	6,0
0,0	-262,7	-385,0	188,3
-148,3	-292,7	-341,0	870,7
-411,0	-379,3	-540,0	639,0
Média	-313,8	-347,5	-431,0
Desvio padrão	168,1	199,6	160,8
			388,0

Em cinza, o movimento foi iniciado pelo Semitendíneo.

3.2.1.2 Extensão de Quadril com Flexão de Joelho

O exercício de EQ-FJ apresentou uma grande variabilidade na ativação muscular já que o movimento foi iniciado em 37% dos casos ou pelo semitendíneo ou pelos eretores ipsilaterais e em 22% pelos eretores contralaterais. Em 77,8% dos

casos, o glúteo máximo foi o último músculo a ser ativado sendo que em somente 22,2% destes a ativação ocorreu após o início do movimento (TAB. 3). Foi observada diferença significativa no tempo de latência do glúteo máximo em relação aos eretores espinhais ipsilaterais ($p=0,0001$; poder=0,94), eretores espinhais contralaterais ($p=0,0001$; poder=0,96) e semitendíneo ($p=0,0001$; poder=1,0), indicando que na média, o glúteo máximo foi o último músculo a ser ativado para esse movimento.

TABELA 3
Latência muscular (ms) no exercício EQ-FJ (n=27)

EQ-FJ			
Eretores Ipsilaterais	Eretores Contralaterais	Semitendíneo	Glúteo Máximo
-387,3	-442,0	-501,3	-96,7
-854,0	-845,0	-853,3	-803,3
-619,0	-567,3	-617,7	-556,7
-375,7	-296,0	-322,3	-65,3
-74,0	-226,3	-228,0	160,3
-258,0	-328,7	-549,7	-472,7
-444,0	-343,0	-451,0	-220,0
-300,3	-416,7	-391,0	-57,3
-357,3	-307,0	-330,0	-196,3
-381,0	-237,0	-466,0	538,0
-429,3	-439,3	-415,7	-313,0
-493,0	-507,5	-395,0	-376,0
-379,5	-583,0	-558,0	-76,5
-484,0	-473,7	-484,7	-445,3
-183,0	-179,3	-263,7	-43,3
-372,7	-678,7	-835,0	-672,0
-472,0	-384,5	-449,0	-429,5
-506,3	-401,7	-265,0	198,0
-381,0	-455,3	-496,3	-463,0
-294,7	-208,7	-302,3	-217,7
-564,3	-561,3	-561,0	-464,3
-163,3	-319,3	-301,3	43,3
-469,5	-456,0	-441,0	-94,0
-284,7	-291,7	-251,0	-16,7
-548,0	-454,0	-474,0	12,0
-710,3	-369,7	-405,7	124,7
-490,3	-126,0	-516,7	-447,3
Média	-417,7	-403,7	-449,1
Desvio padrão	164,9	158,9	155,2
			289,8

Em cinza, o movimento finalizado pelo glúteo máximo

3.2.1.3 *Extensão de quadril e rotação externa com extensão de joelho*

No exercício EQ+RE-EJ, o movimento foi iniciado pelo semitendíneo em 28% dos casos (TAB. 4). Este exercício também apresentou uma grande variabilidade na ativação muscular já que em 32% dos casos o movimento foi iniciado pelos eretores espinhais contralaterais, em 24% pelos eretores espinhais ipsilaterais e em 16% pelo glúteo máximo. Em 56% dos casos o glúteo máximo foi o último músculo a ser ativado sendo que em somente 8% destes, a ativação ocorreu após o início do movimento. Houve uma diferença significativa no tempo de latência do glúteo máximo em relação aos eretores espinhais ipsilaterais ($p=0,009$; poder=0,78), eretores espinhais contralaterais ($p=0,002$; poder=0,91) e semitendíneo ($p=0,002$; poder=0,92), indicando que neste exercício, ao ser considerado a média das latências, o glúteo máximo também foi o último músculo ativado.

TABELA 4
Latência muscular para o exercício EQ+RE-EJ (n=25)

EQ+RE-EJ			
Eretores Ipsilaterais	Eretores Contralaterais	Semitendíneo	Glúteo Máximo
-380,3	-433,3	-448,7	-121,0
-688,0	-674,0	-638,3	-681,0
-331,7	-208,0	-293,0	-311,3
-623,3	-541,7	-730,0	-417,3
-458,0	-726,3	-570,0	-572,7
-293,0	-415,0	-162,0	-360,3
-981,0	-968,0	-880,0	-487,0
-191,3	-240,7	-238,3	216,3
-893,0	-565,7	-961,0	-401,7
-645,0	-501,0	-502,0	-735,0
-385,0	-407,7	-404,0	-232,0
-354,7	-365,7	-344,7	-105,3
-518,7	-589,0	-714,7	-332,0
-584,3	-613,0	-464,0	-409,0
-102,0	-80,5	90,5	128,0
-308,3	-589,3	-569,3	-568,7
-791,5	-564,0	-827,0	-588,5
-940,0	-1023,0	-835,0	-487,5
-491,7	-634,7	-587,0	-717,0
-184,0	-177,0	-261,0	-25,3
-430,7	-632,3	-667,7	-679,7
-504,3	-568,3	-525,7	-284,3
-693,0	-759,7	-720,0	-419,0
-420,3	-307,7	-514,3	-426,7
-611,0	-537,0	-618,3	-630,0
Média	-512,2	-524,9	-385,9
Desvio padrão	233,9	225,0	253,9

Em cinza, movimento finalizado pelo glúteo máximo.

3.2.1.4 Extensão de Quadril e Rotação Externa com Flexão de Joelho

No exercício de EQ+RE-FJ, o movimento foi iniciado pelo semitendíneo em 38,5% dos casos, em 23% foi iniciado pelos eretores espinhais contralaterais, em 11,5% pelos eretores espinhais ipsilaterais e em 27% pelo glúteo máximo (TAB. 5).

Não foi detectada diferença estatisticamente significativa na latência inicial quando comparado os quatro músculos investigados, demonstrando que durante esse exercício, os quatro músculos apresentaram latências similares.

TABELA 5
Latência muscular (ms) no exercício EQ+RE-FJ (n=26)

EQ+RE+FJ			
Eretores Ipsilaterais	Eretores Contralaterais	Semitendíneo	Glúteo Máximo
-455,7	-343,0	-453,3	-174,7
-145,3	-237,7	-320,0	-334,0
-778,7	-764,3	-614,0	-561,0
-97,3	-47,7	-216,5	-169,0
-335,3	-663,7	-695,3	-381,0
-131,0	-145,0	-370,3	-178,3
-356,3	-401,3	13,7	-481,7
-278,3	-140,0	-448,3	-305,3
-423,0	-326,7	-408,0	-252,0
-525,3	-753,3	-748,7	-698,0
-466,0	-525,0	-463,0	-373,7
-318,3	-294,7	-500,3	-212,0
-332,0	-352,7	-337,7	-222,3
-14,0	-5,0	-24,0	-97,0
-192,0	-352,5	-348,5	-395,0
-128,0	19,3	-210,7	-187,7
-376,0	-424,0	-461,7	-154,7
-323,7	-414,3	-390,7	-425,3
-199,0	-54,7	-247,7	-170,7
-131,7	-253,0	-284,7	-240,0
-44,5	-167,0	146,0	-133,0
-360,7	-501,3	-384,3	-465,3
-292,0	-490,0	-456,7	-518,3
-533,5	-598,5	-81,5	-282,5
-606,3	-157,7	-651,7	-104,3
-324,0	-329,0	-349,0	-330,3
Média	-314,2	-335,5	-358,0
Desvio padrão	181,9	218,3	154,8

Quando a latência do músculo glúteo máximo foi analisada separadamente entre cada exercício pôde-se perceber que houve diferença significativa desta variável no exercício EQ-EJ quando comparado com os exercícios EQ-FJ ($p=0,0001$;

poder=0.99), EQ+RE-EJ ($p=0,0001$; poder=0.98) e EQ+RE-FJ ($p=0,001$; poder=0.96), (GRAF. 3), indicando que o glúteo máximo foi ativado primeiro no exercício EQ+RE-EJ, seguido pelo exercício EQ+RE-FJ, EQ-FJ e por último no exercício EQ-EJ.

