

José Goulão Diogo **Análise Eletromiográfica das**
Bandeira **Subdivisões do Médio Glúteo**
durante a realização de Exercícios
Sem Carga Adicional

Dissertação de Mestrado em Fisioterapia em
Condições Músculo-Esqueléticas

Relatório de Investigação

Orientadora:

Professora Doutora Rita Fernandes

Coorientador

Professor Marco Jardim

Novembro 2024

Relatório de Investigação apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Rita Fernandes e do Professor Marco Jardim.

[DECLARAÇÕES]

Declaro que este Relatório de Investigação é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

O candidato,



Setúbal, 26 de Novembro de 2024

Declaro que este Relatório de Investigação se encontra em condições de ser apresentada a provas públicas.

O(A) orientador(a),

Assinado por : **Rita Noélia Silva Fernandes**

Num. de Identificação: B112367694

Data: 2024.11.27 15:53:54 +0000 _____

Local, 26 de Novembro de 2024

Resumo

Análise Eletromiográfica das Subdivisões do Médio Glúteo durante a realização de Exercícios Sem Carga Adicional

José Bandeira; Marco Jardim; Rita Fernandes;

Introdução: O médio glúteo (MG) é um músculo segmentado que contém três subdivisões, sendo sugeridos diferentes exercícios sem carga adicional para fortalecimento das respetivas subdivisões.

Objetivo: Avaliar e comparar a intensidade de atividade muscular das três subdivisões do MG durante a realização de 4 exercícios sem carga adicional.

Metodologia: Um total de 23 sujeitos saudáveis e ativos participaram neste estudo. Foi utilizada eletromiografia de superfície para avaliar a ativação das três subdivisões do MG em quatro exercícios: Abdução da anca (ABD), Clam exercise 30° (CLAM30), Clam exercise 60° (CLAM60), Figure-of-four position (FFP). Foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney *U* para comparar a ativação muscular das diferentes subdivisões.

Resultados: O exercício ABD apresentou níveis de ativação superiores relativamente aos outros exercícios, com diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.001$) para todas as subdivisões. Os exercícios CLAM30, CLAM60 e FFP não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

Conclusão: Os resultados deste estudo reforçam a hipótese de que as subdivisões do MG têm ações funcionais distintas e que os níveis de ativação muscular são influenciados pelo tipo de exercício. Demonstrou também que o exercício de Abdução da Anca é uma alternativa viável de fortalecimento da subdivisão posterior, apesar de ser um exercício sem carga adicional.

Palavras-Chave: Médio glúteo, subdivisões, exercício, eletromiografia de superfície, atividade muscular

Abstract:

Electromyographic Analysis of Gluteus Medius' Subdivisions during on-weight Bearing Exercises

José Bandeira; Marco Jardim; Rita Fernandes

Introduction: Gluteus medius (GM) is a segmented muscle containing three subdivisions. Different non-weight-bearing exercises have been suggested to strengthen the subdivisions specifically.

Objective: This study evaluated the muscular activity of the three GM subdivisions (anterior, middle, posterior) in non-weight-bearing exercises.

Methodology: A total of 23 healthy and physically active subjects participated in this study. Surface electromyography was used to assess the muscle activation of the GM subdivisions across four different exercises: Hip Abduction (ABD), Clam exercise 30° (CLAM30), Clam exercise 60° (CLAM60), Figure-of-four position (FFP). A non-parametric test, Mann-Whitney U was used to compare the activity of the different subdivisions.

Results: There were statistically significant differences ($p < 0.001$) when comparing all the subdivisions on the ABD exercise with the remaining exercises. The remaining exercises didn't show any statistically significant differences among themselves.

Conclusion: This study results reinforce the hypothesis that the GM subdivisions have distinct functional actions and that the activation levels are influenced by the type of exercise. They have also shown the ABD exercise to be a viable option for strengthening the posterior subdivision, despite being a non-weight-bearing exercise.

Keywords: Gluteus medius, subdivisions, exercise, surface electromyography, muscular activity

Índice

Introdução.....	1
Metodologia.....	7
Amostra	7
Cálculo do Tamanho da Amostra.....	7
Seleção e Recrutamento dos Participantes	8
Procedimento da Recolha de Dados.....	8
Eletromiografia de Superfície	9
Protocolo de Recolha de Dados.....	10
Preparação da Pele e Colocação dos Elérodos.....	11
Normalização do sinal EMG.....	11
Descrição dos Exercícios em Teste.....	12
Processamento dos dados.....	14
Análise Estatística	14
Questões Éticas.....	14
Resultados	16
Discussão	21
Conclusões	27
Bibliografia	28
Apêndices	344
Anexos	477

Lista de Abreviaturas

ABD – Abdução da anca

CEEI - Comissão Especializada de Ética em Investigação

CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima

CLAM30 – *Clam exercise 30°*

CLAM60 – *Clam exercise 60°*

DP – Desvio Padrão

EMGs – Eletromiografia de Superfície

ESS-IPS – Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal

FFP - *Figure-of-four position*

IMC – Índice de Massa Corporal

IPS – Instituto Politécnico de Setúbal

MG – Médio glúteo

RMS – *Root Mean Square*

Introdução

Do ponto de vista anatómico, o complexo articular da anca engloba 21 músculos (Neumann, 2010), todos trabalhando sinergicamente para manter a estabilidade pélvica e possibilitar a realização de atividades funcionais (Hammond et al., 2021).

Um dos músculos mais importantes, o médio glúteo (MG) encontra-se entre o grande glúteo e o pequeno glúteo, sendo que o seu terço posterior é sobreposto pelo grande glúteo e os dois terços anteriores, que são mais superficiais, são sobrepostos por uma forte camada de fáscia (Porto Da Rocha, 2001). Além da sua ação na estabilidade pélvica, o MG tem igualmente um papel fundamental no controlo do valgo do joelho durante a realização de diversas atividades funcionais (Ward et al., 2010). Este valgo dinâmico do joelho consiste num padrão de movimento caracterizado por um movimento medial excessivo do membro inferior durante atividades em carga. Em situações de défices de atividade muscular/fraqueza muscular do MG, este movimento excessivo é composto por uma cinemática complexa e triplanar que inclui adução e rotação interna da anca associada a abdução e rotação externa do joelho (Schmidt et al., 2019), com implicações diretas em diferentes atividades funcionais.

Estas alterações de controlo neuromuscular e biomecânico provocadas pela fraqueza do MG podem predispor o aparecimento de lesões do membro inferior (Bishop et al., 2018; Felicio et al., 2019; Semciw et al., 2016; Bordoni, 2023). Por exemplo, no complexo articular do joelho, no qual o MG desempenha um papel crucial na manutenção da cinemática adequada, controlando o nível de adução e rotação interna da anca, que quando presentes em níveis excessivos podem levar a dor patelo-femoral (Bolglia et al., 2008; Felicio et al., 2019; Marshall et al., 2016; Powers, 2010). A nível do pé, existe uma influência indireta do MG no movimento e posicionamento do pé, devido ao seu papel no controlo do alinhamento do fémur. Uma fraqueza do MG pode contribuir para uma pronação excessiva do pé, o que pode causar ou exacerbar condições como fascite plantar e tendinopatia do Aquiles (Semciw et al., 2016). Além destes dois exemplos, outras condições músculo-esqueléticas estão associadas à fraqueza do MG: a dor lombar crónica (Cooper et al., 2016; Larivière et al., 2010; McKeon et al., 2006; Shah et al., 2023), a síndrome da banda ílio-tibial (Louw et al., 2014; Muragod et al., 2014; Noehren et al., 2014), a osteoartrose da anca (Grimaldi et al., 2009; Marshall et al., 2016; Sims et al., 2002) e a osteoartrose do joelho (Earl et al., 2005; Tanamas et al., 2009).

Quando deparados com um cenário de fraqueza muscular, os exercícios de fortalecimento apresentam-se como a principal recomendação para a melhorar a atividade / força muscular dos músculos da anca (Hammond et al., 2021). Assim, no âmbito da otimização da prescrição de exercícios para o MG, são frequentemente sugeridos exercícios realizados em carga e sem carga adicional, e nesse sentido parece-nos importante aprofundar o que se sabe sobre as diferentes respostas ao nível da ativação muscular do MG.

Ao nível dos exercícios realizados sem carga adicional, estudos eletromiográficos anteriores têm demonstrado os níveis de ativação muscular durante a realização de diferentes exercícios. Sabe-se que o exercício simples de abdução da anca realizado em decúbito lateral provocou níveis moderados de ativação do MG, apresentando 40% contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e que a adição de resistência externa aumentou os níveis de atividade, apesar de se verificar um grau elevado de heterogeneidade de protocolos nos estudos observados (Moore et al., 2020). Num outro estudo, em que foram estudados os exercícios de abdução com rotação interna e rotação externa da anca, os autores observaram maiores níveis de ativação muscular do MG na rotação interna (45% CIVM), em contraste com a componente de rotação externa, que apresentou níveis de ativação mais moderados (38% CIVM) (Moore et al., 2020).

Para além dos anteriores, o exercício *Clam* realizado em decúbito lateral, também tem sido um dos exercícios amplamente estudados, reconhecendo-se que apresenta níveis baixos a moderados de ativação muscular do MG (17-28% CIVM), para as diversas variações relativas ao grau de flexão da anca (Moore et al., 2020).

Na abdução realizada na posição de em pé (em cadeia cinética aberta) observaram-se níveis muito altos de ativação muscular (64% CIVM) (Sinsurin et al., 2015). Dois estudos analisaram o mesmo movimento, mas com adição de resistência para rotação externa, apresentando valores altos de ativação muscular (42.95% CIVM) (Moore et al., 2020).

No que diz respeito ao conhecimento sobre os níveis de atividade do MG na realização de exercícios sem carga adicional, sabe-se, por exemplo, que no caso do exercício de agachamento, uma revisão sistemática com meta-análise revelou níveis de ativação moderada do MG (39.03% CIVM) ao agrupar 13 estudos diferentes (Moore et al., 2020). Apesar de os resultados serem reportados em conjunto no referido artigo, observaram-se grandes variações entre os protocolos dos exercícios, relativas à profundidade do agachamento, técnica de execução do exercício e número de repetições. Para exercícios com *step* observaram-se níveis

altos de ativação do MG no *Step-up* lateral (44.98% CIVM) e níveis moderados no *Forward step-up* (35.23% CIVM) (Moore et al., 2020). Em exercícios de *Lunge* observou-se uma ativação moderada no *Lunge* frontal (21.43% CIVM) e no *Lunge* lateral (22.41% CIVM) (Moore et al., 2020).

Apesar das considerações anteriores, em que o MG é abordado como um músculo único e estudado com recurso apenas a um elétrodo (que contempla a medição da sua principal função como abductor da anca), sabe-se que o MG tem sido reconhecido como um músculo segmentado. Estudos anatómicos cadavéricos e ecoguiados (Semciw et al., 2014) identificaram 3 subdivisões com ações e funções distintas (Ganderton et al., 2017; Moore et al., 2020; O'Sullivan et al., 2010). A subdivisão anterior está envolvida na rotação interna da anca, a subdivisão média na abdução da anca e a subdivisão posterior na rotação externa e extensão da anca. Além disso, as subdivisões anterior e posterior, em conjunto, estão também associadas à abdução da anca (Neumann, 2010; O'Dwyer et al., 2011; Shah et al., 2023).

Tendo em conta esta função mais individualizada das 3 componentes do MG, alguns autores tentaram verificar se a fraqueza de fibras específicas estaria associada a diferentes condições musculoesqueléticas. É sugerido que a subdivisão posterior seja de particular importância para a dor patelo-femoral (Cowan et al., 2009), devido ao seu papel no controlo do valgismo dinâmico do joelho. Esta importância advém do papel da subdivisão posterior no controlo da adução e rotação interna da anca, visto contribuir para a abdução e rotação externa da anca (Neumann, 2010).

