



Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto  
Instituto Politécnico do Porto

Priscília Oliveira Baptista

---

**O efeito da aplicação da Estimulação  
Elétrica Funcional na reabilitação em  
adultos com lesão medular completa.  
Revisão Sistemática**

Orientador: Mestre Alexandre Lopes

Unidade Curricular de Projeto em Fisioterapia  
Mestrado em Fisioterapia  
Opção de Neurologia

Outubro de 2014

**Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto  
Instituto Politécnico do Porto**

**Priscília Oliveira Baptista**

**O efeito da aplicação da Estimulação Elétrica  
Funcional na reabilitação em adultos com lesão  
medular completa.  
Revisão Sistemática**

Dissertação submetida à Escola Superior de Tecnologia a Saúde do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Opção de Neurologia, realizada sob a orientação científica do Mestre Alexandre Lopes, Professor Assistente da Área Científica da Fisioterapia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto

**Outubro de 2014**

# O efeito da aplicação da Estimulação Elétrica Funcional na reabilitação em adultos com lesão medular completa.

## Revisão Sistemática

Priscília Baptista<sup>1</sup>, Alexandre Lopes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudante da Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto/Instituto Politécnico do Porto; Vila Nova de Gaia, Portugal; [priscilia.baptista0@gmail.com](mailto:priscilia.baptista0@gmail.com)

<sup>2</sup> Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto/Instituto Politécnico do Porto; Área Técnico-científica de Fisioterapia; Vila Nova de Gaia, Portugal, Centro Hospitalar do Porto, Porto, Portugal; [alexandelopes5@yahoo.com](mailto:alexandelopes5@yahoo.com)

### Resumo

**Introdução:** A Lesão Medular (LM) é um dos mais devastadores e traumáticos eventos que um Ser Humano pode vivenciar do ponto de vista clínico e emocional, demonstrando-se fundamental a disponibilização de recursos específicos para que o indivíduo possa enfrentar e gerir a sua nova realidade da melhor maneira possível. Alguns estudos têm vindo a demonstrar os benefícios de programas de reabilitação com estimulação elétrica funcional (EEF). Portanto, é de importante relevância perceber os reais efeitos da intervenção na recuperação de indivíduos com este diagnóstico.

**Objetivo:** Analisar as evidências de abordagens de aplicação de correntes de estimulação elétrica funcional (EEF) para coadjuvar na reabilitação em adultos com lesão medular completa.

**Métodos:** Foi conduzida uma pesquisa dos artigos preferencialmente estudos *randomized controlled trials* RCT's e estudos quasi-experimentais com os mesmos participantes foram admitidos complementarmente aos experimentais compreendidos entre 2004 e 2013, bem como as citações e as referências bibliográficas de cada estudo nas principais bases de dados de ciências da saúde (Elsevier – Science Direct, Highwire Press, PEDro, PubMed, Scielo Portugal, Clinical Key, B-on, Biomed Central, LILACS- Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) com as palavras-chave: “spinal cord injuries”, “rehabilitation, electric stimulation funtional”, “FES”, “therapy” em todas as combinações possíveis. Os estudos RCT's foram analisados independentemente por dois revisores quanto aos critérios de inclusão e qualidade dos estudos.

**Resultados:** Dos 857 estudos identificados apenas sete foram incluídos. Destes, dois apresentaram um score 3/10, um apresentou 4/10, um apresentou um score 5/10. O score total bem como o preenchimento ou não de cada critério encontram-se detalhados na tabela 1 e organizados por ordem alfabética de autores. Todos os estudos incluíram indivíduos com Lesão Medular Completa, idades entre 16 e 68 anos com diagnóstico de acordo com a *American Spinal Injury Association* (ASIA). Os programas de intervenção dividiram-se em programas de programas de força, densidade mineral óssea, cardiorrespiratório e de atividade física. Dos estudos incluídos, cinco apresentaram melhorias na reabilitação funcional para o grupo experimental, demonstrando assim uma influência positiva da

estimulação elétrica funcional em lesões medulares completas. Apenas dois estudos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas com relevância clínica.

**Conclusão:** Há uma tendência notória do benefício dos programas com EEF em pacientes com lesões medulares completas parece melhorar a capacidade cardiorrespiratória, a densidade mineral óssea, a força e atividade física, dos indivíduos. Contudo, mais estudos com elevada qualidade metodológica serão essenciais para conceber o real efeito da sua aplicação.

**Palavras-chave:** lesão medular completa; estimulação elétrica funcional, *randomized controlled trials*, revisão sistemática.

## Abstract

**Background:** The Spinal Cord Injury (SCI) is one of the most devastating and traumatic events that a Human being can experience clinically and emotionally, is crucial demonstrating the availability of resources specific to the individual to confront and manage their new reality best possible way. Some studies have demonstrated the benefits of rehabilitation programs with functional electrical stimulation (FES). Therefore, it is important to understand the real significance of intervention effects in the recovery of individuals with this diagnosis.

**Aim:** To analyze evidence of approaches to applying currents of functional electrical stimulation (FES) to assist in the rehabilitation of adults with complete spinal cord injury.