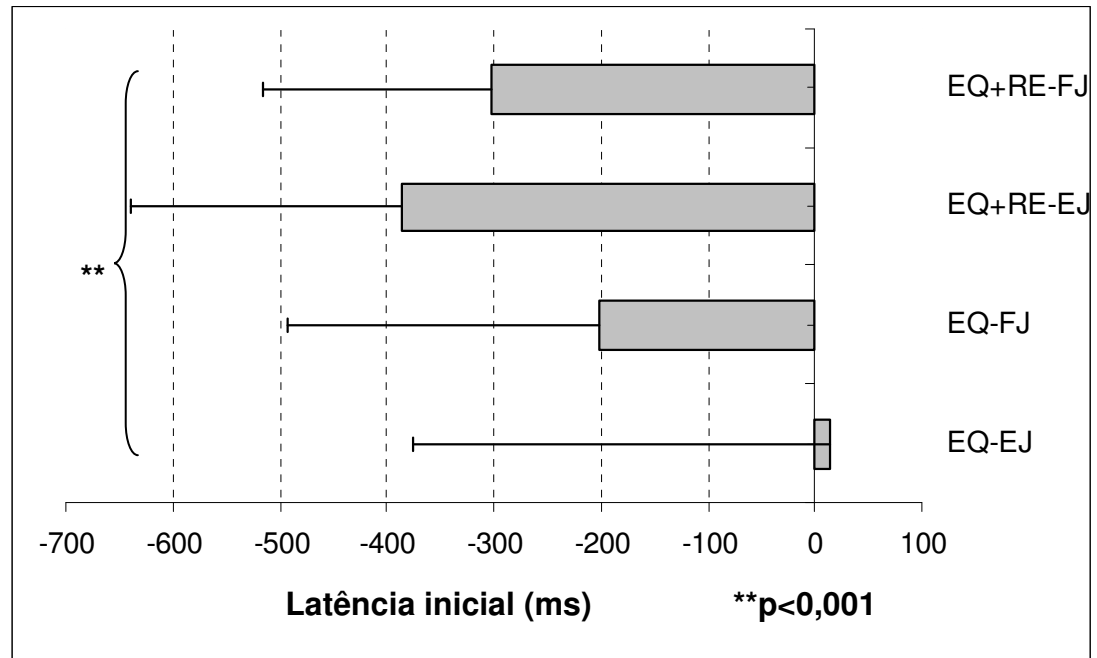


GRÁFICO 3 – Latência muscular do glúteo máximo nos quatro exercícios investigados.

3.2.2 Amplitude e Porcentagem do Ciclo do Movimento Correspondentes ao Pico de Ativação do Glúteo Máximo

Os GRAF. 4 e 5 apresentam a amplitude de movimento (ADM), em graus, e a porcentagem do ciclo do movimento (%) correspondentes ao pico de ativação do glúteo máximo para cada modalidade de exercício. Foi encontrada uma média de $17 \pm 4,2^\circ$ ocorrendo a $91,3 \pm 6,3\%$ do ciclo do movimento para o exercício EQ-EJ. Para o exercício de EQ-FJ a ADM correspondente ao pico ocorreu a $15,8 \pm 4,8^\circ$ correspondendo

a $83,2 \pm 18,3\%$ do ciclo do movimento. No exercício EQ+RE-EJ o pico de ativação ocorreu a $12,4 \pm 4,9^{\circ}$, $83,8 \pm 12,6\%$ do ciclo do movimento. No exercício EQ+RE-FJ o pico ocorreu em $12,1 \pm 5,7^{\circ}$, $78,2 \pm 17\%$ do ciclo do movimento.

Como demonstrado no GRAF. 4., foi observado que quando somente a ADM foi considerada existiu uma diferença significativa na ADM correspondente ao pico de ativação para o exercício EQ-FJ quando comparado aos exercícios que utilizaram a rotação externa de quadril ($p=0,002$; poder=0.90), mostrando que ao rodar externamente o quadril, o pico de ativação ocorreu em uma ADM menor. Como demonstrado no GRAF. 5, houve diferença significativa no pico de ativação do glúteo máximo com relação à porcentagem do ciclo do movimento, ao comparar o exercício de EQ-EJ ao exercício EQ-FJ ($p=0,027$; poder=0,61) e ao comparar o exercício EQ+RE-EJ ao exercício EQ+RE-FJ ($p=0,013$; poder=0,68), mostrando que ao fletir o joelho o pico de ativação muscular do glúteo máximo ocorre mais precocemente durante o ciclo do movimento.

Foi também observada diferença no pico de ativação do exercício de EQ-EJ quando comparado à EQ+RE-EJ em relação à ADM ($p=0,0001$; poder=0.99) e porcentagem do ciclo do movimento ($p=0,013$; poder=0,73) e ao exercício EQ+RE-FJ para ADM ($p=0,0001$; poder=0.99) e porcentagem do ciclo ($p=0,0001$; poder=0.97), mostrando que no exercício EQ-EJ o pico de ativação do glúteo máximo ocorre no final do movimento (GRAF. 5).

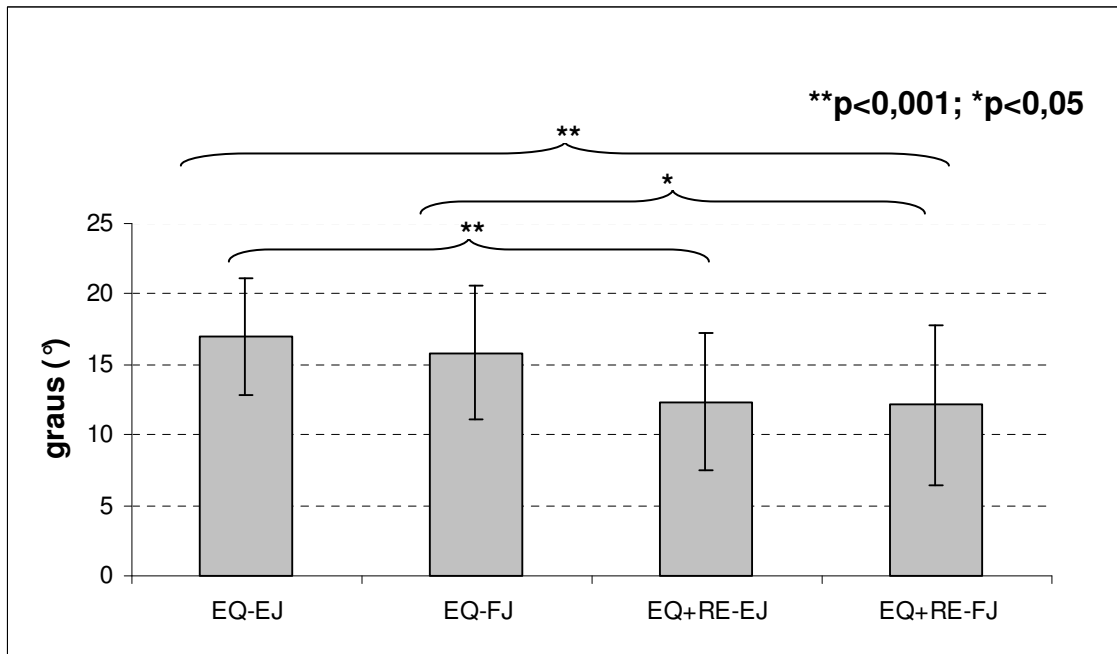


GRÁFICO 4 – ADM correspondente ao pico de ativação do músculo glúteo máximo para os quatro exercícios investigados.