Como referido anteriormente, o fortalecimento muscular do MG apresenta-se como uma ferramenta de intervenção prioritária, já que a fraqueza do MG é característica de diversas condições clínicas de natureza musculoesquelética. Foram então desenvolvidos protocolos de intervenção que incluem exercícios específicos centrados no recrutamento das respetivas subdivisões, particularmente a subdivisão posterior (Dragoo et al., 2012; McConnell, 2002). Contudo, o conhecimento sobre a atividade das suas diferentes subdivisões durante a realização desses exercícios, é escasso ou inexistente.

Por um lado, e no que diz respeito ao estudo das diferentes subdivisões na realização de exercícios em carga, sabe-se que no agachamento bipodal se observou atividade muito alta em todas as três subdivisões (90% CIVM na anterior, 92% CIVM na média e 87% CIVM na posterior) (O'sullivan et al., 2012).

Num estudo semelhante mais recente, os autores analisaram o agachamento unipodal com abdução e adução isométrica da anca, tendo observado uma atividade moderada em ambos os exercícios para as subdivisões média (27-31% CIVM) e posterior do MG (22-33% CIVM). No caso da adução isométrica observou-se atividade elevada para a subdivisão anterior (42% CIVM), enquanto na abdução isométrica a ativação foi baixa (19% CIVM) (Heo et al., 2013).

No exercício com *Step up and over*, um estudo reportou elevados níveis de atividade muscular nas três subdivisões do MG: 88% CIVM para a subdivisão anterior, 85% CIVM para a subdivisão média e 81% para a subdivisão posterior (O'sullivan et al., 2012).

No que se refere ao *Pelvic drop*, a subdivisão anterior registou 40.93% CIVM, a média 42.64% CIVM e a posterior 43.37% CIVM (Moore et al., 2020). Outro estudo reportou atividade muito alta para a subdivisão anterior do MG (68-74% CIVM) e atividade alta a muito alta para a subdivisão média (41-65% CIVM) e posterior (45-60% CIVM), em três variantes deste mesmo exercício (Ganderton et al., 2017).

Que seja do nosso conhecimento, são poucos os autores que procuraram estudar o contributo das diferentes subdivisões durante a realização de exercícios sem carga adicional. O *Figure of four position* (FFP) foi estudado recentemente pela primeira vez com recurso à análise por subdivisões, tendo-se neste estudo observado uma ativação substancialmente maior da subdivisão posterior do MG (44% CIVM), relativamente à anterior (4% CIVM) e média (7% CIVM) (Jardim et al., 2023).

Os autores Ganderton e Pizzari também quiseram estudar a participação das diferentes subdivisões no exercício *clam* cujos resultados foram de intensidade de ativação baixa para as subdivisões anterior (3% CIVM) e média do MG (13% CIVM), ao passo que a subdivisão posterior apresentou atividade moderada (23% CIVM) (Ganderton et al., 2017). No entanto, a população em estudo resume-se a mulheres mais velhas, pós menopausa, que dificulta a generalização de resultados. Além disso, recorreram a EMG invasiva, que apresenta algumas desvantagens próprias quando comparada com a de superfície. É uma técnica invasiva, apresentando com isto um maior grau de desconforto para o indivíduo em teste, juntamente com um pequeno grau de risco de lesão ou infeção. Está mais dependente do nível de tolerância do indivíduo e levam a alguma limitação do movimento, podendo condicionar os resultados dos exercícios realizados (Péter et al., 2019).

No enquadramento da elaboração de protocolos de exercício para fortalecimento do MG, haverá naturalmente uma tendência para utilizar exercícios que se traduzam numa ativação mais elevada do MG, exercícios estes que serão mais exigentes, e provavelmente mais adequados a fases mais avançadas de um plano de reabilitação. Os exercícios em carga cumprem este critério, podendo haver uma desvalorização dos exercícios sem carga adicional para fortalecimento do MG. No entanto, no contexto da prática clínica, há utentes/indivíduos que não têm capacidade para realizar os exercícios com carga em determinadas fases do seu processo de reabilitação, seja por dor, incapacidade ou precauções inerentes aos procedimentos terapêuticos indicados (Ebert et al., 2017). Na presença de dor, e independentemente da condição, pode observar-se uma redução da contração voluntária máxima (CVM), baixos níveis de ativação muscular e alterações do controlo muscular (Graven-Nielsen et al, 2008). Paralelamente, existem fases de reabilitação que implicam limitações temporárias à realização de carga, como em muitos casos pós-cirúrgicos, em que a realização de carga precoce pode levar a complicações, pelo que as *guidelines* recomendam que os profissionais optem por exercícios em carga em estádios mais tardios do processo de reabilitação (Fan et al., 2022). São exemplos os protocolos de recuperação após reconstrução do ligamento cruzado anterior ou após artroplastia da anca e/ou joelho (Keeney et al., 2015; Schmitz et al., 2007)

Nesse sentido, há indivíduos que não toleram a realização de exercícios em carga, mas para os quais continuam a ser relevantes as recomendações para fortalecimento muscular do MG. Apesar de não conseguir atingir os níveis pretendidos de CIVM, os benefícios de exercitar o grupo muscular mantêm-se, já que o fortalecimento do MG, mesmo com exercícios de baixa intensidade, poderá permitir a facilitação da ativação neuromuscular, o aumento da resistência muscular, ou mesmo a prevenção do descondicionamento físico (Ebert et al., 2017).

Assim, em particular no contexto clínico, os exercícios sem carga adicional, têm uma relevância acrescida como alternativa de exercício no âmbito de algumas condições clínicas específicas, ou como ponto de partida em casos de atrofia/fraqueza marcada, possibilitando uma prescrição de exercício progressiva (Moore et al., 2020).

Mais uma vez, um dos objetivos de uma maior compreensão do comportamento muscular através de estudos eletromiográficos é o de poder informar uma prescrição de exercícios mais específica (Escamilla et al., 2009; Heo et al., 2013), permitindo que os exercícios possam ser realizados por um conjunto mais abrangente de indivíduos/utentes, e não apenas aqueles que

estão numa fase mais avançada do processo de reabilitação (Ebert et al., 2017). Alguns exercícios sem carga adicional são frequentemente utilizados na prática clínica: o *Clam* (Bishop et al., 2018; Boren et al., 2011), o (FFP) (Dragoo et al., 2012; McConnell et al., 2006) e a Abdução da anca em decúbito lateral (Boren et al., 2011; Ekstrom et al., 2007; Selkowitz et al., 2013). Não obstante, pouco se sabe sobre estes exercícios quando considerando o MG como um músculo segmentado e dividido em três subdivisões, o que dificulta uma prescrição de exercício informada tendo em conta a natureza segmentada do músculo.

Nesse sentido, é necessário um maior entendimento da ativação das diferentes subdivisões do MG em exercícios sem carga adicional, tanto para aumentar a especificidade da prescrição, como para ampliar o espectro de exercícios direcionados ao MG, com possibilidades de progressão (Ju et al., 2016).

Um maior conhecimento do comportamento das subdivisões do MG em exercícios sem carga adicional preenche então essa falha a nível de literatura, além de permitir uma melhor individualização futura dos planos de intervenção em fisioterapia, para as mais variadas apresentações clínicas ou condições específicas (Moore et al., 2020). Desse modo, este estudo pretende avaliar e comparar a intensidade de atividade muscular das três subdivisões do MG (anterior, média, posterior), durante a realização de 4 exercícios sem carga adicional frequentemente utilizados em contexto clínico, em indivíduos adultos saudáveis.

Metodologia

Tipo de Estudo

De modo a avaliar a intensidade de atividade muscular das três subdivisões do MG em indivíduos adultos saudáveis, durante a realização de exercícios sem carga adicional, foi realizado um estudo observacional analítico transversal, que permite estudar variáveis num ponto específico do tempo (Coggon et al., 1997; Röhrig et al., 2009).

Amostra

Cálculo do Tamanho da Amostra

Para o cálculo do tamanho da amostra, e tendo em conta que se trata de um estudo descritivo foi utilizada a seguinte fórmula (Eng, 2003):

$$N = \frac{4O^2(Z_{crit})^2}{D^2}$$

Nesta fórmula, N equivale ao tamanho da amostra, O é o desvio padrão assumido para o grupo, o valor Z_{crit} é definido a partir do critério de significância e D é o tamanho do intervalo de confiança esperado (Eng, 2003).

Para o estudo em questão foi definido uma significância de $p > 0.05$, pelo que o valor Z_{crit} é de 1.960 (Eng, 2003). O tamanho do intervalo de confiança esperado e do desvio padrão assumido será com base em dados de EMGs de estudos anteriores que analisaram/estudaram a atividade do MG em exercícios sem carga adicional em indivíduos saudáveis (Distefano et al., 2009). Tendo em conta os valores apresentados num estudo que analisa atividade do MG em exercícios sem carga adicional definiu-se $O = 0.4$ (40%) e $D = 0.4$ (40%). Tem-se então:

$$N = \frac{4O^2(Z_{crit})^2}{D^2} = \frac{4 \cdot 0.4^2 \cdot (1.960)^2}{0.4^2} = 15.36$$

Estimou-se assim que fossem necessários pelo menos 16 sujeitos para realizar o estudo. De modo a contemplar a possibilidade de desistências por parte dos participantes, foi definido um acréscimo de 20%, estabelecendo um mínimo de 19 indivíduos.

Seleção e Recrutamento dos Participantes

Os participantes foram recrutados a partir da comunidade académica do Instituto Politécnico de Setúbal (IPS) e da comunidade local em geral. A divulgação dirigida à comunidade académica do IPS, foi realizada através do e-mail geral da Escola Superior de Saúde do IPS (ESS-IPS) (Apêndice I) e com recurso a diferentes redes sociais (Apêndice II).

Os interessados foram convidados a participar no estudo agendando-se uma primeira sessão no “Sense & Motion Lab” da ESS-IPS para a verificação dos critérios de inclusão e exclusão. Eram elegíveis para o estudo 1) indivíduos saudáveis com idade compreendida entre os 18-30 anos de idade e 2) fisicamente ativos definidos por atividade moderada ou elevada pela versão portuguesa do International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (Campaniço, 2016) (Anexo I) (Ganderton et al., 2017; Ju et al., 2016; O’Sullivan et al., 2010). Foram excluídos indivíduos que apresentassem: 1) condição clínica/patologia (músculo-esquelética, neurológica, pulmonar, cardíaca ou outra) diagnosticada; 2) indivíduos que apresentassem sintomas que pudessem afetar a realização dos exercícios em estudo; 3) indivíduos com história clínica de cirurgia ao membro inferior ou de lesão nos 6 meses prévios ao início do estudo que interferisse com a realização dos exercícios; e 4) indivíduos que apresentassem problemas de pele que impedissem a colocação dos elétrodos (Ganderton et al., 2017; Ju et al., 2016; O’Sullivan et al., 2010). A verificação dos critérios de elegibilidade foi assegurada pelo investigador principal. Todo o processo de seleção e recrutamento dos participantes encontra-se descrito no Manual de Recrutamento (Apêndice III).

Procedimentos de Recolha de Dados

A recolha de dados foi realizada no “Sense & Motion Lab” da ESS-IPS numa data e hora previamente acordada com os participantes. Antes da recolha de dados, o investigador principal realizou um treino de competências sobre a aquisição, processamento e análise de dados eletromiográficos, que também permitiu estimar o tempo médio necessário para a recolha de dados por cada participante (45 minutos).