**Methods:** We conducted a search of Randomized Controlled Trials (RCT) and quasi-experimental studies, the same participants were admitted to the experimental addition between 2004 and 2013, as well as citations and references of each study in the major databases of health sciences (Elsevier – Science Direct, Highwire Press, PEDro, PubMed, Scielo Portugal, Clinical Key, B-on, Biomed Central, LILACS- Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) with the keywords: spinal cord injuries, rehabilitation, electric stimulation funtional, FES, therapy in all possible combinations. The RCT studies were analyzed independently by two reviewers regarding the inclusion criteria and methodological quality.

**Results:** Of the 857 studies identified only seven were included. Of these, two had a score 3/10, one 4/10 and one 5/10 using the PEDro scale. All of these studies included individuals with complete spinal cord injury, aged 16 and 68 years diagnosed according to the American Spinal Injury Association (ASIA) .The intervention programs were divided into strength programs, bone mineral density, cardiorespiratory and physical activity. Of the studies included, five showed improvements in functional rehabilitation for the experimental group, thus demonstrating a positive effect of functional electrical stimulation in complete spinal cord injuries. Only two studies showed no statistically significant differences with clinical relevance.

**Conclusion:** There is a noticeable trend of effective programs with FES in patients with complete spinal cord injuries appears to improve cardiorespiratory capacity, bone mineral density, strength and physical activity of individuals. However, more studies with high methodological quality are essential for designing the actual effect of their application.

**Key words:** complete spinal cord injury; functional electrical stimulation, randomized controlled trials, systematic review.

## Índice

|   |    |
|---|----|
| <b>1. Introdução</b> .....                    | 1  |
| <b>2. Metodologia</b> .....                   | 4  |
| 2.1 Participantes.....                        | 4  |
| 2.2 Estratégia de pesquisa.....               | 4  |
| 2.3 Critérios de inclusão e exclusão.....     | 4  |
| 2.4 Seleção dos estudos e risco de viés.....  | 4  |
| <b>3. Resultados</b> .....                    | 7  |
| 3.1 Qualidade metodológica/Risco de viés..... | 8  |
| 3.2 Participantes.....                        | 8  |
| 3.3 Diagnóstico.....                          | 9  |
| 3.4 Programas de intervenção.....             | 9  |
| 3.5 Escalas e instrumentos utilizados.....    | 10 |
| <b>4. Discussão</b> .....                     | 15 |
| <b>5. Conclusão</b> .....                     | 20 |
| <b>6. Agradecimentos</b> .....                | 20 |
| <b>7. Referências Bibliográficas</b> .....    | 21 |
| <b>8. Apêndice</b> .....                      | 24 |
| <b>9. Anexos</b> .....                        | 25 |

## 1 Introdução

A Lesão Medular (LM) é um dos mais devastadores e traumáticos eventos que um Ser Humano pode vivenciar, a lesão medular obriga o doente a adaptar-se a uma realidade completamente nova, com uma série de dificuldades e obstáculos. Ao mesmo tempo, sente-se assolado por um variado leque de emoções negativas. Perante esta realidade, torna-se necessário a disponibilização de recursos específicos e de um extraordinário suporte tanto ao nível físico, através de uma eficaz reabilitação, como ao nível emocional e psicológico, de modo a que o doente possa enfrentar e gerir a sua nova realidade da melhor maneira possível (Amaral, 2009). É uma incapacidade de baixa incidência e de alto custo que requer alterações importantes no estilo de vida, podendo ter um impacto físico, psicológico e socioeconómico profundo na vida da pessoa afetada (Wyndaele M & Wyndaele J, 2006). O grau de gravidade da lesão medular varia e depende do nível e extensão da lesão (Jackson, 2011).

Em Portugal, a causa maioritária das lesões medulares é traumática e, em 39% destes casos, é devida a acidentes de viação. No entanto, também contribuem para a lesão traumática, acidentes de trabalho, quedas de altura elevada, agressões a tiro e atividades como surf, bodyboard, mergulho e parapente, entre outros (Simões, 2008). As lesões não traumáticas são normalmente provocadas por doenças ou condições patológicas, como lúpus, alterações da função vascular, tumores, infeções, malformações e processos degenerativos ou compressivos (Cerezetti, Nunes, Cordeiro, & Tedesco, 2012; Pedro, 2011). Num estudo efetuado no Centro de Medicina de Reabilitação de Alcoitão (Almeida, Ferreira, & Faria, 2011), foi evidenciado que as lesões medulares não traumáticas afetam ligeiramente mais o sexo masculino (55,1%) do que o feminino. A média das idades dos doentes destas lesões era de cerca de 58 anos, sendo que as causas das lesões não traumáticas detetadas no estudo foram: neoplásicas (20,3%), degenerativas (18,8%), iatrogénicas (18,8), infecciosas (15,9%), idiopáticas (13%), vasculares (11,6%) e autoimunes (1,4%).

Os indivíduos com LM incompleta têm elevada frequência de recuperação durante os 3 primeiros meses após a lesão, com ganhos relativamente pequenos após esses meses. Pelo qual, Lundy-Ekman (2007) acrescenta o contraste entre a recuperação funcional na paraplegia completa versus incompleta ser notável, salientando o facto de ser necessário efetuar mais investigação para maiores ganhos na LM completa.