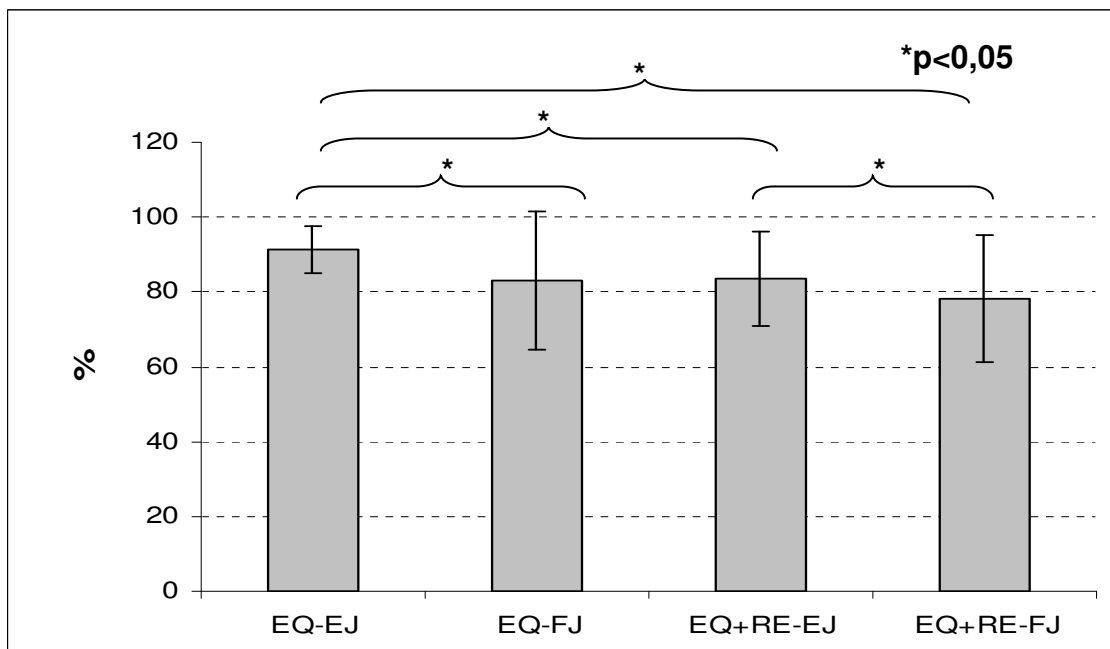


GRÁFICO 5 – Porcentagem do ciclo de movimento correspondente ao pico de ativação do glúteo máximo para os quatro exercícios.

3.2.3 Quantificação da Atividade EMG do Glúteo Máximo

Nesta análise foram excluídos três indivíduos para o exercício EQ-EJ, dois indivíduos para o exercício EQ-FJ e um indivíduo para o exercício EQ+RE-EJ devido a problemas na leitura dos dados pelo MATLAB. Como ilustrado no GRAF. 6, o músculo glúteo máximo apresentou maior atividade elétrica em relação a sua CIVM no exercício EQ-FJ ($23,1 \pm 21,2\%$), seguido por EQ+RE-EJ ($22,5 \pm 10,3\%$), EQ+RE-FJ ($21,2 \pm 11,9\%$) e, por último, EQ-EJ ($12,66 \pm 8,57$). A diferença na ativação em relação à CIVM foi significativa somente para o exercício de EQ-EJ quando comparado aos demais exercícios: EQ-FJ ($p=0,04$; poder=0,54), EQ+RE-EJ ($p=0,0001$; poder=0,99) e EQ+RE-FJ ($p=0,013$; poder=0,72), demonstrando que o exercício EQ-EJ foi o que menos ativou o glúteo máximo.

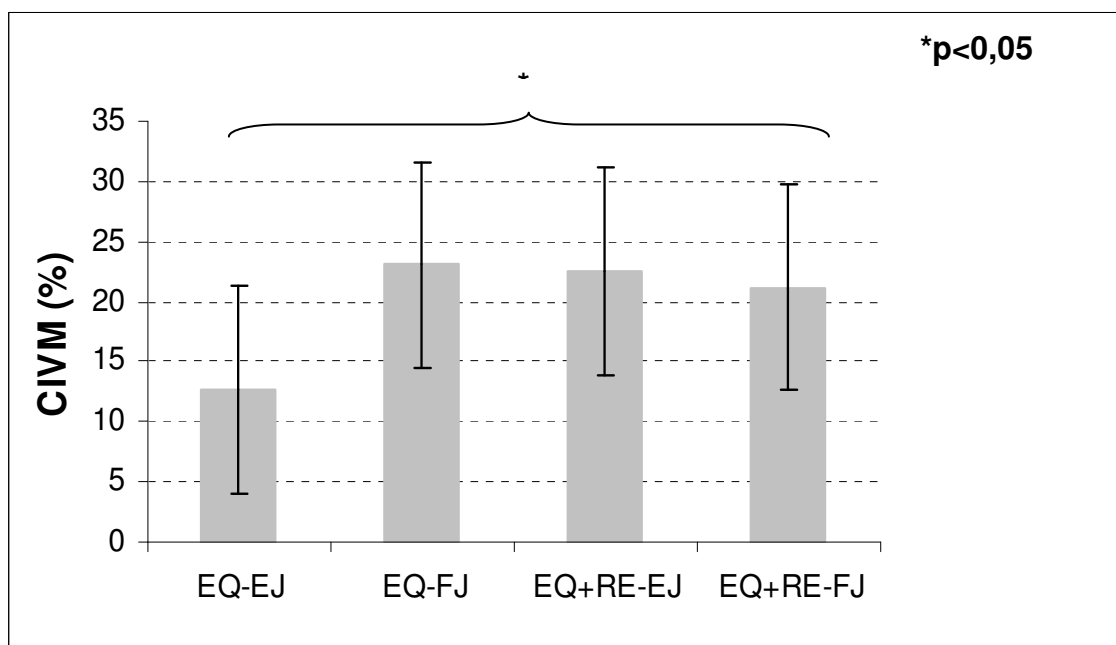


GRÁFICO 6 – Ativação do glúteo máximo em relação a sua CIVM

Ao analisar a quantidade de ativação do glúteo máximo pelo método descrito por Knutson *et al.* (1994)⁴⁷, foi observado o mesmo resultado encontrado com relação a porcentagem da sua CIVM (GRAF. 7). O músculo glúteo máximo apresentou maior atividade no exercício de EQ-FJ ($4,7 \pm 4,3$), seguido pelos exercícios de EQ+RE-EJ ($4,5 \pm 2,1$), EQ+RE-FJ ($4,3 \pm 2,4$) e, por último, EQ-EJ ($2,6 \pm 1,7$). A diferença na ativação foi significativa somente para o exercício de EQ-EJ, quando comparado com os demais: EQ-FJ ($p=0,0001$; poder=0.98), EQ+RE-EJ ($p=0,034$; poder=0.58) e EQ+RE-FJ ($p=0,014$; poder=0,71), indicando também que o exercício EQ-EJ foi o que menos ativou o glúteo máximo.

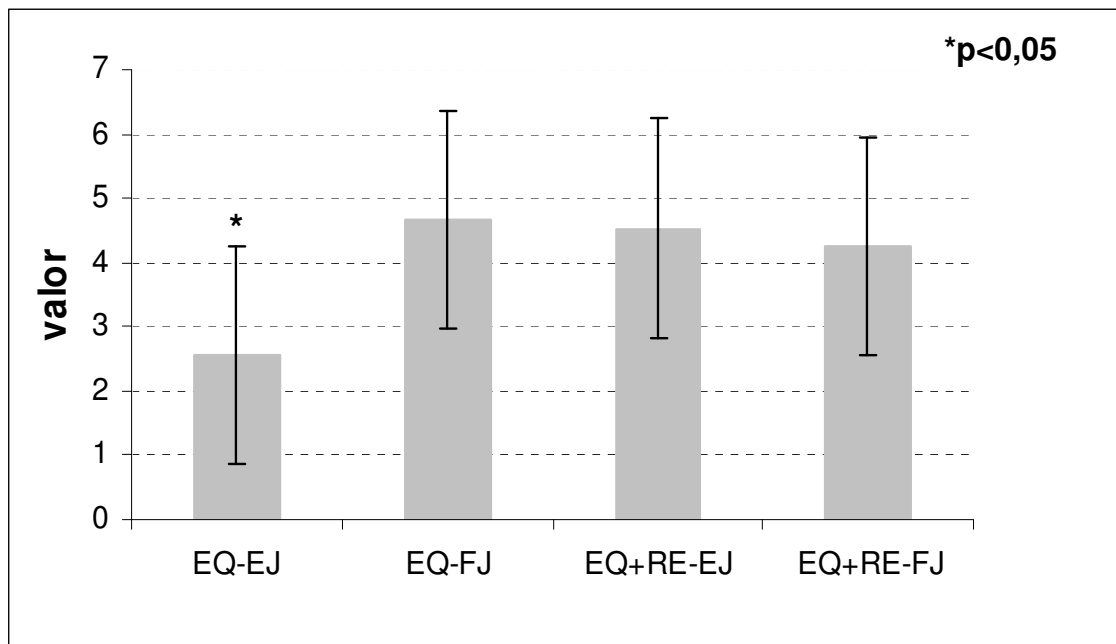


GRÁFICO 7 – Ativação do músculo glúteo máximo em cada exercício.