Previamente à recolha de dados, o participante procedeu à leitura da carta explicativa (Apêndice IV) e à assinatura do Consentimento Informado (ficando uma cópia para o participante e outra para o investigador) assim como o preenchimento do Formulário de

Caracterização Sociodemográfica (Apêndice VI). Ficou então garantida uma participação no estudo totalmente voluntária, sabendo os participantes que eram livres de abandonar o estudo em qualquer momento, sem que tal ação acarretasse algum tipo de complicação ou consequência. Os participantes puderam também expor qualquer questão que considerassem relevante, tendo respostas adequadas e que satisfizessem a sua pergunta. A confidencialidade dos participantes e anonimato dos mesmos, assim como dos dados recolhidos, foi garantida através de um sistema de codificação alfanumérica para todos os participantes (ex. SUJ_001, SUJ_002, SUJ_003) e a correspondência ao nome do participante era apenas do conhecimento dos investigadores. De forma a aumentar o nível de anonimato, foi evitada toda a informação pessoal (ex. nome, data de nascimento, morada, etc.) no Formulário de Caracterização Sociodemográfica. Todos os dados recolhidos foram da responsabilidade da equipa de investigadores e utilizados unicamente para fins académicos e científicos. Terminado todo este processo, teve lugar a recolha dos dados eletromiográficos (de Vet et al., 2006b; Kimberlin et al., 2008).

Eletromiografia de Superfície

Para avaliação da atividade muscular das 3 subdivisões do MG foi utilizado um sistema de eletromiografia de superfície (EMGs). Este instrumento é um método fiável na avaliação de sinais mioelétricos (Konrad, 2005; Silverman et al., 2021) e tem sido amplamente utilizado em estudos sobre a avaliação das diferentes subdivisões do MG (Ju et al., 2016; O'Sullivan et al., 2012).

Para aquisição dos sinais eletromiográficos foram utilizados elétrodos descartáveis, com superfícies de deteção com 24mm de diâmetro, redondos, autoadesivos, pré-gelificados, com conector de encaixe de 3.9mm de diâmetro, colocados numa configuração bipolar diferencial com uma distância entre elétrodos de 10mm e de 20mm inter-elétrodos de centro a centro. Estes elétrodos encontravam-se ligados a uma unidade EMG portátil (*Biosignalsflux - PLUX®*) com 8 sensores ativos com ganho de 1000, CMRR de 110dB, banda passante de 25-500Hz. O equipamento foi usado numa configuração com ritmo de amostragem de 1000Hz, 12-bit de resolução e com ligação via Bluetooth (até 100m) a um computador portátil.

Protocolo de Recolha de Dados

Preparação da Pele e Colocação dos Eléttodos

Antes da colocação dos eléttodos, os participantes realizaram um aquecimento aeróbio com a duração de 5 minutos, através de uma corrida a um ritmo autoimposto à volta das instalações do laboratório de modo a minimizar o risco de dores e fadiga musculares (O'Sullivan et al., 2010). Para diminuir os níveis de impedância nos locais de colocação dos eléttodos, foram removidos os pêlos e a pele foi suavemente abrasada e limpa com compressas embebidas em álcool (Hermens et al., 2000; SENIAM, n.d.)

A colocação dos eléttodos ativos para cada subdivisão do MG (anterior, média e posterior) foi realizada com base num estudo prévio (O'Sullivan et al., 2010). De acordo com estes autores, a identificação dos pontos anatómicos deve seguir a descrição de estudos e ilustrações anatómicas, sendo sinalizadas nos participantes através de um marcador hipoalergénico e confirmados por um segundo membro da equipa de investigação para efeitos de concordância. Nesse sentido, o eléttodo para a subdivisão anterior foi colocado a 50% da distância entre a espinha ilíaca ântero-superior e o grande trocânter. O eléttodo para a subdivisão média foi colocado a 50% da distância do grande trocânter e da crista ilíaca. Por fim, o eléttodo para a subdivisão posterior foi colocado a 33% da distância entre o *posterior ilium* (20% distância entre a crista ilíaca e o espaço L4-L5) e o grande trocânter (O'Sullivan et al., 2010). O eléttodo terra foi colocado na espinha ilíaca ântero-superior. O posicionamento dos eléttodos pode ser observado nos pontos azuis, representados na Figura 1.

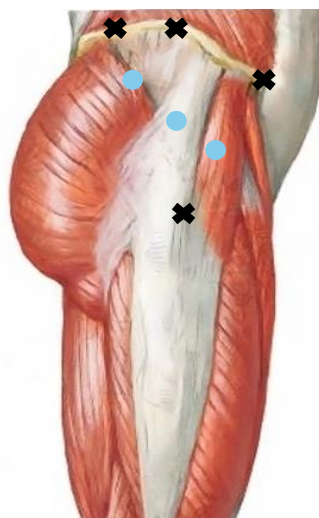


Figura 1 - Pontos de referência anatómicos e de colocação dos eléttodos

Antes de qualquer recolha, o sinal eletromiográfico foi visualmente inspecionado, de forma a garantir a correta ligação do equipamento e a qualidade de conexão dos elétrodos à pele. Foi também usado tape para reforçar a fixação dos elétrodos.

Normalização do sinal EMG

A normalização do sinal EMG para as diferentes subdivisões foi realizada com base na descrição de Ju et al. (Ju et al., 2016). Para a abdução da anca o participante assumiu a posição de decúbito lateral, com o tronco em posição neutra e o membro em teste superiormente colocado sobre o membro contralateral. O membro inferior foi posicionado com a anca a 45° de flexão e o joelho a 90° de flexão, para efeitos de estabilidade da posição. O membro em teste foi posicionado a 50% da amplitude de abdução com a anca, em extensão e posição neutra entre rotação interna e externa da anca. Durante o teste, o participante foi instruído em manter a posição neutra do tronco, enquanto sustentava uma resistência manual, aplicada pelo principal investigador na região do tornozelo. As rotações interna e externa foram testadas em decúbito ventral com a anca em rotação neutra e o joelho a 90° de flexão. Durante o teste, o participante foi instruído a resistir à aplicação de uma resistência manual no lado externo (para a rotação interna) e no lado interno (para rotação externa) do pé.

Antes do processo de normalização do sinal EMG, os participantes realizaram um treino prévio para se familiarizarem com cada um dos testes. Posteriormente, cada participante foi instruído a realizar 3 repetições da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) com duração de 5 segundos, 30 segundos de repouso entre as repetições e 1 minuto de repouso entre cada posição de teste, de modo a minimizar o efeito de fadiga muscular (O'Sullivan et al., 2010). Durante a normalização, os participantes foram verbalmente encorajados a sustentar e maximizar a contração muscular. Foi calculada a média das 3 repetições para determinar a CIVM de cada subdivisão do GM (Ju et al., 2016). A ordem da realização dos testes foi aleatória, tendo sido determinada com recurso a aleatorização computadorizada (por intermédio do site www.random.org).

Todos os exercícios foram realizados com o membro dominante, que foi identificado como sendo o membro que o participante utiliza para chutar uma bola (Distefano et al., 2009). A ordem da realização dos exercícios foi igualmente aleatorizada com recurso ao mesmo sistema

de aleatorização. Posteriormente foi explicada e demonstrada aos participantes a realização dos exercícios em estudo e foi-lhes dado tempo para treinarem até que mostrassem habilidade. As instruções foram asseguradas por um membro experiente da equipa de investigação. Antes do início das recolhas foram dados 5 minutos de descanso aos participantes para prevenir algum tipo de fadiga (O'Sullivan et al., 2010).

Descrição dos Exercícios em Teste:

Abdução da Anca (ABD)

A posição inicial é em decúbito lateral, com o membro infra lateral a 45° de flexão da anca e 90° de flexão do joelho. O tronco do participante e o calcanhar do membro em teste (supra lateral) encontram-se encostados à parede para estabilização adicional. O participante realiza então abdução do membro em teste até aproximadamente 30° e depois retorna à posição inicial (Boren et al., 2011; Ekstrom et al., 2007; Selkowitz et al., 2013). Foram realizadas 3 séries, de 5 repetições cada.



Figura 2 - Exercício de Abdução da Anca

Clam Exercise 30° (CLAM30)

Posição inicial é em decúbito lateral. Ambos os membros se encontram a 45° de flexão da anca e 90° de flexão do joelho, com o membro em teste (supra lateral) alinhado em relação ao infra lateral. O tronco do participante encontra-se encostado a uma parede, para estabilização adicional. O participante eleva o joelho supra lateral de modo a que a anca fique a 30° de abdução e volta à posição inicial, sendo que ambos os calcanhares estão em contacto durante

todo o movimento (Bishop et al., 2018; Boren et al., 2011). Foram realizadas 3 séries, de 5 repetições cada.



Figura 3 - Clam Exercise 30°

Clam Exercise 60° (CLAM60)

Posição inicial é em decúbito lateral. Ambos os membros se encontram a 45° de flexão da anca e 90° de flexão do joelho, com o membro em teste (supra lateral) alinhado em relação ao infra lateral. O tronco do participante encontra-se encostado a uma parede, para estabilização adicional. O participante eleva o joelho supra lateral de modo a que a anca fique a 60° de abdução e volta à posição inicial, sendo que ambos os calcanhares estão em contacto durante todo o movimento (Bishop et al., 2018; Boren et al., 2011). Foram realizadas 3 séries, de 5 repetições cada.



Figura 4 - Clam Exercise 60°

Figure-of-four Position (FFP)

Posição inicial é em decúbito ventral, o membro em teste é colocado em abdução e rotação externa da anca e flexão do joelho, de modo que o maléolo externo fique colocado por baixo do tubérculo tibial do membro não-dominante, que se encontra em posição neutra. Em posição de abdução e rotação externa, o participante tenta deslizar a coxa ao longo da marquesa mantendo a contração isométrica dos glúteos (Dragoet al., 2012; McConnell et al., 2006). Foram realizadas 3 contrações isométricas, com uma duração de 5 segundos cada.



Figura 5 - Figure-of-four Position

Processamento dos dados

Os dados foram devidamente identificados e armazenados num computador pessoal e processados através do software OpenSignals (r)evolution (PLUX - Wireless Biosignals®). Os dados (*Raw Data*) foram filtrados com recurso a um filtro Butterworth de 7ª ordem (7th) com banda passante de frequência compreendida entre 10Hz e 500Hz, suavizado através da determinação da envolvente eletromiográfica com uma frequência de 7Hz. Os sinais filtrados foram suavizados calculando um valor da *root mean square* (RMS) numa janela móvel de 75 milissegundos para gerar um envelope linear (Jardim et al., 2023). Para cada repetição da CIVM, foi utilizado o valor máximo da amplitude do sinal eletromiográfico e a média das 3 repetições da CIVM foi utilizada para efeitos de normalização dos dados EMG. A média das amplitudes da RMS de cada subdivisão do MG foi normalizada a estes valores de referência e expressa como percentagem da CIVM (%CIVM) para fins estatísticos.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada através do *IBM Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 29. As características da amostra foram analisadas com recurso à estatística descritiva, com medidas de tendência central e de dispersão. Foi realizado o teste de *Shapiro-Wilk test* ($p > 0.05$) para determinar se os dados apresentavam uma distribuição normal e, como tal não se verificou, os dados foram analisados com recurso a testes não-paramétricos. Foi realizado o teste de *Mann-Whitney* para determinar se havia diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$) na: a) intensidade de ativação muscular de cada subdivisão relativamente a cada um dos exercícios; b) intensidade de ativação muscular entre os diferentes exercícios, considerando igualmente as subdivisões. Todos os dados relativos à ativação muscular são expressos como medianas e intervalos interquartil.

Questões Éticas

Previamente ao processo de recrutamento da amostra, o protocolo de investigação foi submetido à análise da Comissão Especializada de Ética em Investigação da ESS-IPS (CEEI da ESS-IPS). Após ser aprovado o parecer favorável desta comissão, foram iniciados os procedimentos relativos à constituição da amostra e conseqüentemente o desenvolvimento do estudo.