Com a quantidade do crescimento da pesquisa científica, também ocorreu um aumento das alterações no tratamento de LM. Apesar de a evidência não ser clara e os mecanismos não serem completamente compreendidos, a maioria das estratégias de reabilitação são baseadas no conceito de plasticidade do sistema nervoso central (SNC), através da intervenção precoce e intensiva, estímulos externos/aférentes, facilitação de movimento, e adaptação para tarefas específicas, para melhorar os processos de recuperação funcional (Fouad K, 2012).

Nos últimos anos têm-se abordado uma nova técnica, a Estimulação Elétrica Funcional (EEF), que consiste no uso de estimulação elétrica para desencadear uma contração que se traduz numa atividade funcional. Segundo O'Sullivan (2006), nos últimos anos essa abordagem tem se tornado cada vez mais promissora para pacientes com LM como um mecanismo para melhorar a função e manter a massa muscular e densidade óssea. Tendo-se focado no controlo das funções de ficar de pé e realização da marcha, exercícios e AVD's feitos pelos membros superiores. Sipski e DeLisa (1991) referem ainda que também tem sido usada com ciclo ergométrico para melhorar a resistência física, todavia os padrões de marcha obtidos são pouco refinados e permitem apenas deambular em curtas distâncias.

A Estimulação Elétrica Funcional (EEF) tem mostrado ser muito eficiente para a reabilitação dos movimentos dos membros afetados pela lesão medular (Ortolan et al., 2001). Na literatura, encontram-se termos como FNS (*Functional Neuromuscular Stimulation* – Estimulação Neuromuscular Funcional) e FES (*Functional Electrical Stimulation* – Estimulação Elétrica Funcional). Sendo o objetivo desta técnica a obtenção de contrações imediatas de músculos esqueléticos, induzindo movimentos funcionais (Quitem, 1998).

O sucesso destas intervenções está relacionada com o facto de a medula utilizar conjuntos de informações sensoriais para gerar respostas motoras apropriadas sem *input* a partir dos centros supra-espinhais, uma propriedade comumente referida como geradores de padrões central (GPC's). Esta capacidade da medula espinal reflete um nível de automatismo, que tem a capacidade do circuito neural da medula espinal interpretar um complexo de informação sensorial e de tomar decisões apropriadas, para gerar tarefas posturais e locomotoras com sucesso (Raine, 2009). Os músculos paralisados, embora atrofiados após lesões da medula espinal do neurónio motor superior, ainda são capazes de produzir contrações musculares sob controlo EEF e, assim, gerar força (Kralj & Bajd, 1989). A aplicação da EEF tem como base a produção

da contração através da corrente elétrica, que despolariza o neurônio motor, produzindo uma resposta sincrónica em todas as unidades motoras do músculo. Esta técnica de estimulação é simples, baixo custo e não invasivo, com indicação para fins terapêuticos e por um período de tempo pré-definido (Ortolan, 2001).

A abordagem por EEF tem-se tornado cada vez mais promissora para indivíduos com LM como um mecanismo para melhorar a função, manter a massa muscular e densidade óssea (Hamzaid & Davis, 2009). Num estudo realizado por Groupe (2008), acrescenta ainda que este tipo de estimulação tem sido utilizada para a produção do aperto de mão em pacientes com tetraplegia. Já Petrosfsky (2004), refere outras aplicações da EEF que estão relacionadas com o controlo parcial da bexiga, reeducação muscular, treino de força, e cicatrização de feridas. Embora ainda não se tenha um uso clínico disseminado, a aplicação da EEF tem se expandindo gradualmente. A EEF parece ter algum potencial, de no futuro, permitir a deambulação funcional e melhorar a função dos membros superiores para pacientes com LM (O'sullivan, 2006).

Várias são as revisões sistemáticas existem sobre a eficácia das várias formas de intervenção com EEF em LM incompletas, mas apesar de já haver alguns estudos randomizados em lesões medulares completas através deste mesmo método. Foram realizadas algumas revisões sistemáticas anteriormente (Lim & Tow, 2007; Hamzaid & Davis, 2009), todavia foram inconclusivas, demonstraram grande variedade de *outcomes*, medidos em diferentes períodos de *follow-up* e foram tidos em conta diferentes critérios.

No entanto, desde então, tornou-se relevante comparar vários estudos controlados randomizados (RCT's) e quasi-experimentais com mesmos participantes admitidos complementarmente aos anteriores disponíveis sobre o tema, dando uma visão geral de evidência atual de alta qualidade, essenciais para apoiar o raciocínio clínico e a tomada de decisão dos profissionais de reabilitação com o objetivo de maximizar a funcionalidade, facilitar o movimento ou contrações musculares após lesão medular completa. Assim, o objetivo desta revisão sistemática foi analisar as evidências de abordagens de aplicação de correntes de estimulação elétrica funcional (EEF) para coadjuvar na reabilitação em adultos com lesão medular completa.