3.2.3.1 Interação entre a quantificação da atividade EMG com sexo e nível de atividade física

Não foram detectados efeitos de interação entre a atividade elétrica do glúteo máximo com sexo ($F=1,39-2,34$; $p=0,10-0,27$) e nível de atividade física ($F=0,37-1,47$; $p=0,25-0,78$) para os quatro exercícios investigados, indicando que estas variáveis não influenciaram a quantidade da atividade do glúteo máximo.

4.0 DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que a ordem de recrutamento muscular foi a mesma para os exercícios EQ-EJ, EQ+RE-EJ e EQ+RE-FJ, iniciando pelo semitendíneo, seguido pelos eretores espinhais contralaterais, eretores espinhais ipsilaterais e finalizando pelo glúteo máximo. Para o exercício EQ-FJ, a seqüência de ativação iniciou pelo semitendíneo, seguido pelos eretores ipsilaterais, eretores contralaterais e glúteo máximo. Os exercícios EQ-FJ, EQ+RE-EJ e EQ+RE-FJ apresentaram uma ativação similar do glúteo máximo, não demonstrando diferença estatisticamente significativa entre eles o que faz de qualquer um deles uma opção eficaz para o trabalho deste músculo.

O glúteo máximo é um músculo importante de ser trabalhado devido a estabilidade que este confere à articulação sacroilíaca, causando uma transferência efetiva de forças através da pelve^{6,8,14,21}. Porém, a efetividade do treinamento neuromuscular através de exercícios tem sido baseada em percepções subjetivas^{52,53}. Apesar de vários estudos demonstrarem uma alteração no padrão de recrutamento muscular em várias atividades em indivíduos com dor lombar^{7,24,32}, não existe um consenso sobre qual é a melhor modalidade de exercício para trabalhar especificamente o glúteo máximo. Para tanto, o conhecimento do padrão e intensidade de ativação muscular nos exercícios prescritos é essencial para uma abordagem mais efetiva.

O padrão de recrutamento muscular, determinado pelo início da atividade eletromiográfica de cada músculo investigado, se apresentou consistente, apesar da variabilidade individual, nas quatro modalidades de exercícios terapêuticos.

No exercício EQ-EJ, a ordem de recrutamento foi iniciada pelo semitendíneo, seguido pelos eretores espinhais contralaterais, eretores espinhais ipsilaterais e finalizada pelo glúteo máximo. O semitendíneo foi o primeiro músculo ativado, sendo observada uma ativação quase simultânea dos eretores ipsilaterais e contralaterais, com uma diferença apenas de 34 ms que não foi significativa. Bullock-Saxton *et al.* (1994)³¹ também encontraram como um dado consistente, o início deste mesmo movimento usualmente dado pelos isquiossurais. Entretanto, ao contrário deste estudo, estes autores não encontraram diferença significativa no início da ativação entre os quatro músculos. Baseados nesses achados, Bullock-Saxton *et al.* (1994)³¹ sugeriram que em circunstâncias normais o programa motor é fixo e a ativação ocorre de forma praticamente simultânea. Pierce e Lee (1990)³⁴ também observaram uma ativação do bíceps femoral antes do início do movimento de extensão de quadril, sendo esse o primeiro músculo ativado, porém, eles encontraram um padrão inconsistente de recrutamento muscular, apesar do movimento analisado partir de 30 graus de flexão de quadril até a posição neutra. Entretanto, Lehman *et al.* (2004)³⁵ não encontraram diferença significativa na latência dos isquiossurais comparada ao dos eretores espinhais, indicando que eles foram ativados simultaneamente.

Por outro lado, Vogt e Banzer (1997)³², encontraram um padrão consistente de ativação muscular, porém a seqüência de ativação foi diferente da observada no presente estudo, sendo iniciada pelos eretores espinhais ipsilaterais, semitendíneo, eretores espinhais contralaterais e glúteo máximo. Não houve diferença significativa entre as latências dos eretores espinhais e semitendíneo, demonstrando que esses músculos tiveram uma ativação quase que simultânea. Esses autores justificaram a ativação dos eretores espinhais na fase pré movimento como uma preparação com o

propósito de estabilizar o tronco para controlar a pelve durante a elevação do membro³². A ativação inicial do semitendíneo observada no presente estudo pode sugerir que apresentando um comprimento-tensão adequado, este músculo pode ser melhor recrutado, corroborando com Vogt e Banzer (1997)³², que demonstraram que os eretores espinhais também foram ativados antes do início do movimento, enfatizando a sua função estabilizadora.

No presente estudo, a média da latência muscular do glúteo máximo apresentou uma diferença estatisticamente significativa ao ser comparado aos outros músculos investigados. O glúteo máximo foi o último músculo a ser ativado neste exercício na maioria dos casos, sendo que em 50% destes, a ativação ocorreu após o início do movimento. Estes achados também vão ao encontro de outros estudos que analisaram o mesmo movimento e também demonstraram que o glúteo máximo foi o último músculo a ser ativado^{31,32,35}.

Atrasos no recrutamento do glúteo máximo foram observados em indivíduos que sofreram entorse de tornozelo³¹. O valor reportado pelos autores para a latência do glúteo máximo para indivíduos normais foi de -249 ms, enquanto que nos indivíduos que sofreram entorse de tornozelo esse valor foi de -97ms. Os autores também encontraram uma diferença no tempo de ativação entre o primeiro (semitendíneo) e o último músculo (glúteo máximo) de 306 ms para indivíduos normais e 527 ms para indivíduos com entorse de tornozelo³¹. Lehman *et al.* (2004)³⁵ demonstraram que o glúteo máximo foi o último músculo ativado na extensão de quadril, com uma média de 370,2 ms após o primeiro músculo ativado, porém cinco indivíduos excederam o tempo de 527 ms considerado anormal no estudo de Bullock-Saxton *et al.* (1994)³¹. É importante ressaltar que Lehman *et al.* (2004)³⁵ utilizaram somente indivíduos

saudáveis que passaram por uma minuciosa avaliação para detecção de lesões músculo-esqueléticas. No presente estudo, a latência média para o glúteo máximo para este movimento foi de 13,63 ms, ou seja, o tempo de atraso de ativação muscular foi superior ao valor que Bullock-Saxton *et al.*(1994)³¹ consideraram como anormal. Como no estudo de Lehman *et al.* (2004)³⁵, os indivíduos recrutados para esse estudo também eram saudáveis, o que dificulta a determinação de uma latência dentro dos limites normais.

Foi encontrado somente um estudo que avaliou o padrão de ativação em uma população com algum tipo de lesão, que foi o estudo de Bullock-Saxton *et al.* (1994)³¹ que utilizou indivíduos com entorse de tornozelo grau II e III. Sendo assim, estudos que reapliquem essa mesma metodologia em outras condições patológicas, como dor lombar, se fazem necessários, já que estudos demonstraram a alteração do padrão de ativação muscular em outras atividades funcionais para esses indivíduos^{7,10,24}.