Foi assegurada uma participação inteiramente voluntária, em que os participantes puderam abandonar o estudo a qualquer momento, sem nenhum tipo de constrangimento ou desvantagem. Foi também dada oportunidade aos participantes de colocarem qualquer questão que considerassem pertinente, com garantia de obtenção de respostas esclarecedoras. Foi ainda assegurada a confidencialidade e anonimato dos dados, através da atribuição de um número a cada participante (Suj_1; Suj_2; etc.). Para aumentar o nível de anonimato foi evitada toda e qualquer informação pessoal (ex. nome, data de nascimento, morada, etc.) no formulário de Caracterização Sociodemográfica. Todos os dados pessoais recolhidos foram apenas do conhecimento dos responsáveis do estudo e destinam-se unicamente para fins científicos.

Resultados

A amostra em estudo foi constituída por 23 participantes, dos quais 14 são do sexo masculino (61%) e 9 do sexo feminino (39%). É uma amostra jovem, com um nível de índice de massa corporal (IMC) de 23.2 e um nível de atividade física elevado (3011.78 minutos/semana) (Tabela 1).

Tabela 1 - Caraterização Sociodemográfica e Nível de Atividade Física

Variável	Média ± DP
Idade (anos)	24.9 ± 2.36
Massa (kg)	68.1 ± 10.81
Altura (cm)	170.9 ± 9.94
IMC (kg/m ²)	23.2 ± 2.2
IPAQ score (MET-minutos/semana)	3011.78 ± 1813.06

Legenda: IMC – Índice de Massa Corporal, DP – desvio padrão, IPAQ – Questionário Internacional para Avaliação de Atividade Física

Os níveis de ativação das subdivisões anterior, média e posterior do MG durante a execução dos 4 exercícios podem ser observados nas Figuras 6, 7, 8 e 9 assim como na Tabela 2, sendo possível identificar a existência de alguns outliers.

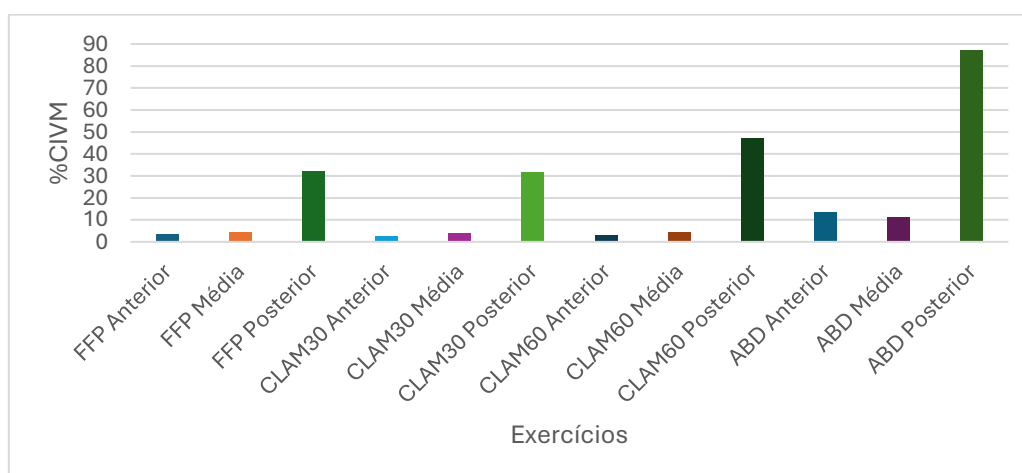


Figura 6 - Medianas da Ativação das Subdivisões do Médio Glúteo

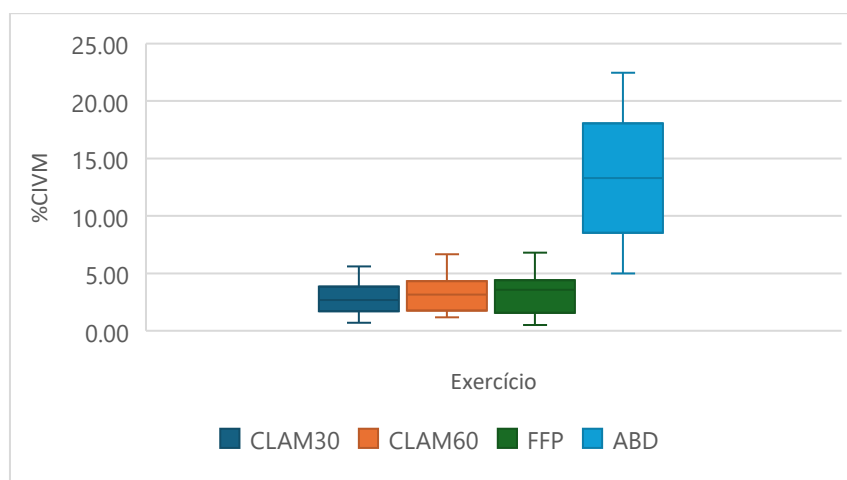
Legenda: CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima, CLAM30 – Clam Exercise 30°, CLAM60 – Clam Exercise 60°, FFP – Figure-of-four Position, ABD – Abdução da Anca

Tabela 2 - Níveis de Ativação das Subdivisões do Médio Glúteo

Subdivisão do Médio Glúteo	Exercício	Mediana (%CIVM)	Intervalo Interquartil (%CIVM)
Anterior	FFP	3.58	1.65 – 4.4
	CLAM30	2.69	1.7 – 3.86
	CLAM60	3.16	1.78 – 4.32
	ABD	13.30	8.55 – 18.07
Média	FFP	4.35	2.42 – 6.3
	CLAM30	3.87	2.16 – 4.86
	CLAM60	4.37	2.99 – 7.84
	ABD	11.21	9.12 – 13.56
Posterior	FFP	32.08	25.00 – 60.00
	CLAM30	31.82	20.27 – 61.74
	CLAM60	46.96	30.00 – 60.00
	ABD	86.96	60.00 – 128.00

Legenda: CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima, CLAM30 – Clam Exercise 30°, CLAM60 – Clam Exercise 60°, FFP – Figure-of-four Position, ABD – Abdução da Anca

Os valores de ativação da subdivisão anterior foram semelhantes em todos os exercícios, com a exceção do exercício de ABD, que registou uma contração superior relativamente aos restantes – apresenta, a nível da mediana, uma diferença de aproximadamente 10%. Relativamente à dispersão dos dados observou-se um comportamento semelhante, em que apenas a ABD se destaca dos restantes, apresentando um intervalo interquartil maior. A ativação da subdivisão anterior pode ser observada na Figura 7.

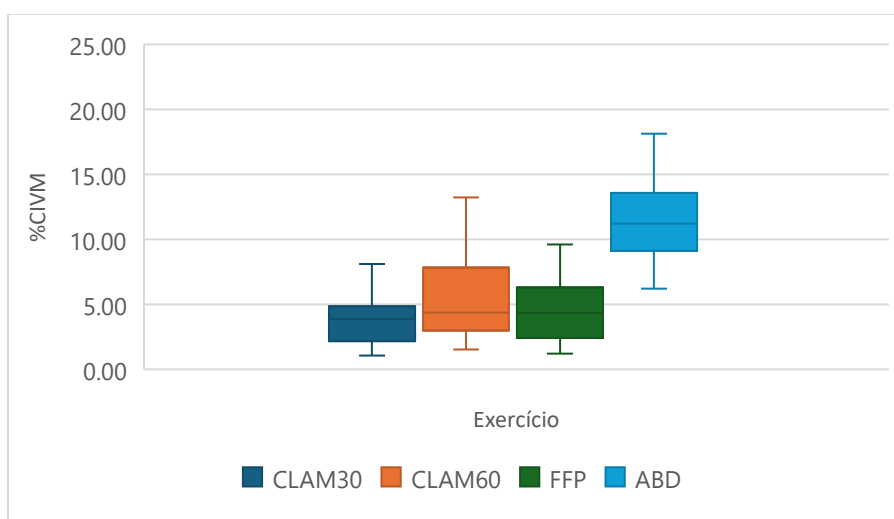


Legenda: CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima, CLAM30 – Clam Exercise 30°, CLAM60 – Clam Exercise 60°, FFP – Figure-of-four Position, ABD – Abdução da Anca

Figura 7 – Níveis de Ativação da Subdivisão Anterior do Médio Glúteo

Na subdivisão média pode observar-se um comportamento semelhante, em que as medianas e os intervalos interquartis são parecidos entre si em todos os exercícios, com a exceção da ABD. A ABD apresenta uma mediana de 11.2%, diferente dos restantes exercícios, que apresentam apenas uma mediana que se encontra entre os 3.9 - 4.4%.

Em termos de intervalos interquartil, pode observar-se uma dispersão semelhante em todos os exercícios. A ativação da subdivisão média pode ser observada na Figura 3.

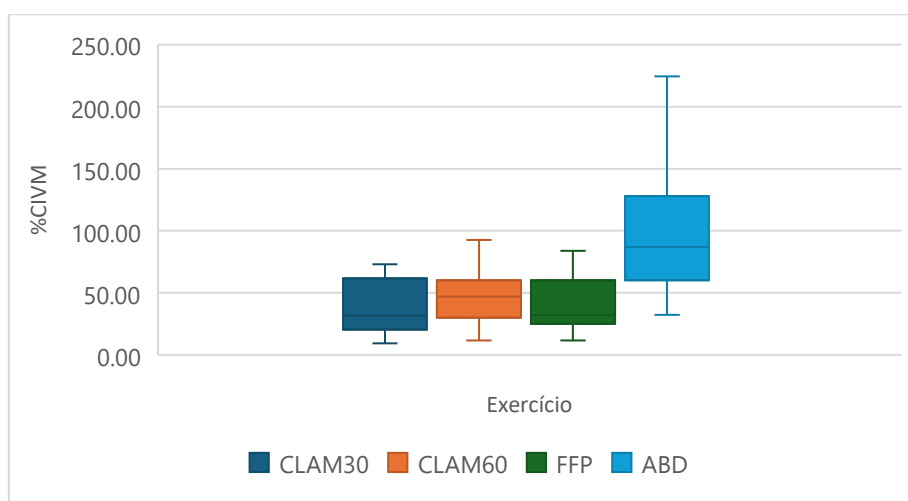


Legenda: CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima, CLAM30 – Clam Exercise 30°, CLAM60 – Clam Exercise 60°, FFP – Figure-of-four Position, ABD – Abdução da Anca

Figura 8 – Níveis de Ativação da Subdivisão Média do Médio Glúteo

De uma forma global, quando comparada com os níveis de contração das subdivisões anterior e média, a subdivisão posterior apresenta níveis de ativação muito mais elevados em qualquer dos exercícios em estudo. No que toca a medianas, o exercício ABD apresenta aproximadamente um valor 40% superior aos restantes exercícios, que apresentam medianas semelhantes entre si.

Em termos de dispersão de dados, mais uma vez o ABD apresenta valores bem superiores, ao passo que os restantes exercícios são semelhantes entre si. A ativação da subdivisão posterior pode ser observada na Figura 4.



Legenda: CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima, CLAM30 – Clam Exercise 30°, CLAM60 – Clam Exercise 60°, FFP – Figure-of-four Position, ABD – Abdução da Anca

Figura 9 – Níveis de Ativação da Subdivisão Posterior do Médio Glúteo

Na Tabela 3 podem observar-se os valores de ativação das subdivisões do MG nos diferentes exercícios. Relativamente à ativação das subdivisões, observou-se que o exercício de ABD apresenta diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.001$) comparativamente com os restantes, apresentando níveis de ativação superiores para todas as subdivisões. Os exercícios CLAM30, CLAM60 E FFP não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si, nomeadamente ao nível da intensidade de ativação das diferentes subdivisões estudadas ($p > 0.13$).