## 2 Métodos

### 2.1 Participantes

Estudos que incluíram indivíduos com LM completa, idades entre 16 e 68 anos com diagnóstico de acordo com a *American Spinal Injury Association (ASIA)* ou, quando não específico, a patologia tenha sido diagnosticada por um especialista.

### 2.2 Estratégia de pesquisa

Foi conduzida uma pesquisa eletrónica nas principais bases de dados de ciências da saúde (Elsevier – Science Direct, Highwire Press, PEDro, PubMed, Scielo Portugal, Clinical Key, B-on, Biomed Central, LILACS- Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) com as palavras-chave: “spinal cord injuries”, “rehabilitation, electric stimulation functional”, “FES”, “therapy” em todas as combinações possíveis (todas as palavras-chave e estratégias de pesquisa encontram-se em Apêndice).

Também foi feita uma pesquisa da bibliografia dos documentos extraídos para a deteção de estudos relevantes para a problemática em estudo.

### 2.3 Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos neste estudo preferencialmente estudos *randomized controlled trials* (RCT's), sendo também incluídos estudos quasi-experimentais, em Inglês publicados entre 2004 e 2013, que verificassem os efeitos da estimulação elétrica funcional em indivíduos com lesão medular completa segundo os critérios da *American Spinal Injury Association* (ASIA).

Como critérios de exclusão foram definidos: (1) estudos que incluíssem apenas indivíduos com lesão medular incompleta; (2) estudos que incluíssem pacientes com doenças concomitantes (Turner et al. 2010 e Sabina et al. 2005); (3) programas de intervenção inferiores a 4 semanas (Pedersen et al. 2006 e Ram et al. 2000); (4) estudos apenas com acesso ao resumo e (5) estudos com scores na escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro) inferiores a 3/10 ([www.pedro.org.au](http://www.pedro.org.au)).

### 2.4 Seleção dos estudos e risco de viés

Um investigador consultou as bases de dados referidas utilizando a metodologia de procura descrita. Se o *abstract* ou o título do artigo presente na base de dados fosse relevante para o estudo em questão, o artigo seria extraído completamente. Os artigos

obtidos através da pesquisa efetuada foram ordenados por ordem alfabética sendo excluídos os duplicados.

Dois revisores analisaram os títulos e resumos de cada artigo excluindo os que não se aplicavam a este estudo. Os potenciais artigos foram posteriormente encaminhados para leitura do *full-text* de forma independente pelos dois revisores para verificação dos critérios de inclusão/exclusão.

A qualidade metodológica e avaliação do risco de viés foi efetuada pelos dois revisores independentes ao presente estudo, através da escala PEDro que se baseia na lista de Delphi, desenvolvida por Verhagen e colegas (Verhagen et al. 1998) sendo definida como pontuação mínima para inclusão dos artigos na revisão, um score de 3 ou mais pontos segundo a referida escala. Com a escala PEDro foram pontuados os seguintes critérios de rigor metodológico (zero pontos: ausente; 1 ponto: presente): (1) especificação dos critérios de elegibilidade; (2) distribuição aleatória dos sujeitos; (3) distribuição cega dos sujeitos; (4) similaridade inicial dos grupos; (5) cegueira dos sujeitos; (6) cegueira dos terapeutas; (7) cegueira dos avaliadores; (8) *follow-up* de pelo menos um resultado-chave em mais que 85% dos sujeitos; (9) análise total ou por “intenção de tratamento”; (10) análise estatística inter-grupos para pelo menos um resultado-chave; (11) medidas de precisão e variabilidade para pelo menos um resultado-chave. Só é atribuído um ponto quando o critério é claramente satisfeito ou reportado no estudo.

Segundo as *guidelines* PEDro, apenas os critérios 2 a 11 são usados para pontuação obtendo-se um valor final compreendido entre 0 e 10. A escala PEDro apresenta níveis moderados de fiabilidade inter-observador (Coeficiente de correlação intraclassa – ICC: 0,68; Intervalo de confiança - IC 95%: 0,57-0,76) (Maher et al. 2003; Morton 2009).

De forma a melhorar a fiabilidade desta escala, qualquer discrepância ou desacordo na classificação da qualidade metodológica dos estudos foi resolvida através de discussão ou intervenção do investigador principal. Posteriormente o investigador principal procedeu à extração dos dados preenchendo uma grelha especificamente criada para a presente investigação (em anexo). Da grelha faziam parte os métodos (desenho de estudo, qualidade metodológica (escala PEDro) e possíveis fontes de viés); participantes (número total de participantes, critérios de diagnóstico, critérios de inclusão e exclusão, idade, e país); intervenção (métodos e tipos de intervenção incluindo o número de participantes, os detalhes da intervenção) e resultados (descrição

dos *outcomes*). Um revisor independente procedeu à verificação da grelha de dados para uma maior exatidão.