Existe uma dificuldade na comparação da latência entre estes estudos devido às diferentes metodologias utilizadas. O método de detecção do início da atividade eletromiográfica utilizado no atual estudo foi quando o valor ultrapassasse dois desvios padrão do valor da média observada da linha de base do silêncio eletromiográfico^{50,51}. Os estudos que investigaram o padrão de recrutamento muscular para o movimento EQ-EJ, utilizaram métodos diferentes para determinação do início da atividade muscular, como 5% da amplitude máxima do sinal³¹, 10% do pico máximo da amplitude do sinal retificado^{32,35} e visualmente através do primeiro aumento consistente na atividade elétrica³⁴.

O método escolhido para o presente estudo demonstrou ser confiável quando comparado com vários outros métodos para determinação do início da atividade eletromiográfica. Hodges e Bui (1996)⁵⁰ relataram que o uso de dois desvios padrão evita o erro do tipo I e erro do tipo II. O erro do tipo I pode acontecer quando utiliza-se um desvio padrão e ocorre quando o músculo é considerado ativo quando, na verdade, ele não está. O erro do tipo II pode ocorrer quando utiliza-se três desvios padrão e ocorre quando há falha na detecção da atividade eletromiográfica quando o músculo já está ativo. Segundo esses autores, a determinação do início da atividade eletromiográfica através de uma porcentagem do pico de ativação não é precisa devido à grande relação com a magnitude do pico do sinal⁵⁰.

Estudos demonstram que um atraso na ativação do glúteo máximo leva à disfunção lombar^{6,8,10}. O movimento de EQ-EJ também é utilizado como um teste para a avaliação da função lombo pélvica. Quando o glúteo máximo e o piriforme estão dominantes nesse movimento, as suas inserções musculares garantem que a cabeça do fêmur mantenha uma posição relativamente constante no acetábulo³³. Para Sahrman (2002)³³, quando os isquiossurais estão dominantes, a cabeça do fêmur desliza anteriormente, criando um estresse na face anterior da cápsula. Como os isquiossurais, com a exceção da cabeça curta do bíceps femoral, não se inserem no fêmur, eles não conseguem manter o controle da cabeça do fêmur no acetábulo. Este teste é realizado através da palpação da cabeça do fêmur ou do glúteo máximo e isquiossurais durante o movimento. Alguns autores^{4,33} consideram como um padrão de ativação muscular alterado no teste, quando os isquiossurais e eretores espinhais são ativados antes do glúteo máximo, que se encontra atrasado. O presente estudo e os outros que analisaram este movimento foram unânimes com relação ao tempo de

recrutamento do glúteo máximo como o último músculo ativado. Portanto, essa informação deve ser levada em consideração no momento da interpretação do teste.

A ADM correspondente ao pico de ativação do glúteo máximo no exercício EQ-EJ foi próximo ao final do ciclo de movimento, quando comparado aos demais exercícios investigados. Este fato demonstra que este exercício pode ser indicado quando o objetivo é trabalhar a ativação muscular no final da amplitude de movimento. Segundo Sahrman (2002)³³, a manutenção e restauração de movimentos precisos de segmentos específicos é a chave para a prevenção e correção de dores músculo-esqueléticas. O glúteo máximo é um músculo que frequentemente encontra-se fraco e alongado, devido às atividades de vida diária, e principalmente à grande quantidade de tempo que a maioria da população permanece sentada durante o dia³³.

Quando o exercício EQ-EJ foi comparado aos demais, foi observado que além de ser o exercício que demonstrou um maior atraso para o recrutamento do glúteo máximo, dado a grande proporção de indivíduos que tiveram este músculo ativado após o início do movimento, foi também o que apresentou uma menor ativação deste músculo. Esse fato demonstra que apesar de que, nesse exercício o indivíduo tem que vencer um grande braço de alavanca, ele não é o mais indicado para trabalhar especificamente o glúteo máximo, já que os demais exercícios demonstraram maior atividade elétrica deste músculo. A explicação para tal fato pode ser que nesse movimento, os isquiossurais mantêm uma adequada relação comprimento-tensão já que eles estão se encurtando na articulação do quadril e, no joelho, eles se mantêm alongados, otimizando assim a ação de tais músculos neste movimento.

O exercício EQ-FJ apresentou uma grande variabilidade no padrão de ativação. Somente neste exercício os eretores espinhais ipsilaterais ativaram antes dos

erectores contralaterais, porém essa ativação apresentou uma diferença na latência inicial apenas de 14 ms mostrando que a ativação destes músculos foi praticamente simultânea. Somente o glúteo máximo apresentou diferença estatisticamente significativa em relação à latência quando comparado aos outros músculos, sendo ele, o último a ser ativado. Nesta modalidade de exercício, a sua ativação ocorreu para a maioria dos indivíduos, antes do início do movimento. Os demais músculos não apresentaram diferenças estatísticas quando comparadas as suas latências. A maior atividade elétrica para o glúteo máximo, determinada pelo pico de ativação, ocorreu a 83% do ciclo do movimento. Essa maior atividade provavelmente se deve ao fato de que, nesse exercício, os isquiossurais encontram-se em insuficiência ativa, ou seja, a capacidade deles de produzir ou manter a tensão ativa encontra-se diminuída.

Worrell *et al.* (2001)⁴⁶ demonstraram uma maior atividade elétrica do glúteo máximo com o joelho fletido a 30 e 60 graus quando comparado a 90 graus. No presente estudo, apesar do pico de ativação do glúteo máximo ter ocorrido próximo do final da ADM, a sua ativação foi anterior a aquela observada no exercício EQ-EJ. Provavelmente, isso ocorreu porque durante o encurtamento ativo, um músculo biarticular pode se tornar ativamente insuficiente num ponto anterior ao final da ADM de uma articulação³⁶. Assim, o glúteo máximo precisaria de uma maior ativação a partir deste ponto para completar o movimento. De acordo com os presentes resultados, esse exercício pode ser uma opção mais eficaz se o objetivo for o trabalho específico do glúteo máximo.

O exercício EQ+RE-EJ também apresentou uma grande variabilidade no padrão de recrutamento muscular, não apresentando diferença estatisticamente significativa para a latência do semitendíneo e erectores espinhais, bilateralmente. O

glúteo máximo foi o último músculo ativado para a maioria dos casos, apresentando uma diferença estatisticamente significativa na latência quando comparado aos demais músculos analisados. Essa ativação, mesmo sendo por último, foi a mais precoce, ou seja, com um menor tempo de latência pré movimento, quando comparado aos outros exercícios. Além disso, esse exercício demonstrou uma boa ativação muscular do glúteo máximo, a segunda maior quando comparadas as quatro modalidades. Essa ativação não teve diferença estatística quando comparado ao exercício EQ-FJ, mostrando que esse também é uma boa opção para se trabalhar tanto atividade quanto latência do glúteo máximo. A ADM correspondente ao pico de ativação ocorreu a 12,4 graus, ou seja, em uma amplitude menor do que nos outros exercícios, porém quando esse valor foi normalizado para os outros exercícios, correspondeu também a 83% do ciclo do movimento.

É interessante observar que, apesar do exercício EQ-EJ ter sido o que gerou menor atividade do glúteo máximo, o simples fato de rodar o quadril externamente fez com que a atividade muscular aumentasse consideravelmente. O fato do indivíduo ter que realizar uma rotação externa para executar o movimento, dificulta, reduzindo a amplitude de movimento alcançada. Quando o quadril roda externamente, aumenta-se a ação do glúteo máximo, que é um potente rotador externo de quadril, fazendo com que haja recrutamento de um maior número de unidades motoras para atender duas demandas simultâneas^{36,43}.