Tabela 3 - Diferenças entre exercícios na ativação muscular das subdivisões do MG

Subdivisão	Exercício	Mediana (%CIVM)	Intervalo Interquartil (%CIVM)	Mann-Whitney U	Par em Comparação
Anterior				U = 207	CLAM30 - CLAM60, $p = 0.21$
	FFP	3.58	1.65 – 4.4	U = 245	CLAM30 – FFP, $p = 0.68$
	CLAM30	2.69	1.7 – 3.86	U = 4	CLAM30 – ABD, $p < 0.001^*$
	CLAM60	3.16	1.78 – 4.32	U = 245	CLAM60 – FFP, $p = 0.68$
	ABD	13.3	8.55 – 18.07	U = 18	CLAM60 – ABD, $p < 0.001^*$
			U = 32	FFP - ABD, $p < 0.001^*$	
Média				U = 216	CLAM30 - CLAM60, $p = 0.30$
	FFP	4.35	2.42 – 6.3	U = 253	CLAM30 – FFP, $p = 0.82$
	CLAM30	3.87	2.16 – 4.86	U = 38	CLAM30 – ABD, $p < 0.001^*$
	CLAM60	4.37	2.99 – 7.84	U = 220	CLAM60 – FFP, $p = 0.33$
	ABD	11.21	9.12 – 13.56	U = 52	CLAM60 – ABD, $p < 0.001^*$
			U = 14	FFP - ABD, $p < 0.001^*$	
Posterior				U = 195	CLAM30 - CLAM60, $p = 0.13$
	FFP	32.08	25.00 – 60.00	U = 253	CLAM30 – FFP, $p = 0.81$
	CLAM30	31.82	20.27 – 61.74	U = 52	CLAM30 – ABD, $p < 0.001^*$
	CLAM60	46.96	30.00 – 60.00	U = 203	CLAM60 – FFP, $p = 0.18$
	ABD	86.96	60.00 – 128.00	U = 93	CLAM60 – ABD, $p < 0.001^*$
			U = 52.5	FFP - ABD, $p < 0.001^*$	

Legenda: * - diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$), CLAM30 – Clam Exercise 30°, CLAM60 – Clam Exercise 60°, FFP – Figure-of-four Position, ABD – Abdução da anca, CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima

Discussão

Este estudo teve como objetivo avaliar e comparar a intensidade de atividade muscular das três subdivisões do MG (anterior, média, posterior), durante a realização de 4 exercícios sem carga adicional frequentemente utilizados em contexto clínico, em indivíduos adultos saudáveis. Tendo em conta os resultados obtidos, foi possível verificar que as subdivisões do MG têm ações funcionais distintas e que os níveis de ativação muscular são influenciados pelo tipo de exercício.

No que diz respeito aos dados eletromiográficos e sua análise, a %CIVM é categorizada em função do seu valor, nomeadamente uma ativação: baixa (0-20% CIVM), moderada (21-40% CIVM), alta (41-60% CIVM) e muito alta (>60% CIVM) (Macadam et al., 2019). Estes intervalos de referência são importantes para a prescrição de exercício, já que é sugerido que, para propósito de fortalecimento muscular será necessária, no mínimo, uma contração alta (Ganderton et al., 2017).

A abdução é dos exercícios mais explorados dentro da análise eletromiográfica do MG, podendo observar-se a nível de literatura uma ativação moderada (40% CIVM) para o MG, quando estudado como músculo único (Moore et al., 2020), que contrasta bastante com os valores identificados neste estudo: as ativações baixas identificadas para as subdivisões anterior (13.3% CIVM) e média (11.2% CIVM) e a ativação muito alta (86.96% CIVM) para a subdivisão posterior. Estes achados reforçam a ideia de que o MG é um músculo segmentado e cujas subdivisões têm comportamentos diferentes, aquando da realização de um mesmo exercício (O'Sullivan et al., 2010).

O exercício *FFP* foi também analisado noutra estudo, tendo obtido valores de 4% CIVM para a subdivisão anterior, 7% para a subdivisão média e 44% CIVM para a subdivisão posterior (Jardim et al., 2023). Parte destes valores vão ao encontro do observado no presente estudo, que também observou uma ativação baixa para as subdivisões anterior (3.58% CIVM) e média (4.35% CIVM). Contudo, relativamente à divisão posterior foi observada uma ativação moderada (32.08% CIVM), que contrasta com os 44% CIVM (ativação alta) encontrados no referido estudo. Surgem duas explicações possíveis para a diferença observada: variabilidade da amostra e quantidade de exercícios em estudo. O presente estudo apresentou uma amostra com um elevado nível de atividade física (3011.78 MET), diferentes dos 1099.82 MET identificados no estudo anterior (Jardim et al., 2023). Indivíduos com melhor condição física

apresentam uma maior eficiência no recrutamento motor, possivelmente apresentado uma ativação muscular diminuída para uma mesma tarefa, quando comparados com indivíduos com menor condição física (Hortobágyi et al., 2022). Por outro lado, o presente estudo analisou 4 exercícios, ao invés dos 2 analisados no estudo em comparação. A diferença do número de exercícios pode levar a que se observe algum nível de fadiga, o que poderia explicar uma ativação muscular reduzida.

O exercício *Clam* foi analisado noutra estudo, com ligeiras alterações na forma de execução (abdução de apenas 45°, ao invés dos 30° ou 60° utilizados no presente estudo), tendo os autores obtido os seguintes valores: 3% CIVM para a subdivisão anterior, 13% CIVM para a subdivisão média e 23% CIVM para a subdivisão posterior (Ganderton et al., 2017). Os dados das subdivisões anterior e média vão ao encontro aos obtidos neste estudo, correspondendo a uma ativação baixa (<20% CIVM), tanto no *Clam* a 30° como no *Clam* a 60°. Contudo, a subdivisão posterior apresentou no presente estudo uma ativação alta (46.96% CIVM) no *Clam* a 60°, diferente da ativação moderada (23% CIVM) encontrada no estudo referido. No caso do *Clam* a 30°, neste estudo, também se observou uma ativação moderada (32% CIVM). No entanto, não foram detetadas diferenças significativas para a subdivisão posterior entre o *Clam* a 30° e *Clam* a 60° ($p=0.13$), pelo que não se poderá tirar conclusões destas diferenças. Não obstante, é importante que referir que o estudo com o qual se compara foi conduzido com eletromiografia *fine-wire*, ao invés de eletromiografia de superfície, o que poderá inviabilizar a comparação dos resultados.

Dentro dos exercícios explorados, apenas a ABD se destaca no facto de induzir uma ativação significativamente superior nas diferentes subdivisões do MG, quando comparado às ativações destas mesmas subdivisões nos restantes exercícios em estudo, ($p < 0.001$). Uma possível explicação para esta ativação superior poderá ser o facto de o exercício de Abdução apresentar um maior braço de alavanca quando comparado com os restantes, exigindo assim maiores níveis de ativação muscular.

Como referido anteriormente, para que um exercício seja considerado com o propósito de fortalecimento muscular, deve apresentar pelo menos uma ativação alta. Nos exercícios estudados, as subdivisões anterior e média apresentaram sempre um nível de ativação baixo (<13.4% CIVM), e a subdivisão posterior com ativação moderada no exercício *FFP* (32% CIVM) e no *Clam* a 30° de abdução da anca (32% CIVM). A subdivisão posterior apresentou

uma ativação alta no *Clam* a 60° de abdução da anca (47% CIVM) e uma ativação muito alta na ABD (87% CIVM). Com base nestes resultados, tem-se assim que apenas o *Clam* a 60° de abdução da anca e a ABD da anca parecem ser os exercícios melhor direcionados para o fortalecimento da subdivisão posterior do MG. No entanto, como referido anteriormente, não há diferenças estatisticamente significativas entre a ativação da subdivisão posterior entre o *Clam* a 30° e *Clam* a 60°, pelo que é preciso cautela na interpretação de que o *Clam* a 60° de abdução da anca seja uma opção mais relevante para o fortalecimento da subdivisão posterior do MG, comparativamente ao *Clam* a 30°.

No entanto, exercícios que não provoquem níveis altos de ativação podem ser à mesma benéficos num contexto de reabilitação progressiva, particularmente se o utente apresentar grandes limitações físicas ou dor (Moore et al., 2020). Por outro lado, um atleta poderá eventualmente atingir níveis elevados de ativação muscular se adicionar carga adicional no exercício de abdução, por exemplo com recurso carga externa (p.e. pesos ou bandas elásticas) (Moore et al., 2020). Assim, podem considerar-se os outros exercícios testados neste estudo num programa de intervenção que tenha como alvo as subdivisões anterior e média do MG, numa perspetiva de reabilitação progressiva, que permita, posteriormente introduzir exercícios direcionados para a melhoria da força muscular.

No seguimento da relevância dos exercícios que apresentem uma baixa ativação muscular, foi interessante identificar a ausência de diferenças estatisticamente significativas entre o *Clam* a 30° e o *Clam* a 60°. Se do ponto de vista da reabilitação o *Clam* for um exercício pertinente para o utente, poderá ser importante para algumas populações o facto de não importar se a amplitude alcançada é de 30° ou 60° de abdução da anca, visto ter o mesmo impacto em termos de ativação muscular das subdivisões do MG.

Além disso, é relevante também notar que os *Clams* e o FFP não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si, apesar de os primeiros serem uma contração isotónica e o último uma contração isométrica. O facto de ambos os tipos de contração provocarem níveis semelhantes de ativação nos exercícios em causa poderá ser relevante para alguns casos clínicos.

Este estudo apresenta alguns contributos interessantes. O facto de se ter replicado o mesmo protocolo metodológico que em estudos anteriores (Jardim et al., 2023; O’Sullivan et al., 2010; O’Sullivan et al., 2012), no que toca ao procedimento de recolha de dados e da realização dos diferentes exercícios permite uma comparação mais direta com a literatura já existente. Esta replicação permite também uma maior segurança na interpretação dos dados, já que não há tantas variáveis diferentes que possam influenciar os resultados obtidos.

Adicionalmente, permitiu a obtenção de dados concretos sobre a realização de exercícios sem carga adicional, que pode vir a contribuir para uma prescrição de exercício mais informada, preenchendo uma falha existente a nível de literatura sobre a ativação muscular das subdivisões do MG em exercícios sem carga adicional.

Por outro lado, este estudo teve algumas limitações. A primeira prende-se com problemas amostrais. Apesar do número da amostra ($n=23$) ter excedido os 19 indivíduos identificados como necessários, os voluntários no estudo consistiram maioritariamente em pessoas com um nível elevado de atividade física, além de pertencer a uma faixa etária mais jovem, pelo que os resultados obtidos podem não ser relevantes para populações de diferentes faixas etárias e/ou com níveis de atividade física mais baixos.

Neste estudo, foram identificados vários fatores que podem influenciar a qualidade dos dados recolhidos, nomeadamente: posicionamento e fixação dos elétrodos, possíveis erros técnicos relacionados com a preparação da pele e o uso de eletromiografia de superfície ao invés de eletromiografia *fine-wire*.

Em alguns participantes o posicionamento dos elétrodos nem sempre foi linear, devido à dependência de identificação dos pontos por acidentes anatómicos e a variabilidade morfológica dos diferentes indivíduos, o que pode ter levado a pequenas flutuações no posicionamento dos elétrodos. Adicionalmente, mesmo com recurso à utilização de tape, houve alguns elétrodos que saíram do seu lugar original ou perderam temporariamente contacto com a pele, obrigando a uma nova recolha, podendo assim considerar-se a eventual existência de alguma acumulação de fadiga. De modo a minimizar os impactos negativos referidos e a melhorar ao máximo a qualidade do sinal obtido foram tidos alguns cuidados a nível metodológico, como a limpeza da pele para redução da impedância e do uso de tape para fixação dos elétrodos.

O facto de não se conseguir assegurar a qualidade máxima do sinal eletromiográfico prende-se muito pelo uso da eletromiografia de superfície ao invés de eletromiografia *fine-wire*. A primeira está muito mais sujeita a fenómenos de *cross-talk* e de ruídos artefacto (Semciw et al., 2014). Especialmente no caso do médio glúteo, que não é um músculo superficial, existe uma maior predisposição para a captação de sinais não relevantes para o músculo em estudo, devido a um revestimento anatómico pelo tensor da fáscia lata e grande glúteo (Moore et al., 2020). Até mesmo a subdivisão média, na zona exposta do músculo, está sujeita a *crosstalk* do grande glúteo (Semciw et al., 2014). Há ainda que considerar, no caso de movimentos de grande amplitude, o artefacto associado ao movimento relativo do músculo com o eléctrodo (Moore et al., 2020).