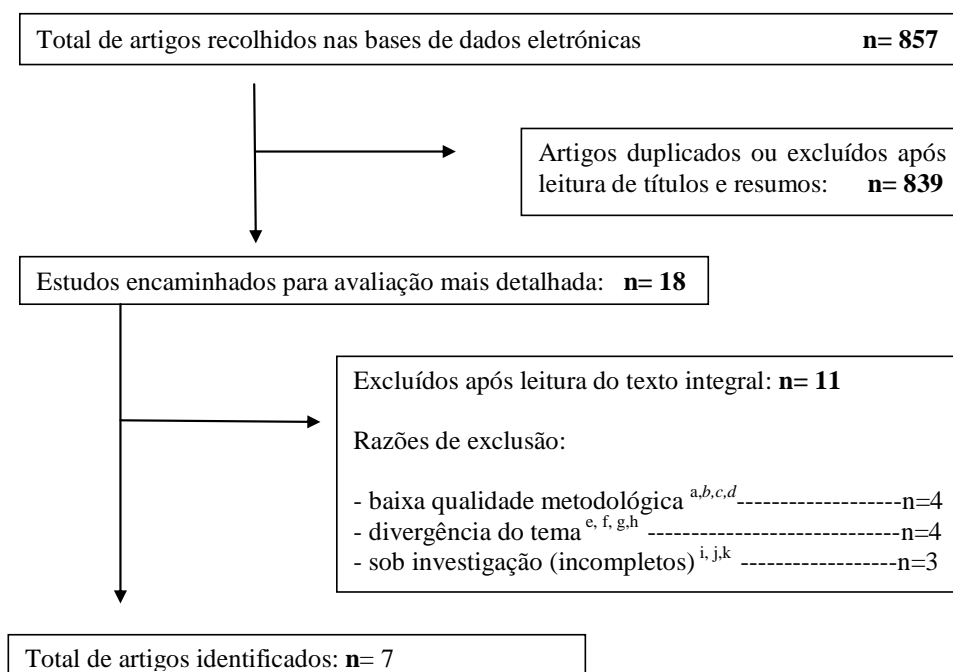
Discrepâncias ou desacordos foram também resolvidos através de discussão ou recorrendo a um terceiro revisor independente.

Foram também incluídos outros artigos quasi-experimentais que foram analisados por todos os revisores, não tiveram a classificação segundo a escala de PEDro, mas foram incluídos complementarmente aos RCT's por serem fundamentais para esta temática.

### 3 Resultados

A pesquisa da literatura identificou 857 estudos dos quais apenas 18 foram conduzidos para uma avaliação mais detalhada. Desses, 11 foram excluídos da revisão sistemática por diferentes razões detalhadas na figura 1. O processo de seleção e exclusão dos estudos incluídos nesta revisão sistemática é explicado no fluxo de informação descrito na figura 1, utilizando o *template* determinado pela metodologia de revisão sistemática PRISMA (Moher et al., 2009).

**Figura 1**- Representação sistemática da pesquisa à identificação dos artigos.



(<sup>a</sup> Berkelmans et al. 2004; <sup>b</sup> Chen et al. 2005; <sup>c</sup> Spivak et al. 2007; <sup>d</sup> Fornusek & Davis 2008; <sup>e</sup> Bartova et al. 2008; <sup>f</sup> Groah et al. 2010; <sup>g</sup> Gliinsky et al. 2009; <sup>h</sup> Gorgey et al. 2013; <sup>i</sup> Galea et al. 2013; <sup>j</sup> Bakkum et al. 2013; <sup>k</sup> Harvey et al. 2011)

**Tabela 1** – Qualidade metodológica dos estudos incluídos segundo a escala PEDro

| Estudo               | Distribuição aleatória dos sujeitos | Distribuição cega dos sujeitos | Similidade inicial dos grupos | Cegueira dos sujeitos | Cegueira dos terapeutas | Cegueira dos avaliadores | Follow-up + 85% dos sujeitos | Análise total ou por "intenção de tratamento" | Análise estatística intergrupos | Módulo de precisão e variabilidade | Score total |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|---|---------------------------------|------------------------------------|-------------|
| Clark et. al 2007    | N                                   | N                              | S                             | N                     | N                       | N                        | N                            | S   | S                               | N                                  | 3/10        |
| Lai et. al., 2010    | N                                   | N                              | S                             | N                     | N                       | N                        | N                            | S   | S                               | S                                  | 4/10        |
| McBain et al., 2013  | S                                   | N                              | N                             | N                     | N                       | N                        | S                            | S   | S                               | S                                  | 5/10        |
| Popovic et al., 2006 | S                                   | S                              | N                             | N                     | N                       | N                        | N                            | N   | N                               | S                                  | 3/10        |

**S- Sim; N- Não**

Os estudos representados na tabela 1 são considerados, de acordo com o desenho de estudo como *Randomized Controlled Trial (RCT)*, sendo avaliados pela escala de PEDro. No entanto mais 3 estudos foram incluídos, sendo denominados por estudos quasi-experimentais (Fornusek & Davis, 2004; Taylor et al., 2011 e Fornusek et al. 2013).

### 3.1 Qualidade metodológica/Risco de viés

Os resultados da avaliação metodológica dos artigos selecionados, segundo a escala PEDro encontram-se descritos na tabela 1.