Com relação ao exercício EQ+RE-FJ, foi observado que esse foi o exercício que apresentou a maior variabilidade no padrão de ativação muscular, não apresentando nenhuma diferença estatística quando comparadas as latências de cada músculo. O fato desse exercício iniciar de uma posição desconfortável para o indivíduo,

pode ter levado a essa variação no recrutamento muscular, mesmo garantindo-se visualmente, o silêncio eletromiográfico. Os exercícios que utilizaram a rotação externa de quadril tiveram uma ativação mais antecipada do glúteo máximo, provavelmente pelo fato dos indivíduos estarem mais atentos à execução do movimento, pois, ao mesmo tempo que eles tinham que estender o quadril, eles também tinham que mantê-lo rodado externamente. Este também foi o exercício que apresentou o menor valor de ADM e porcentagem do ciclo correspondente ao pico de ativação do glúteo máximo. Assim como no exercício EQ-FJ, este fato provavelmente ocorreu porque, além dos isquiossurais estarem em insuficiência ativa, o glúteo máximo também está em sua posição de encurtamento máximo^{36,43}.

Os isquiossurais, como músculos biarticulares tornam-se ativamente insuficientes antes do final da ADM³⁶ e associados a ação de um músculo uniarticular também insuficiente, provavelmente, fez com que o pico de atividade do glúteo máximo ocorresse precocemente em relação aos demais exercícios. Esse exercício, em especial, apresentou uma ADM menor em relação aos outros exercícios, provavelmente, devido à dificuldade de realização dos três movimentos combinados: extensão com rotação externa de quadril e flexão de joelho. Ao analisar a quantidade de ativação do glúteo máximo para este exercício, pôde-se perceber que ele apresentou uma ativação muscular consistente. Era esperado que a combinação dos movimentos, fazendo com que o glúteo máximo trabalhasse em sua posição de encurtamento máximo, recrutando um maior número de unidades motoras, juntamente com o fato de os isquiossurais estarem em insuficiência ativa, poderia fazer deste exercício o mais efetivo para ativação do glúteo máximo. Entretanto, a sua ativação não

apresentou diferença estatística em relação ao exercício EQ-FJ e o exercício EQ+RE-EJ.

Ao comparar as quatro modalidades de exercícios investigados neste estudo, observou-se que, ao considerar a média da ativação para todos os músculos, o padrão de ativação praticamente não se alterou de um exercício para o outro, permanecendo a ordem de recrutamento muscular iniciada pelo semitendíneo, seguida pelos eretores espinhais e finalizada pelo glúteo máximo. Durante a realização do estudo, a ordem de execução dos exercícios foi aleatória, para garantir que a realização de um mesmo exercício não interferisse na ativação muscular dos outros. Os achados demonstraram que a adição do movimento de rotação externa de quadril durante a execução dos exercícios causou um aumento da atividade do glúteo máximo, porém fez com que o seu pico de ativação ocorresse mais cedo em relação aos demais exercícios. Entretanto, o exercício que demonstrou a maior atividade do glúteo máximo foi o EQ-FJ, apesar dele não ter apresentado diferença significativa quando comparado com os exercícios EQ+RE-EJ e EQ+RE-FJ, mostrando que esses três exercícios são capazes de obter uma ativação adequada e similar deste músculo.

Não foram encontrados na literatura estudos que analisassem a atividade do glúteo máximo durante a execução destes exercícios. Konrad *et al.* (2001)⁵³ encontraram uma ativação de 13,6% da CVIM no exercício de extensão de quadril e ombro em diagonal na posição de quatro apoios, e de 9,75% no exercício de ponte, demonstrando que estes exercícios terapêuticos induzem uma pequena ativação deste músculo. Entretanto, Souza *et al.* (2001)⁵⁴ reportaram uma atividade de 19,2% da CIVM no exercício de extensão de quadril e ombro em diagonal na posição de quatro apoios. No presente estudo, os exercícios EQ-FJ, EQ+RE-EJ e EQ+RE-FJ apresentaram uma

ativação do glúteo máximo de 23,08%, 22,55% e 21,21% da CIVM, respectivamente, demonstrando serem estas opções eficazes para o trabalho específico deste músculo. Sahrman, (2002)³³ sugeriu que o exercício EQ-EJ fosse feito em uma fase inicial de tratamento para depois evoluir para EQ-FJ e que para a execução destes, os indivíduos sejam orientados a contraírem o glúteo máximo antes do início do movimento e que uma leve rotação externa fosse adicionada ao movimento.

Pode-se questionar o fato da velocidade e do tempo de movimento não terem sido controlados no presente estudo. Sabe-se que a amplitude do sinal eletromiográfico pode ser diretamente influenciada por vários fatores tais como: velocidade do movimento, aceleração, ADM, carga e número de repetições⁵³. No entanto, apesar da velocidade não ter sido controlada, a instrução dada para os indivíduos foi de realizar o movimento de forma controlada e suave, com o intuito de reproduzir, o máximo possível, a situação mais similar da prática clínica. Essa decisão foi tomada de forma consciente, após considerar as limitações da utilização do metrônomo.

É importante ressaltar que os resultados deste estudo demonstraram que os exercícios EQ-FJ, EQ+RE-EJ e EQ+RE-FJ foram opções eficazes para o trabalho específico do glúteo máximo. O treinamento deve apresentar uma variabilidade de exercícios para que o objetivo traçado seja alcançado, sem que o tratamento fique monótono. Sendo assim, os três exercícios apresentados podem ser utilizados, já que todos eles ativaram o glúteo máximo praticamente na mesma intensidade.

Constantemente, depara-se na prática clínica, com pacientes que apresentam fraqueza do glúteo máximo, porém também apresentam algum processo patológico no quadril que os impedem de fazer rotação externa ou, no joelho, que os

impedem de fazer flexão. O exercício EQ-FJ parece ser uma boa opção para o primeiro caso e o EQ+RE-EJ para o segundo caso, já que durante a execução destes, os indivíduos não precisam de realizar movimentos que podem gerar dor ou desconforto, conseguindo trabalhar o glúteo máximo de forma eficaz.

Foram encontrados poucos estudos que investigaram a ativação do glúteo máximo durante a execução de exercícios terapêuticos. É importante ressaltar que o presente estudo foi realizado somente com exercícios ativo-livres, em cadeia cinética aberta, portanto, a sua validade externa é limitada somente para tal situação. Entretanto, os resultados encontrados neste estudo formam uma linha de base para futuros estudos que avaliem a influência de uma carga externa ou a ativação muscular em diferentes exercícios que utilizem posturas variadas, cadeia cinética fechada ou diferentes tipos de contração.

5.1 CONCLUSÃO

Os achados do presente estudo indicaram que:

- Apesar da variabilidade individual, a ordem de recrutamento muscular foi a mesma para as quatro modalidades de exercícios terapêuticos, iniciando pelo semitendíneo, seguido pelos eretores espinhais e finalizando pelo glúteo máximo;
- O glúteo máximo foi o último músculo ativado para os exercícios EQ-EJ, EQ-FJ e EQ+RE-EJ;
- Os exercícios EQ-FJ, EQ+RE-EJ e EQ+RE-FJ tiveram uma ativação similar do glúteo máximo, não demonstrando diferença estatisticamente significativa entre eles o que faz de qualquer um deles uma opção eficaz para o trabalho deste músculo;
- Tanto a flexão de joelho quanto a rotação externa associada à extensão de quadril potencializaram a ativação do glúteo máximo. Por outro lado, o exercício que menos ativou o glúteo máximo foi o EQ-EJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DUNN, K. M. ; CROFT, P. R. Epidemiology and natural history of low back pain. *Eura Medicophys*, v.40, n.1, p.9-13, Jan. 2004.
2. KENT, P. M.; KEATING, J. L. The epidemiology of low back pain in primary care. *Chiropr. Osteopat*, v.13, p.13-26, July 2005.
3. O'SULLIVAN, P. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Man. Ther*, v.10, n.4, p.242-255, Nov. 2005.
4. JULL, G. A.; JANDA, V. Muscle and motor control in low back pain: Assessment and management. In: TWOMEY, L. T. & TAYLOR, J. L. (eds.) *Physical therapy of the low back.*, New York: Churchill Livingstone, 1987. p. 253-278.
5. CHOLEWICKI, J.; VAN DIEEN, J. H. ;ARSENAULT, A. B. Muscle function and dysfunction in the spine. *J. Electromyogr. Kinesiol.* v.13, n.4, p.303-304, Aug. 2003.
6. HUNGERFORD, B.; GILLEARD, W.; HODGES, P. Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain. *Spine*, v.28, n.14, p.1593-1600, June 2003.
7. LEINONEN, V.; KANKAANPAA, M.; AIRAKSINEN, O.; HANNINEN, O. Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: effects of low back pain and rehabilitation. *Arch. Phys. Med. Rehabil*, v.81, n.1, p.32-37, Jan. 2000.
8. MOONEY, V.; POZOS, R.; VLEEMING, A.; GULICK, J.; SWENSKI, D. Exercise treatment for sacroiliac pain. *Orthopedics* v.24, n.1, p.29-32, Jan. 2001.