Neste estudo só foi considerado o nível de ativação muscular, não havendo informação relativa aos *timings* de ativação muscular nem à ativação de sinergistas e/ou de antagonistas para um exercício terapêutico. Todos estes dados poderiam acrescentar mais-valias no momento da consideração da utilização dos exercícios estudados num contexto de reabilitação (O'Sullivan et al., 2010), já que algumas condições, como é o caso da dor patelofemoral, apresentam diferentes *onsets* de ativação muscular quando comparadas com indivíduos saudáveis (Barton et al., 2013; Cowan et al., 2009).

É também importante realçar que os resultados se encontram expressos em % CIVM para cada subdivisão, não sendo os dados em bruto da ativação muscular. Isto é relevante no caso da subdivisão posterior, que teve consistentemente os menores valores RMS durante os testes de CIVM e nos exercícios em estudo. No entanto, quando expressa em % CIVM apresenta-se como sendo claramente superior à ativação das outras subdivisões, no caso da abdução até mesmo chegando a ultrapassar os valores do teste de CIVM (>100% CIVM). É fundamental não interpretar os resultados obtidos como sendo a subdivisão posterior com uma maior ativação muscular geral. Isto é consistente com literatura anterior, que identifica como principais funções do MG a abdução e rotação interna (O'Sullivan et al., 2010).

É também relevante destacar o facto de a subdivisão posterior ter valores de %CIVM que ultrapassam os 100%. Isto aconteceu apenas no exercício de abdução, que recrutou em alguns casos valores superiores aos obtidos durante o teste de CIVM para a subdivisão posterior. Isto sugere que, para esta subdivisão, o teste de CIVM a utilizar seria antes o exercício que maior

recrutamento provoca na subdivisão em estudo (Ganderton et al., 2017), neste caso o exercício de abdução.

De modo a ter o máximo de relevância para a prática clínica, seria fundamental que estudos futuros considerassem também uma amostra com indivíduos sintomáticos e/ou de diferentes faixas etárias, que permitissem uma generalização ampla dos resultados.

Conclusões

Os resultados deste estudo reforçam a hipótese de que as subdivisões do MG têm ações funcionais distintas e que os níveis de ativação muscular são influenciados pelo tipo de exercício. Revelam também que o exercício de Abdução da Anca é uma alternativa viável de fortalecimento da subdivisão posterior, apesar de ser um exercício sem carga adicional.

Além disso, os restantes exercícios estudados parecem ser uma opção para as fases mais iniciais de programas de reabilitação, quando os utentes apresentem fortes limitações funcionais e/ou dor. Os dados deste estudo poderão contribuir para uma prescrição de exercício mais bem informada no âmbito de programas de reabilitação, nomeadamente no que diz respeito ao recrutamento do MG em situações em que elevada carga mecânica na articulação da anca e/ou no MI não é aconselhada.

Bibliografia

- Barton, C. J., Lack, S., Malliaras, P., & Morrissey, D. (2013). Gluteal muscle activity and patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 47(4), 207–214. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2012-090953>
- Bishop, B. N., Greenstein, J., Etnoyer-Slaski, J. L., Sterling, H., & Topp, R. (2018). Electromyographic Analysis of Gluteus Maximus, Gluteus Medius, and Tensor Fascia Latae During Therapeutic Exercises With and Without Elastic Resistance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(4), 668–675. <https://doi.org/10.26603/ijsp20180668>
- Bolglia, L. A., Malone, T. R., Umberger, B. R., & Uhl, T. L. (2008). Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 38(1), 12–18. <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2462>
- Boren, K., Conrey, C., Le Coguic, J., Paprocki, L., Voight, M., & Robinson, T. K. (2011). IJSPT ELECTROMYOGRAPHIC ANALYSIS OF GLUTEUS MEDIUS AND GLUTEUS MAXIMUS DURING REHABILITATION EXERCISES. In *The International Journal of Sports Physical Therapy* | (Vol. 6, Issue 3).
- Campaniço, H. M. P. G. (2016). *Validade simultânea do questionário internacional de actividade física através da medição objectiva da actividade física por actigrafia proporcional* [Dissertação de Mestrado / Master Thesis]. Universidade de Lisboa Faculdade de Motricidade Humana.
- Coggon, D., Rose, G., & Barker, D. (1997). *Epidemiology for the uninitiated* (4th ed.). BMJ Books.
- Cooper, N. A., Scavo, K. M., Strickland, K. J., Tipayamongkol, N., Nicholson, J. D., Bewyer, D. C., & Sluka, K. A. (2016). Prevalence of gluteus medius weakness in people with chronic low back pain compared to healthy controls. *European Spine Journal : Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 25(4), 1258–1265. <https://doi.org/10.1007/S00586-015-4027-6>
- Cowan, S. M., Crossley, K. M., & Bennell, K. L. (2009). Altered hip and trunk muscle function in individuals with patellofemoral pain. *British Journal of Sports Medicine*, 43(8), 584–588. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.053553>
- Distefano, L. J., Blackburn, J. T., Marshall, S. W., & Padua, D. A. (2009). Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 39(7), 532–540. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2796>

- Dragoo, J. L., Johnson, C., & McConnell, J. (2012). Evaluation and Treatment of Disorders of the Infrapatellar Fat Pad. *Sports Medicine*, 42(1), 51–67.
- Dragoo, J. L., Johnson, C., & McConnell, J. (2012). Evaluation and treatment of disorders of the infrapatellar fat pad. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(1), 51–67. <https://doi.org/10.2165/11595680-000000000-00000>
- Earl, J. E., Hertel, J., & Denegar, C. R. (2005). Patterns of dynamic malalignment, muscle activation, joint motion, and patellofemoral-pain syndrome. *Journal of Sport Rehabilitation*, 14(3), 215–233. <https://doi.org/10.1123/JSR.14.3.216>
- Ebert, J. R., Edwards, P. K., Fick, D. P., & Janes, G. C. (2017). Systematic review of rehabilitation exercises to progressively load the Gluteus Medius. In *Journal of Sport Rehabilitation* (Vol. 26, Issue 5, pp. 418–436). Human Kinetics Publishers Inc. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0088>
- Ekstrom, R. A., Donatelli, R. A., & Carp, K. C. (2007). Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 37(12), 754–762. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2471>
- Eng, J. (2003). Sample size estimation: how many individuals should be studied? *Radiology*, 227(2), 309–313. <https://doi.org/10.1148/RADIOL.2272012051>
- Escamilla, R. F., & Andrews, J. R. (2009). Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 39(7), 569–590. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939070-00004>
- Fan, Z., Yan, J., Zhou, Z., Gao, Y., Tang, J., Li, Y., Zhang, Z., Yang, M., & Lv, J. (2022). Delayed versus Accelerated Weight-bearing Rehabilitation Protocol Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 54. <https://doi.org/10.2340/jrm.v53.1438>
- Felicio, L. R., de Carvalho, C. A. M., Dias, C. L. C. A., & Vigário, P. dos S. (2019). Electromyographic activity of the quadriceps and gluteus medius muscles during/different straight leg raise and squat exercises in women with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 48, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2019.05.017>
- Ganderton, C., Pizzari, T., Cook, J., & Semciw, A. (2017). Gluteus Minimus and Gluteus Medius Muscle Activity during Common Rehabilitation Exercises in Healthy Postmenopausal Women. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 47(12), 914–922. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7229>
- Graven-Nielsen, T., & Arendt-Nielsen, L. (2008). Impact of clinical and experimental pain on muscle strength and activity. *Current Rheumatology Reports*, 10(6), 475–481. <https://doi.org/10.1007/s11926-008-0078-6>

- Grimaldi, A., Richardson, C., Stanton, W., Durbridge, G., Donnelly, W., & Hides, J. (2009). The association between degenerative hip joint pathology and size of the gluteus medius, gluteus minimus and piriformis muscles. *Manual Therapy, 14*(6), 605–610. <https://doi.org/10.1016/J.MATH.2009.07.004>
- Hammond, K. E., Kneer, L., & Cicinelli, P. (2021). Rehabilitation of Soft Tissue Injuries of the Hip and Pelvis. *Clinics in Sports Medicine, 40*(2), 409–428. <https://doi.org/10.1016/J.CSM.2021.01.002>
- Heo, H.-J., An, D.-H., Yoo, W.-G., & Oh, J.-S. (2013). EMG Analysis of Gluteus Medius Subdivisions during Modified Unilateral Biofeedback Exercises for the Lower Limbs. *Journal of Physical Therapy Science, 25*(1), 85–88. <https://doi.org/10.1589/jpts.25.85>
- Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. In *Journal of Electromyography and Kinesiology* (Vol. 10). www.elsevier.com/locate/jelekin
- Hortobágyi, T., DeVita, P., Brady, R., & Rider, P. (2022). Training History-Dependent Functional Role of EMG Model-Predicted Antagonist Moments in Knee Extensor Moment Generation in Healthy Young Adults. *Biomechanics, 2*(1), 7–19. <https://doi.org/10.3390/biomechanics2010002>
- Jardim, M., Santos, I., & da Silva, M. G. (2023). Electromyographic analysis of the three subdivisions of the gluteus medius during Wall Press Exercise and Figure-of-Four Position. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 36*(3), 721–729. <https://doi.org/10.3233/BMR-220188>
- Ju, S. K., & Yoo, W. G. (2016). Electromyographic analysis of gluteus medius subdivisions during hip abductor strengthening exercises. *Isokinetics and Exercise Science, 24*(2), 91–98. <https://doi.org/10.3233/IES-150605>
- Keeney, J. A., & Nam, D. (2015). Inconsistent Patient Responses May Limit the Value of Using Multiple Total Knee Arthroplasty Assessment Tools to Define Implant Performance. *The Journal of Arthroplasty, 30*(9), 1518–1520. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.04.003>
- Konrad, P. (2005). *The ABC of EMG: A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*. Noraxon Inc.
- Larivière, C., Da Silva, R. A., Arsenault, A. B., Nadeau, S., Plamondon, A., & Vadeboncoeur, R. (2010). Specificity of a back muscle exercise machine in healthy and low back pain subjects. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 42*(3), 592–599. <https://doi.org/10.1249/MSS.0B013E3181B96029>
- Louw, M., & Deary, C. (2014). The biomechanical variables involved in the aetiology of iliotibial band syndrome in distance runners - A systematic review of the literature. *Physical Therapy in Sport : Official Journal of the Association of Chartered*

Physiotherapists in Sports Medicine, 15(1), 64–75.