Dos estudos incluídos, 2 apresentaram um score 3/10, 1 apresentou um score 4/10, 1 apresentou um score 5/10. O score total bem como o preenchimento ou não de cada critério encontram-se detalhados na tabela 1 e organizados por ordem alfabética de autores.

### 3.2 Participantes

De acordo com o citado na metodologia, estes estudos foram realizados em indivíduos com idade superior a 16 e inferior a 68 anos e que não incluísse apenas indivíduos com LM incompleta. Neste sentido, 3 estudos apenas apresentam estudos relativos à LM completa (Fornusek & Davis, 2004; Lai et. al., 2010; Taylor et. al. 2011), 4 estudos apresentam ambos (Popovic et. al., 2006; Clark et. al., 2007; Fornusek et. al., 2013; McBain et. al. 2013).

### **3.3 Diagnóstico**

Foi apenas um critério utilizado de diagnóstico da severidade da LM, a Escala ASIA (*American Spinal Injury Association*). Considera-se uma escala atual, rigorosa, universal e homogênea no que diz respeito ao diagnóstico da severidade ou gravidade de lesões medulares. Todos os estudos referiram a severidade da LM dos indivíduos que incluíram nos estudos através desta escala.

### **3.4 Programas de intervenção**

Os programas de intervenção dos estudos incluídos dividem-se fundamentalmente em quatro ramos: os programas de força (Fornusek & Davis, 2004, Popovic et al., 2006); os programas de densidade óssea (Clark et. al. 2007, Lai et. al., 2010); os programas cardiorrespiratórios (Taylor et al., 2011) e um programa de atividade física (McBain et. al., 2013, Fornusek et. al., 2013), estes estão presentes nas tabelas 2 a 5.

#### *(1) Programas de força*

Um dos estudos (Popovic et, al, 2006) incluiu um grupo experimental que realizou o programa de treino associado a uma tarefa com EEF e um grupo de controlo que seguiu o tratamento convencional sem EEF. Enquanto o segundo estudo (Fornusek & Davis, 2004) apresentou dois grupos com programa de treino que compara os parâmetros de fadiga muscular versus cadência, ambos com EEF apenas variando o tempo de treino.

#### *(2) Densidade Óssea*

Ambos os estudos (Clark 2007, Lai 2010) incluíram um grupo experimental que realizou o programa de treino com EEF e um grupo de controlo não recebeu qualquer tratamento.

#### *(3) Programas Cardiorrespiratórios*

O estudo de Taylor et. al. (2011) inclui dois grupos em que o grupo A “Braço-Só remando” foi comparado com o grupo B “EEF remo”, no qual a pessoa que exerce o movimento sincroniza a parte superior do corpo controlada voluntariamente com o

movimento do membro inferior (MI) controlado por EEF para os músculos dos MIs paralisados num aparelho de remo adaptado.

#### (4) Programa de Atividade Física

Um estudo (McBain et al., 2013) inclui dois grupos de intervenção em que é considerado o grupo experimental indivíduos que tossiram voluntariamente ao mesmo tempo com a estimulação elétrica ao longo dos músculos abdominais através de elétrodos e que foram submetidos no primeiro período de 6 semanas, no grupo controlo o tratamento foi igual ao grupo anterior apenas difere no período que foram submetidos a treino, no segundo período de 6 semanas.

O segundo estudo (Fornusek et al., 2013) inclui dois grupos de intervenção ALTO e BAIXO, ambos foram submetidos a um programa de ciclismo acompanhado por EEF apenas num MI, em que no grupo ALTO seria com 50 rpm (rotações por minuto) e no BAIXO seria com 10 rpm, com o objetivo de comparar com o MI que não foi submetido a EEF e também comparação entre grupos.

### 3.5 Escalas e Instrumentos Utilizados

Foram usadas 3 escalas diferentes nos estudos incluídos, essencialmente no estudo de Popovic et al., (2006): a *Spinal Cord Independence Measure (SCIM)* que avalia a medidas de independência focada em indivíduos que sofreram LM, a *Functional Independence Measure (FIM)* que avalia a independência funcional e a *Rehabilitation Engineering Laboratory Hand Function Test (REL test)* que avalia melhoria da função motora grossa.

Todas as escalas foram referidas como sendo escalas previamente validadas e com fiabilidade adequada para medir efetivamente o se propõem medir.

Relativamente aos instrumentos, 1 estudo utilizou o Isocinético EEF ciclo ergómetro (Fornusek & Davis 2004); 1 estudo apenas o ergómetro (Fornusek et al., 2013); 2 estudos o pneumotógrafo (Taylor et al. 2011; McBain et al., 2013); 1 estudo a espirometria (Taylor et al. 2011); 1 estudo o medidor de tensão arterial (Mc Bain et al., 2013); 1 estudo a perimetria (Fornusek et al., 2013) e 2 estudos utilizaram DEXA (Clark et al., 2007; Lai et al., 2010).