9. MOONEY, V. *et al.* Coupled motion of contralateral latissimus dorsi and gluteus maximus: Its role in sacroiliac stabilization. In: VLEEMING, A. *et al.* (ed.) *Movement stability & low back pain.*, London: Harcourt Publishers, 1999. p.115-122.
10. VOGT, L.; PFEIFER, K.; BANZER, W. Neuromuscular control of walking with chronic low-back pain. *Man Ther*, v.8, n.1, p.21-28, Feb. 2003.
11. NORRIS, C. M. Spinal stabilization: Muscle imbalance and the low back. *Physiotehrapy*, v.81, n.3, p.127-137, Mar. 1995.
12. PANJABI, M. M. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of Spinal Disorders*,v. 5, n.4, p.390-396, Dec. 1992.
13. PANJABI, M. M. Clinical spinal instability and low back pain. *J. Electromyogr. Kinesiol*, v.13, n.4, p.371-379, Aug. 2003.
14. HOSSAIN, M.; NOKES, L. D. A model of dynamic sacro-iliac joint instability from malrecruitment of gluteus maximus and biceps femoris muscles resulting in low back pain. *Med. Hypotheses* v.65, n.2, p.278-281, 2005.
15. SNIJDERS, C. J.; VLEEMING, A.; STOECKART, R. Transfer of lumbosacral load to iliac bones and legs. Part 1: Biomechanics of selfbracing of the sacroiliac joint and its significance for treatment and exercise. *Clinical Biomechanics*, v.8, p.285-294, Aug. 1993.
16. POOL-GOUDZWAARD, A. L. *et al.* Insufficient lumbopelvic stability: a clinical, anatomical and biomechanical approach to 'a-specific' low back pain. *Man. Ther*, v.3, n.1, p.12-20, Feb. 1998.
17. PRATHER, H. Sacroiliac joint pain: practical management. *Clin J Sport Med*, v.13, n.4, p.252-255, July 2003.

18. LEE, D. Biomecânica do complexo lombar, pélvico e do quadril. In:LEE, D. (ed.) *A cintura pélvica*.São Paulo: Manole, 2001, p.45-76.
19. VLEEMING, A. *et al.* The function of the long dorsal sacroiliac ligament: its implication for understanding low back pain. *Spine*, v.21, n.5, p.556-562, Mar. 1996.
20. VAN WINGERDEN, J. P. *et al.* Stabilization of the sacroiliac joint in vivo: verification of muscular contribution to force closure of the pelvis. *Eur. Spine J*, v.13, n.3, p.199-205, May 2004.
21. VLEEMING, A. *et al.* The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs. *Spine*, v.20, n.7, p.753-758, Apr. 1995.
22. BARKER, P. J.; BRIGGS, C. A.; BOGESKI, G. Tensile transmission across the lumbar fasciae in unembalmed cadavers: effects of tension to various muscular attachments. *Spine*, v.29, n.2, p.129-138, Jan. 2004.
23. CLARK, B. C. *et al.* Electromyographic activity of the lumbar and hip extensors during dynamic trunk extension exercise. *Arch. Phys. Med. Rehabil*, v.83, n.11, p.1547-1552, Nov. 2002.
24. KANKAANPAA, M. *et al.* Back and hip extensor fatigability in chronic low back pain patients and controls. *Arch. Phys. Med. Rehabil*, v.79, n.4, p.412-417, Apr. 1998.
25. NADLER, S. F. *et al.* The relationship between lower extremity injury, low back pain, and hip muscle strength in male and female collegiate athletes. *Clin. J Sport Med.*, v.10, n.2, p.89-97, Apr. 2000.
26. NADLER, S. F. *et al.* Relationship between hip muscle imbalance and occurrence of low back pain in collegiate athletes: a prospective study. *Am. J Phys. Med. Rehabil.*, v.80, n.8, p.572-577, Aug. 2001.

27. TEIXEIRA-SALMELA, L. F. ; CAETANO, J. P. Papel da fásia tóraco-lombar na estabilização ad coluna vertebral. *Fisioterapia em Movimento*, v.13, n.1, p.83-95, 2000.
28. ANDERSON, F. C.; PANDY, M. G. Individual muscle contributions to support in normal walking. *Gait Posture*, v.17, n.2, p.159-169, Apr 2003.
29. JONKERS, I., STEWART, C. ; SPAEPEN, A. The complementary role of the plantarflexors, hamstrings and gluteus maximus in the control of stance limb stability during gait. *Gait Posture*, v.17, n.3, p.264-272, June 2003.
30. CLARK, B. C.; MANINI, T. M.; PLOUTZ-SNYDER, L. L. Derecruitment of the lumbar musculature with fatiguing trunk extension exercise. *Spine*, v.28, n.3, p.282-287, Feb. 2003.
31. BULLOCK-SAXTON, J. E.; JANDA, V. ; BULLOCK, M. I. The influence of ankle sprain injury on muscle activation during hip extension. *Int. J Sports Med.*, v.15, n.6, p.330-334, Aug. 1994.
32. VOGT, L.; BANZER, W. Dynamic testing of the motor stereotype in prone hip extension from neutral position. *Clinical Biomechanics*, v.12, n.2, p.122-127, Mar. 1997.
33. SAHRMANN, S. A. *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes*. 1ed., St Louis: Mosby, 2002.
34. PIERCE, M. N.; LEE, W. A. Muscle firing order during active prone hip extension. *J Orthop Sport Phys Ther*, v.12, n.1, p.2-9, July 1990.
35. LEHMAN, G. J. *et al.* Muscle recruitment patterns during the prone leg extension. *BMC. Musculoskelet. Disord.*, v.5, p.3-10, Feb. 2004.

36. NORKIN, C. C. ; LEVANGIE, P. K. *Articulações, estrutura e função*. 2 ed. Rio de Janeiro: Revinter 2001.
37. FRANÇA, J. L. *Manual para normalização de publicações técnico-científicas*. 7 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2004.
38. MATSUDO, S. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, v.6, n.2, p.5-18, 2001.
39. CRAIG, C. L. *et al.* International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.35, n.8, p.1381-1395, Aug. 2003.
40. CRAM, J. R.; KASMAN, G. S.; HOLTZ, J. *Introduction to surface electromyography*. 1 ed. Maryland: Aspen Publishers, 1998.
41. WINTER, D. A. *Biomechanics and motor control of human movement*. 1 ed. New York: John Wiley & Sons, 1990.
42. MAGEE, D. J. Quadril. In: MAGEE, D. J. *Avaliação musculoesquelética*, São Paulo: Manole, 2002, p.477-524.
43. KENDALL, F. P.; MCCREARY, E. K.; PROVANCE, P. G. Provas de comprimento muscular e exercícios de alongamento. In: KENDALL, F. P.; MCCREARY, E. K.; PROVANCE, P. G. (eds.) *Músculos, provas e funções*, São Paulo: Manole, 1995, p. 27-68.
44. MERLETTI, R. Standards for reporting EMG data. *Jf Electromyogr Kinesiol*, v.9, n.1, p.III-IV, 1999.