<https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2013.07.002>

- Macadam, P., & Feser, E. H. (2019). EXAMINATION OF GLUTEUS MAXIMUS ELECTROMYOGRAPHIC EXCITATION ASSOCIATED WITH DYNAMIC HIP EXTENSION DURING BODY WEIGHT EXERCISE: A SYSTEMATIC REVIEW. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(1), 14–31. <https://doi.org/10.26603/ijsp20190014>
- Marshall, A. R., Noronha, M. De, Zacharias, A., Kapakoulakis, T., & Green, R. (2016). Structure and function of the abductors in patients with hip osteoarthritis: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 29(2), 191–204. <https://doi.org/10.3233/BMR-150614>
- McConnell, J. (2002). The physical therapist's approach to patellofemoral disorders. *Clinics in Sports Medicine*, 21(3), 363–387. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(02\)00027-3](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(02)00027-3)
- McConnell, J., & Bennell, K. (2006). Conservative management of anterior knee pain: The mcconnell program. *Anterior Knee Pain and Patellar Instability*, 167–184. https://doi.org/10.1007/1-84628-143-1_10/COVER
- McKeon, M. D., Albert, W. J., & Neary, J. P. (2006). Assessment of neuromuscular and haemodynamic activity in individuals with and without chronic low back pain. *Dynamic Medicine : DM*, 5. <https://doi.org/10.1186/1476-5918-5-6>
- Moore, D., Semciw, A. I., & Pizzari, T. (2020). A systematic review and meta-analysis of common therapeutic exercises that generate highest muscle activity in the gluteus medius and gluteus minimus segments. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(6), 856–881. <https://doi.org/10.26603/ijsp20200856>
- Muragod, A., Patil, V., & Nitsure, P. (2014). Immediate effects of static stretching versus myofascial release in iliotibial band tightness in long distance runners-a randomised clinical trial. *European Journal of Sport Science*, 2(1).
- Neumann, D. A. (2010). Kinesiology of the Hip: A Focus on Muscular Actions. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(2), 82–94. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3025>
- Noehren, B., Schmitz, A., Hempel, R., Westlake, C., & Black, W. (2014). Assessment of strength, flexibility, and running mechanics in men with iliotibial band syndrome. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 44(3), 217–222. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2014.4991>
- O'Dwyer, C., Sainsbury, D., & O'Sullivan, K. (2011). Gluteus Medius Muscle Activation During Isometric Muscle Contractions. *Journal of Sport Rehabilitation*, 20, 174–186.

- O'sullivan, K., Herbert, E., Sainsbury, D., McCreesh, K., & Clifford, A. (2012). No Difference in Gluteus Medius Activation in Women With Mild Patellofemoral Pain. In *Journal of Sport Rehabilitation* (Vol. 21).
- O'Sullivan, K., Herbert, E., Sainsbury, D., McCreesh, K., & Clifford, A. (2012). No Difference in Gluteus Medius Activation in Women With Mild Patellofemoral Pain. *Journal of Sport Rehabilitation*, 21(2), 110–118. <https://doi.org/10.1123/jsr.21.2.110>
- O'Sullivan, K., Smith, S. M., & Sainsbury, D. (2010). Electromyographic analysis of the three subdivisions of gluteus medius during weight-bearing exercises. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy and Technology*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/1758-2555-2-17>
- Péter, A., Andersson, E., Hegyi, A., Finni, T., Tarassova, O., Cronin, N., Grundström, H., & Arndt, A. (2019). Comparing Surface and Fine-Wire Electromyography Activity of Lower Leg Muscles at Different Walking Speeds. *Frontiers in Physiology*, 10, 1283. <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2019.01283>
- Porto Da Rocha, R. (2001). Surgical anatomy of the gluteal region's subcutaneous screen and its use in plastic surgery. *Aesthetic Plastic Surgery*, 25(2), 140–144. <https://doi.org/10.1007/S002660010111>
- Powers, C. M. (2010). The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: a Biomechanical Perspective. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(2), 42–51.
- Röhrig, B., du Prel, J. B., & Blettner, M. (2009). Study Design in Medical Research: Part 2 of a Series on the Evaluation of Scientific Publications. *Deutsches Ärzteblatt International*, 106(11), 184. <https://doi.org/10.3238/ARZTEBL.2009.0184>
- Schmidt, E., Harris-Hayes, M., & Salsich, G. B. (2019). Dynamic knee valgus kinematics and their relationship to pain in women with patellofemoral pain compared to women with chronic hip joint pain. *Journal of Sport and Health Science*, 8(5), 486–493. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.08.001>
- Schmitz, R. J., Kulas, A. S., Perrin, D. H., Riemann, B. L., & Shultz, S. J. (2007). Sex differences in lower extremity biomechanics during single leg landings. *Clinical Biomechanics*, 22(6), 681–688. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2007.03.001>
- Selkowitz, D. M., Beneck, G. J., & Powers, C. M. (2013). Which Exercises Target the Gluteal Muscles While Minimizing Activation of the Tensor 1 Fascia Lata? Electromyographic Assessment Using Fine-Wire Electrodes. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 43(2), 54–64.
- Semciw, A. I., Green, R. A., Murley, G. S., & Pizzari, T. (2014). Gluteus minimus: an intramuscular EMG investigation of anterior and posterior segments during gait. *Gait & Posture*, 39(2), 822–826. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2013.11.008>

- Semciw, A., Neate, R., & Pizzari, T. (2014). A comparison of surface and fine wire EMG recordings of gluteus medius during selected maximum isometric voluntary contractions of the hip. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(6), 835–840. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.08.015>
- Semciw, A., Neate, R., & Pizzari, T. (2016). Running related gluteus medius function in health and injury: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 30, 98–110. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.06.005>
- SENIAM. (n.d.). *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles*. Retrieved May 16, 2022, from <http://www.seniam.org/>
- Shah, A., & Bordoni, B. (2023). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Gluteus Medius Muscle. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557509/>
- Silverman, J. D., Balbinot, G., Masani, K., Zariffa, J., & Eng, P. (2021). Validity and Reliability of Surface Electromyography Features in Lower Extremity Muscle Contraction in Healthy and Spinal Cord-Injured Participants. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 27(4), 14–27. <https://doi.org/10.46292/SCI20-00001>
- Sims, K. J., Richardson, C. A., & Brauer, S. G. (2002). Investigation of hip abductor activation in subjects with clinical unilateral hip osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 61(8), 687. <https://doi.org/10.1136/ARD.61.8.687>
- Sinsurin, K., Pluemjai, S., Srisangboriboon, S., Suanshan, S., & Vachalathiti, R. (2015). Gluteus Medius Muscle Activities during Standing Hip Abduction Exercises in the Transverse Plane at Different Angles. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet Thangphaet*, 98 Suppl 5, S42-7.
- Tanamas, S., Hanna, F. S., Cicuttini, F. M., Wluka, A. E., Berry, P., & Urquhart, D. M. (2009). Does knee malalignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review. *Arthritis and Rheumatism*, 61(4), 459–467. <https://doi.org/10.1002/ART.24336>
- Ward, S. R., Winters, T. M., & Blemker, S. S. (2010). The architectural design of the gluteal muscle group: Implications for movement and rehabilitation. In *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Vol. 40, Issue 2, pp. 95–102). Movement Science Media. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3302>

Apêndices

Apêndice I – E-mail de Divulgação à Comunidade Académica do IPS

À comunidade académica do Instituto Politécnico de Setúbal,

Venho por este meio solicitar a vossa colaboração no âmbito da realização da minha tese do Mestrado em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas, intitulada: 'Análise Eletromiográfica das Subdivisões do Médio Glúteo em Exercícios sem Carga Adicional', para a qual procuro voluntários saudáveis entre os 18-30 anos e que tenham prática de atividade física e/ou desportiva de forma regular.

Caso tenham interesse em participar, ou queiram receber mais informações sobre o estudo, por favor entrem em contacto através do seguinte e-mail: jgdb27@gmail.com.

Obrigado pela vossa disponibilidade e colaboração.

Atenciosamente,

José Bandeira

Apêndice II – Post de Divulgação à Comunidade em Geral

VEM PARTICIPAR NESTE ESTUDO!

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DAS SUBDIVISÕES DO MÉDIO GLÚTEO

Middle part
Anterior part
Posterior part

TENS ENTRE 18-30 ANOS E ÉS FISICAMENTE ATIVO?

+ INFO NA DESCRIÇÃO

És um apaixonado pelo mundo do exercício?

Gostas de perceber como diferentes exercícios podem influenciar a ativação de um mesmo músculo?

Vem ajudar-me na realização de um estudo sobre a ativação do médio glúteo, para a minha tese de mestrado.

[Informação Adicional]

🕒 Duração do Estudo: 50 mins

📍 Local: Laboratório "Sense & Motion Lab" do Instituto Politécnico de Setúbal

✅ Critérios de Elegibilidade:

1. Idade 18-30
2. Fisicamente ativo
3. Sem lesões do membro inferior que condicionem a realização dos exercícios

DM para mais informações.

Apêndice III – Manual de Recrutamento



Código atribuído ao Participante: _____

Data: ___ / ___ / _____

Critérios de Inclusão:

Idade (18-30)

Nível de atividade física

(pelo menos moderada na IPAQ versão curta)

Critérios de Exclusão:

Condição Clínica/Patologia (músculo-esquelética, neurológica, pulmonar, cardíaca, outra...)?

Sintomas que impeçam/alterem a realização dos exercícios em estudo?

História clínica de cirurgia ao membro inferior ou de lesão nos 6 meses prévios ao início do estudo que interfira com a realização dos exercícios?

Problemas de pele que impeçam a colocação dos elétrodos?

Apêndice IV – Carta Explicativa para Participantes

Carta Explicativa para Participantes

Análise Eletromiográfica das Subdivisões do Médio Glúteo em Exercícios Sem Carga Adicional

É por este meio convidado a participar num estudo enquadrado na Unidade Curricular de Relatório de Investigação do 2º ano do Curso de Mestrado em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas, lecionado em parceria pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal com a Nova Medical School/ Faculdade de Ciências Médicas e a Escola Nacional de Saúde Pública da Universidade Nova de Lisboa, a realizar pelo discente José Goulão Diogo Bandeira sob orientação científica do Professora Rita Fernandes e do Professor Marco Jardim.

Gostaríamos de contar consigo para este estudo. Previamente a tomar essa decisão, é imprescindível que entenda os motivos pelos quais este estudo está a ser realizado e o nível de envolvimento que lhe é pedido. Pedimos que leve o tempo que necessitar para ler a informação que se segue. Poderá, caso o entenda, falar com outras pessoas sobre este estudo.

Este documento é composto por duas partes: a parte 1 engloba informação sobre o propósito deste estudo e nível de envolvimento que lhe será pedido. A parte 2 proporciona informação mais detalhada sobre a forma como o estudo será conduzido.

Se algum aspeto não for claro ou desejar mais informações não hesite em colocar as suas dúvidas. Utilize o tempo que necessitar para tomar a decisão de participar ou não neste estudo.

Parte 1 | O propósito do estudo e o nível de envolvimento que lhe é pedido

Qual é a finalidade do estudo?

O objetivo deste estudo é avaliar os níveis de atividade muscular das três subdivisões do médio glúteo (anterior, média, posterior), durante a realização de exercícios sem carga adicional frequentemente utilizados na prática clínica dos fisioterapeutas.

Porque fui convidado(a)?

Foi convidado(a) a participar neste estudo por ter entre 18-30 anos e pela prática de atividade física e/ou desportiva de forma regular.

Tenho mesmo de participar?

A decisão de participar é apenas sua. O estudo e respetivos procedimentos encontram-se descritos nesta ficha informativa. Terá todo o tempo que necessitar para ler e colocar questões. Posteriormente, iremos pedir o seu consentimento informado. É livre de desistir do estudo a qualquer momento, sem necessidade de prestar justificações. Esta decisão não acarretará qualquer tipo de prejuízos para si.

O que acontece, se aceitar participar?

Se decidir participar neste estudo iremos confirmar se reúne todos os critérios de participação e posteriormente realizar a avaliação dos níveis de atividade muscular das diferentes subdivisões do músculo Médio Glúteo durante a realização de 3 diferentes exercícios. Nesse sentido será agendada uma data e hora que seja da sua conveniência para poder comparecer nas instalações do “Sense & Motion Lab” da ESS-IPS e procedermos à verificação dos critérios de elegibilidade, ao preenchimento de um formulário de caracterização sociodemográfica (ex. idade, peso, altura) e avaliação da atividade dos seus músculos durante a realização de 3 exercícios. Para todos este processo, estima-se que tenha de despende 40 a 50 minutos do seu tempo.

Quais são as possíveis vantagens em participar?

Não irá receber nenhum benefício imediato por participar neste estudo. No entanto, a informação recolhida poderá ser um contributo adicional para melhor compreender os níveis de ativação das diferentes subdivisões do médio glúteo e ajudar os fisioterapeutas a melhor individualizar os planos de intervenção para as variadas apresentações clínicas ou para condições específicas.