Detalhes mais específicos acerca de cada estudo e respetivos programas de intervenção encontram-se descritos nas tabelas 2 a 5.

| Tabela 2 – Sumário dos estudos com programas de força |  |                                 |              |                          |                     |  |  |   |  |       |
|---|--|---------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|--|--|---|--|-------|
| Sujeitos  | Diagnóstico                                | Escalas e Instrumentos          | Nº de grupos | Tempo e nº de avaliações | Duração do programa | Frequência do programa                               | Intervenção  | Resultados  | Conclusões   | PEdro |
| Popovic et al. / 2006                                 |  |                                 |              |                          |                     |  |  |   |  |       |
| N= 21<br>Idade: 16-60 anos (média= 41,8)              | Lesão medular completa e incompleta        | FIM; SCIM; REL test             | 2            | Baseline 12 semanas      | 12 semanas          | 5 dia por semana, 1 sessão por dia, e 45 min/sessão. | GE (n=12): A intervenção foi a utilização de EEF, que consistia em exercícios repetitivos de agarrar objetos utilizando uma neuroprótese aplicada a uma superfície de estimulação elétrica no MS para gerar e/ou auxiliar os movimentos de agarramento.<br>GC (n=9): Tratamento convencional | A diferença entre os grupos de controlo e de intervenção pode ser observada e a percepção dos indivíduos foi positiva, incluindo na melhoria das AVD's e de autossatisfação.  | Os indivíduos do GE mostraram melhores resultados em comparação com o GC. Os resultados apresentados neste artigo indicam que pacientes com LM mostram melhorias consideráveis na MIF se forem treinados com EEF em comparação com controlos.      | 3/10  |
| Fornusek & Davis / 2004                               |  |                                 |              |                          |                     |  |  |   |  |       |
| N= 9<br>Idade: 23-55 anos (média= 37,8)               | Lesão medular completa (torácica), ASIA A. | Isocinético EEF ciclo ergómetro | 2            | 7 em 7 semanas           | 6 a 24 meses        | 2 a 3 vezes por semana                               | Um estudo examinou um índice de pedal baixo vs alto (20 e 50rpm) sobre a fadiga muscular isolada durante 5 minutos. Uma segunda experiência investigou acerca do efeito de cadência (15 vs 50 rpm) sobre o desempenho durante 35 minutos de EEF evocado por ciclismo.o                       | O pico de torque produzido pelo quadríceps esquerdo demonstra, na cadência alta, existe maior taxa de fadiga muscular. A EEF no ciclismo durante 35 minutos também revelou que o pico e torques médios foram maiores na cadência baixa. De 15 minutos em diante, a potência foi superior a 50 rpm EEF-ciclismo, em comparação com 15 rpm. | A EEF-cadência de pedalada pode ser um critério importante no treino do ciclo EEF. O treino de baixa cadência pode ser ótimo para o treino de força, enquanto as cadências mais elevadas podem ser melhores para o treino de potência/resistência. | -     |

**Legenda:** EEF- Estimulação Elétrica Funcional; FIM (MIF) – Functional Independence Measure; SCIM- Spinal Cord Independence Measure; REL test – Rehabilitation Engineering Laboratory test; AVD's- Atividades da Vida Diária; MS- Membro Superior; GE – Grupo Experimental; GC – Grupo Controlo

| Tabela 3 – Sumário dos estudos com programas de densidade óssea |   |   |              |   |                     |  |   |   |   |                               |
|---|---|---|--------------|---|---------------------|--|---|---|---|-------------------------------|
| Sujeitos  | Diagnóstico                                     | Escalas e Instrumentos  | Intervenção  |   |                     |  | Resultados  | Conclusões  | PEDro   |                               |
|   |   |   | Nº de grupos | Tempo e nº de avaliações  | Duração do programa | Frequência do programa                       |   |   |   | Programa de treino/exercícios |
| Clark et al. / 2007   |   |   |              |   |                     |  |   |   |   |                               |
| N= 33<br>Idade: 18-55 anos (média: CON=31; EEf= 28,6)           | Lesão medular acima de L1 completa e incompleta | DEXA  | 2            | Baseline (até 3 semanas após a lesão)<br>6 semanas após a lesão<br>3 meses após a lesão<br>6 meses após a lesão | 6 meses             | 5 vezes por semana                           | GE= Grupo EEf (n= 23). O grupo de intervenção recebeu EEf descontinua para os músculos dos MI's (15 min para cada MI, 2 vezes por dia).<br><br>GC= Grupo CON (n= 10); não recebeu tratamento. | Grupos EEf e CON a DMO total diferiu em 3 meses após LM (P<0.01), mas não depois. Outras medidas da DEXA (anca, DMO da coluna vertebral, massa gorda) não diferiram entre os grupos a qualquer momento. Não foram identificados efeitos adversos. | O protocolo não pareceu retardar ou prevenir a perda óssea precoce da extremidade inferior. Uma aparente falta da eficácia da terapêutica pode ser explicadas por insuficiências do protocolo ou erro de tipo 2. Modestas diferenças entre os grupos foram identificados na DMO total no ponto de amostragem subaguda, que podem ser atribuídos erro Tipo 1. Tomados em conjunto, estes dados DEXA não indicam um papel clinicamente relevante. | 3/10                          |
| Lai et al. / 2010   |   |   |              |   |                     |  |   |   |   |                               |
| N= 24<br>Idade: 22-37 anos (Média=28,9)                         | Lesão medular 26-52 dias após lesão.            | Dupla energia de raios-X (DXA) (XR 36 WB, Norland, Wisconsin, USA)- | 2            | Baseline 3meses 6meses  | 6 meses             | 3 vezes por semana durante 3 meses + 3 meses | GE= Grupo FESCE (n=12): a FESCE foi aplicada nos primeiros 3 meses, e em seguida, suspende-se nos 3 meses subsequentes.<br>GC= (n=12): não recebeu tratamento                                 | A taxa de diminuição da DMO na parte distal fêmur no grupo FESCE foi significativamente menor do que no GC durante os primeiros 3 meses. No entanto, não houve diferença significativa nos 3 meses subsequentes.                                  | FESCE nas fases iniciais de LM pode atenuar parcialmente a perda de DMO na parte distal fêmur. No entanto, perda de DMO no fêmur distal não possa ser aliviada por completo. Além, o efeito sobre a atenuação da perda de massa óssea no distal fêmur desapareceu uma vez FESCE foi interrompido.   | 4/10                          |