45. RAINOLDI, A.; MELCHIORRI, G.; CARUSO, I. A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. *J Neurosci. Methods*, v.134, n.1, p.37-43, Mar. 2004.
46. WORRELL, T. W. *et al.* Influence of joint position on electromyographic and torque generation during maximal voluntary isometric contractions of the hamstrings and gluteus maximus muscles. *J Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.31, n.12, p.730-740, Dec. 2001.
47. KNUTSON, L. M. A study of various normalization procedures for within day electromyography data. *J. Electromyogr. Kinesiol.*, v.4, n.1, p. 47-59, Jan. 1994.
48. BOLGLA, L. A.; UHL, T. L. Reliability of electromyographic normalization methods for evaluating the hip musculature. *J. Electromyogr. Kinesiol., In Press*, 2006.
49. DANKAERTS, W. *et al.* Reliability of EMG measurements for trunk muscles during maximal and sub-maximal voluntary isometric contractions in healthy controls and CLBP patients. *J. Electromyogr. Kinesiol.*, v.14, n.3, p.333-342, June 2004.
50. HODGES, P. W.; BUI, B. H. A comparison of computer-based methods for the determination of onset of muscle contraction using electromyography. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, v.101, n.6, p.511-519, Dec. 1996.
51. BRINDLE, T. J. *et al.* Shoulder proprioception: latent muscle reaction times. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.31, n.10, p.1394-1398, Oct. 1999.
52. MCGILL, S. M. Low back exercises: evidence for improving exercise regimens. *Phys. Ther.*, v.78, n.7, p.754-765, July 1998.
53. KONRAD, P.; SCHMITZ, K.; DENNER, A. Neuromuscular Evaluation of Trunk-Training Exercises. *J Athl. Train.*, v.36, n.2, p.109-118, June 2001.

54. SOUZA, G. M.; BAKER, L. L.; POWERS, C. M. Electromyographic activity of selected trunk muscles during dynamic spine stabilization exercises. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, v.82, n.11, p.1551-1557, Nov. 2001.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO Nº _____

Investigadores: Prof^a Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, Ph.D.
Ana Cristina Lamounier Sakamoto (mestranda)

TÍTULO DO PROJETO

Recrutamento do Músculo Glúteo Máximo Durante Quatro Modalidades de Exercício.

INFORMAÇÕES

Você está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa a ser desenvolvido no Laboratório de Performance Humana do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, para investigar a atividade elétrica do músculo das suas nádegas, denominado glúteo máximo, durante quatro diferentes exercícios utilizados na fisioterapia, para tratamento de pacientes com dor crônica nas costas.

DETALHES DO ESTUDO

O estudo se propõe a investigar a intensidade de contração dos músculos das suas nádegas, coxas e costas, durante a realização de quatro diferentes exercícios utilizados para o fortalecimento do músculo glúteo máximo e determinar se há diferenças na intensidade de contração dos referidos músculos entre esses exercícios.

DESCRIÇÃO DOS TESTES A SEREM REALIZADOS

Avaliação Inicial

Uma entrevista inicial será administrada para coleta dos meus dados pessoais e um exame físico será realizado, para avaliar as minhas condições de participar do estudo. Para manter a privacidade dos meus registros, o investigador colocará uma identificação numérica nos meus dados, sendo que apenas ele terá conhecimento do nome a quem esta identificação corresponde.

Medidas da Atividade Muscular

A atividade elétrica dos músculos descritos acima (nádegas, coxas e costas) será avaliada com um equipamento chamado eletromiógrafo, que mede o funcionamento do músculo através do registro de sua atividade elétrica. Você será solicitado a se deitar de barriga para baixo, de um modo que possibilite o posicionamento correto dos seus membros durante o teste. Serão acoplados eletrodos na sua pele em regiões específicas para registro da contração muscular.

Procedimentos de Limpeza da Pele

Para diminuir a interferência do sinal da eletromiografia, a minha pele será friccionada com álcool e algodão/gaze e, se necessário, será realizada raspagem para retirada de pelos nos locais a serem posicionados os eletrodos. Todos os materiais a serem utilizados para coleta são estéreis e descartáveis.

Riscos

Os riscos associados com os testes podem incluir mínima dor muscular e fadiga. Esses riscos serão minimizados pela utilização de um período de descanso entre as medidas. Pode também ocorrer irritação (vermelhidão) na pele, que tende a desaparecer após curto período de tempo.

Benefícios

Eu e futuros participantes poderemos beneficiar com os resultados desse estudo. À medida que se encontrar qual a melhor forma de ativar a musculatura, esses exercícios poderão ser difundidos e utilizados na prática da Fisioterapia, tanto como prevenção, quanto para tratamento da dor nas costas.

Privacidade

Eu receberei um código que será utilizado em todos os meus testes e não serei reconhecido individualmente.

Natureza voluntária do estudo/ Liberdade para se retirar

A minha participação é voluntária e eu tenho o direito de me retirar por qualquer razão e a qualquer momento, sem que isto me traga qualquer prejuízo ou restrição.

Pagamento

Eu não receberei nenhuma forma de pagamento. Custos de transporte para o local dos testes e seu retorno deverão ser arcados por mim.

DECLARAÇÃO E ASSINATURA

Eu, _____ li e entendi toda a informação contida acima e recebi uma cópia deste formulário de consentimento. Tive tempo, suficiente, para considerar a informação e, tive a oportunidade de tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e, tenho direito, de agora ou mais tarde, discutir qualquer dúvida que venha a ter com relação à pesquisa com:

Ana Cristina Lamounier Sakamoto: (0XX31) 3377-2514 / 9968-0391,

Prof^a. Luci Fuscaldi Teixeira-Salamela, PhD: (0XX31) 3499-4783

Comissão de Ética em Pesquisa, U.F.M.G.: (0XX31) 3499-4592

Assinando este termo de consentimento, eu estou indicando que concordo em participar deste estudo.

Assinatura do Participante

RG:
CPF:
End::

Assinatura da testemunha

Assinatura do Investigador

Data: Belo Horizonte, ____ / ____ / ____

TERMO DE UTILIZAÇÃO DE IMAGEM

Eu, _____
 autorizo a utilização da minha imagem, através de fotos ou vídeos, em apresentações e publicações de natureza técnico-científicas relacionados ao projeto de pesquisa: **Recrutamento do Músculo Glúteo Máximo Durante Quatro Modalidades de Exercícios**, coordenado pela professora Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, PhD.

Assinando este termo de consentimento, eu estou indicando que concordo com a divulgação da minha imagem.

 Assinatura do Participante

 Assinatura da testemunha

RG:

CPF:

End:

 Assinatura do Investigador

Data: Belo Horizonte, ____/____/____

DECLARAÇÃO DO INVESTIGADOR

Eu, _____, ou um de meus colegas, cuidadosamente explicamos ao participante, _____ a natureza do estudo descrito anteriormente. Eu certifico que, salvo melhor juízo, o participante entendeu claramente a natureza, benefícios e riscos envolvidos com este estudo. Respondi todas as questões que foram levantadas e testemunhei a assinatura acima. Estes elementos de consentimento informado estão de acordo com a garantia dada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais para proteger os direitos dos sujeitos humanos. Furneci ao participante/sujeito uma cópia deste documento de consentimento assinado.

 Assinatura do Investigador

Data: Belo Horizonte, ____/____/____

APÊNDICE B – FOLHA DE ENTREVISTA

NOME _____

TELEFONE DE CONTATO _____

SEXO () M () F

IDADE _____

PROFISSÃO _____

PERNA DOMINANTE () DIR () ESQ

PESO _____

ALTURA _____

IMC _____

TESTE DE THOMAS _____

ANEXO A – FOLHA DE APROVAÇÃO NO COEP

UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP**Parecer nº. ETIC 172/04****Interessada: Profa. Dra. Luci Fuscaldi Teixeira Salmela**
Departamento de Fisioterapia – EEFTO/UFMG**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP, aprovou no dia 06 de julho de 2004, após cumprimento das solicitações à diligência o projeto de pesquisa intitulado « **Recrutamento do Músculo Glúteo Máximo Durante Quatro Modalidades de Exercício.** » e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do referido projeto.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

**Profa. Dra. Maria Elena Lima Perez Garcia**
Presidente do COEP/UFMG



ANEXO B- IPAQ

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA -

Nome: _____
 Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

As perguntas abaixo estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

1a Em quantos dias da última semana você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____