Quais são as possíveis desvantagens ou riscos se aceitar participar?

Não são esperadas quaisquer consequências negativas para os participantes deste estudo. Se por algum motivo se sentir prejudicado, poderá abandonar o estudo a qualquer momento, sem necessidade de fornecer qualquer justificação.

E se houver algum problema?

Qualquer queixa ou problema que tenha com este estudo, sobre a forma que foi abordado(a) ou qualquer dano associado serão considerados. Poderá encontrar mais informações sobre este aspeto na parte 2 deste documento.

A minha participação neste estudo será confidencial?

Sim. Um conjunto de procedimentos de cariz ético será adotado de forma a garantir a confidencialidade da sua participação. Poderá encontrar mais informações sobre este aspeto na parte 2 deste documento.

Parte 2 | A forma como o estudo será conduzido

O que acontece se eu não aceitar participar no estudo?

A sua participação é completamente voluntária e é livre de desistir a qualquer momento, sem necessidade de o justificar. Se optar por desistir, não serão utilizados quaisquer dados que lhe digam respeito. Essa decisão não terá qualquer impacto para si.

E se pretender informações adicionais ou tiver algum problema no decorrer do estudo?

Se pretender obter informações adicionais da Instituição que suporta esta investigação ou sobre o estudo em si, deverá contactar a equipa de investigação. Caso tal seja necessário, poderá fazê-lo através do seguinte *e-mail*: jgdb27@gmail.com.

Se tiver alguma queixa sobre qualquer aspeto deste estudo ou pretender fazer uma reclamação, poderá fazê-lo por diferentes vias: contactar o responsável da unidade curricular “Relatório de Investigação” por e-mail (eduardo.cruz@ess.ips.pt) ou a Comissão de Ética do IPS, também por e-mail (comissao.etica@ips.pt).

A minha participação neste estudo será confidencial?

Sim, serão adotados um conjunto de procedimentos de natureza ética de forma a assegurar que a sua participação seja mantida em confidencialidade. Todos e quaisquer dados recolhidos serão codificados e tratados de forma anónima e confidencial. Os seus dados serão omitidos e titulados de forma codificada, e será garantido o sigilo de toda a informação adjacente, sendo utilizada exclusivamente para o fim a que se propõe. Toda a informação e documentação recolhida (questionários preenchidos e base de dados)

será armazenada no computador pessoal do investigador principal, sendo apenas acessível através de palavra-chave. Caso retire o seu consentimento, os seus dados serão prontamente eliminados do estudo.

O que irá acontecer com os resultados deste estudo?

Os resultados deste estudo irão ser apresentados no âmbito da Unidade Curricular Relatório de Investigação do Mestrado em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas. Poderão também, eventualmente, ser publicados em conferências ou revistas de especialidade. Em todas estas instâncias os resultados serão apresentados de forma agregada, com impossibilidade de se individualizar os resultados de cada participante. Uma vez apresentados os resultados, os dados originais serão destruídos num prazo máximo de 5 anos.

Agradeço a leitura deste documento,

José Bandeira

Email: jgdb27@gmail.com

Apêndice V – Consentimento Informado para Participantes

Consentimento Informado para Participantes

Análise Eletromiográfica das Subdivisões do Médio Glúteo em Exercícios Sem Carga Adicional

Caro(a) Senhor(a),

É por este meio convidado a participar num estudo enquadrado na Unidade Curricular de Relatório de Investigação do segundo ano do Curso de Mestrado em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas, lecionado em parceria pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal com a Nova Medical School/ Faculdade de Ciências Médicas e a Escola Nacional de Saúde Pública da Universidade Nova de Lisboa, a realizar pelo discente José Goulão Diogo Bandeira sob orientação científica do Professora Rita Fernandes e do Professor Marco Jardim.

O estudo tem como objetivo analisar a atividade eletromiográfica das subdivisões do médio glúteo em exercícios sem carga adicional. Nesse sentido, foi selecionado por ter entre 18 e 30 anos de idade e ser fisicamente ativo.

A sua participação no estudo é completamente voluntária, sendo que não existirão quaisquer consequências ou implicações associadas. Tem também o direito de colocar qualquer questão durante o desenvolvimento deste estudo, sendo que poderá abandoná-lo em qualquer momento, sem necessidade de qualquer justificação e sem que tal ação reflita algum tipo de prejuízo ou penalização para si.

A sua participação envolverá a colocação de elétrodos na região anatómica do médio glúteo e a realização de três exercícios sem carga adicional. Será utilizado um sistema de codificação da identidade, permitindo que o estudo seja realizado em anonimato. Os dados recolhidos serão guardados de forma segura no computador pessoal do investigador principal e apresentadas, exclusivamente, em atividades de natureza académica e científica, como por exemplo na apresentação do Relatório de Investigação do Mestrado. Uma vez apresentados os resultados, os dados originais serão destruídos.

Para continuar, por favor selecione os itens abaixo:

- Declaro que li e compreendi a informação facultada na Carta Explicativa e que tive oportunidade de esclarecer todas as dúvidas com os investigadores.
- Declaro que aceito participar nesta investigação, com a garantia da confidencialidade e anonimato e ausência de prejuízo pessoal de cariz ético ou moral.

Data: __/__/__

Assinatura Participante:

Assinatura Investigador:

Consentimento Informado para Participantes

Análise Eletromiográfica das Subdivisões do Médio Glúteo em Exercícios Sem Carga Adicional

Caro(a) Senhor(a),

É por este meio convidado a participar num estudo enquadrado na Unidade Curricular de Relatório de Investigação do segundo ano do Curso de Mestrado em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas, lecionado em parceria pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal com a Nova Medical School/ Faculdade de Ciências Médicas e a Escola Nacional de Saúde Pública da Universidade Nova de Lisboa, a realizar pelo discente José Goulão Diogo Bandeira sob orientação científica do Professora Rita Fernandes e do Professor Marco Jardim.

O estudo tem como objetivo analisar a atividade eletromiográfica das subdivisões do médio glúteo em exercícios sem carga adicional. Nesse sentido, foi selecionado por ter entre 18 e 30 anos de idade e ser fisicamente ativo.

A sua participação no estudo é completamente voluntária, sendo que não existirão quaisquer consequências ou implicações associadas. Tem também o direito de colocar qualquer questão durante o desenvolvimento deste estudo, sendo que poderá abandoná-lo em qualquer momento, sem necessidade de qualquer justificação e sem que tal ação reflita algum tipo de prejuízo ou penalização para si.

A sua participação envolverá a colocação de elétrodos na região anatómica do médio glúteo e a realização de três exercícios sem carga adicional. Será utilizado um sistema de codificação da identidade, permitindo que o estudo seja realizado em anonimato. Os dados recolhidos serão guardados de forma segura no computador pessoal do investigador principal e apresentadas, exclusivamente, em atividades de natureza académica e científica, como por exemplo na apresentação do Relatório de Investigação do Mestrado. Uma vez apresentados os resultados, os dados originais serão destruídos.

Para continuar, por favor seleccione os itens abaixo:


- Declaro que li e compreendi a informação facultada na Carta Explicativa e que tive oportunidade de esclarecer todas as dúvidas com os investigadores.
- Declaro que aceito participar nesta investigação, com a garantia da confidencialidade e anonimato e ausência de prejuízo pessoal de cariz ético ou moral.

Data: __/__/__

Assinatura Participante:

Assinatura Investigador:

Apêndice VI – Formulário de Caracterização Sociodemográfica



IPS
Instituto
Politécnico de Setúbal
Escola Superior de
Saúde

DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

INSTITUTO POLITÉCNICO DE SETÚBAL- ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE

Formulário de Caracterização Sociodemográfica

Análise Eletromiográfica das Subdivisões do Médio Glúteo em Exercícios Sem Carga

Código Atribuído ao Participante: _____

Data: ___ / ___ / ___

DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS

1. Idade: _____
2. Sexo: M F
3. Peso (Kg): _____
4. Altura (cm): _____
5. Índice de Massa Corporal (IMC):

6. Nível de atividade física (IPAQ, versão curta): _____

Apêndice VII - Cronograma

Milestones	Previsão Conclusão
Aprovação Comissão Ética	Submetida
Protocolo Recolha de Dados	Junho 2024
Treino de Competências	Julho 2024
Recolha de Dados	Agosto 2024
Plano de Disseminação de Resultados	Outubro 2024

Anexos

Anexo I - Questionário Internacional de Actividade Física (IPAQ) (versão curta)

Questionário Internacional de Avaliação da Actividade Física

Este questionário pretende conhecer o nível de actividade física habitual da população.

As questões referem-se ao tempo que despende na actividade física numa semana.

O questionário inclui questões acerca de actividades físicas que faz no trabalho, para se deslocar de um lado para o outro, actividades referentes à casa ou ao jardim e actividades que efectua no seu tempo livre para entretenimento, exercício ou desporto.

As suas respostas são importantes. Por favor responda a todas as questões mesmo que não se considere uma pessoa activa.

Obrigado pela sua participação.

Ao responder às seguintes questões considere o seguinte:

➤ **Actividade física vigorosa** refere-se a actividades que requerem muito esforço físico e tornam a respiração muito mais intensa que o normal.

➤ **Actividade física moderada** refere-se a actividades que requerem esforço físico moderado e tornam a respiração um pouco mais intensa que o normal.

*Ao responder às questões considere apenas as actividades físicas que realize durante **pelo menos 10 minutos seguidos**.*

1a Durante a última semana, quantos **dias** fez actividade física **vigorosa** como levantar e/ou transportar objectos pesados, cavar, ginástica aeróbica, correr, nadar, jogar futebol ou andar de bicicleta a uma velocidade acelerada?

___ dias por semana
___ nenhum (se escolheu esta opção passe para a questão **2a**)

1b Quanto **tempo**, no total, despendeu num desses dias, a realizar actividade física **vigorosa**?

___ horas ___ minutos

2a Durante a última semana, quantos **dias** fez actividade física **moderada** como levantar e/ou transportar objectos leves, andar de bicicleta a uma velocidade moderada, actividades domésticas (ex: esfregar, aspirar), cuidar do jardim, fazer trabalhos de carpintaria, jogar ténis de mesa? **Não inclua o andar/caminhar.**

___ dias por semana
___ nenhum (se escolheu esta opção passe para a questão **3a**)

2b Quanto **tempo**, no total, despendeu num desses dias a realizar actividade física **moderada**?

___ horas ___ minutos

IPAQ – VERSÃO PORTUGUESA (CURTA)

3a Durante a última semana, quantos dias **andou/caminhou** durante pelo menos 10 minutos seguidos? Inclua caminhadas para o trabalho e para casa, para se deslocar de um lado para o outro e qualquer caminhada que possa fazer somente por recreação, desporto ou lazer.

___ dias por semana
___ nenhum (se escolheu esta opção passe para a questão 4)

3b Quanto **tempo**, no total, despendeu num desses dias a **andar/caminhar**?

___ horas ___ minutos

3c A que ritmo costuma caminhar?

___ **vigoroso**, que torna a sua respiração muito mais intensa que o normal
___ **moderado**, que torna a sua respiração um pouco mais intensa que o normal
___ **lento**, que não causa qualquer alteração na sua respiração

4 As últimas questões referem-se ao tempo que está sentado diariamente no trabalho, em casa, no percurso para o trabalho e durante os tempos livres. Estas questões incluem o tempo em que está sentado numa secretária, a visitar amigos, a ler ou sentado/deitado a ver televisão.

4a Quanto **tempo**, no total, passou sentado(a) durante um dos dias de **semana** (segunda-feira a sexta-feira) ?

___ horas ___ minutos

4b Quanto tempo, no total, passou sentado(a) durante um dos dias de **fim-de-semana** (sábado ou domingo)?

___ horas ___ minutos