Legenda: **EEF**- Estimulação Funcional; **CON**= Grupo controle; **MI**= Membro Inferior; **DMO**= Densidade Mineral Óssea; **DEXA**: absorciometria de dupla emissão de raios-X (Elétrica XR36 WB, Norland, Wisconsin, USA); **FESCE**= Functional Electrical Stimulation Cycling Exercises.

**Tabela 4** – Sumário dos estudos com programas cardiorrespiratórios.

| Sujeitos                            | Diagnóstico                   | Escala  | Intervenção  |  |                     | Resultados          | Conclusões   | PEDro   |   |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|---|--------------|--|---------------------|---------------------|--|---|---|-------------------------------|
|                                     |                               |   | Nº de grupos | Tempo e nº de avaliações                           | Duração do programa |                     |  |   | Frequência do programa  | Programa de treino/exercícios |
| Taylor et. al. / 2011               |                               |   |              |  |                     |                     |  |   |   |                               |
| N=6<br>Idade: 22-37 (média: 33anos) | Lesão medular (T4-T9, ASIA A) | Espirometria (ParvoMedics, Sandy, UT)<br>Pneumotacógrafo (modelo 3813, Hans Rudolph Co., St. Louis, MO) | 2            | <i>Baseline</i><br>6 meses<br>12 meses<br>18 meses | 18 meses            | 3 vezes por semanas | O grupo A “Braço-Só remando” foi comparado com o grupo B “EEF remo”, no qual o indivíduo que está exercendo sincroniza o movimento superior do corpo voluntariamente controlado com o MI controlado por EEF para os músculos dos MI’s paralisados. (GA: N=3 - Treino de remo só com MS’s sem EEF<br>GB: N=3 - Treino de remo MI’s com EEF) | Consumo máximo de oxigênio foi maior durante o Grupo B do que durante o Grupo A (20,0 +- 1,9 ml / kg / min vs 15,7 +- 1,5 ml / kg / min, P=0.01). O pico de ventilação foi semelhante, enquanto o pico de troca respiratória e pico de frequência cardíaca tende a ser menor (P= 0,14 e P= 0,19, respetivamente). Como resultado, o pulso de oxigênio foi maior em 35% durante o Grupo B. | EEF-remo pode fornecer um estímulo do exercício mais robusto para as pessoas com LM que a maioria das opções disponíveis no momento, devido à maior demanda aeróbica. | -                             |

**Legenda:** EEF- Estimulação Elétrica Funcional; MI- Membro Inferior

**Tabela 5** – Sumário dos estudos com programas de atividade física.

| Sujeitos   | Diagnóstico                          | Escala  | Intervenção  |                                     | Programa de treino/exercícios | Resultados   | Conclusões   | PEDro   |   |      |
|--|--------------------------------------|---|--------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|--|---|---|------|
|  |                                      |   | Nº de grupos | Tempo e nº de avaliações            |                               |  |  |   |   |      |
| McBain et al. / 2013                                 |                                      |   |              |                                     |                               |  |  |   |   |      |
| N= 15<br>Idade:<br>23-68<br>anos<br>(Média:<br>45,4) | Lesão medular com tosse comprometida | Pneumotacómetro<br>Medidor de tensão arterial | 2            | Baseline<br>6 semanas<br>12 semanas | 6 semanas                     | 5 séries de 10 'tosses' por dia, 5 dias por semana | Os indivíduos tossiram voluntariamente ao mesmo tempo com a EEF ao longo dos músculos abdominais através de eletrodos. As medições foram feitas da PES e PGA e PEFcough produzido nos 3 pontos de tempo antes, durante, e após a o treino.<br>GA: n= 8 Tosse voluntária + EEF<br>GB: n= 7 Tosse voluntária + EEF (mas após 6 semanas do GA).   | Durante a tosse voluntária, a tosse com EEF melhorou Pga, Pes, e PEFcough. Seis semanas de treino de tosse aumentaram significativamente Pga ( $37,1 \pm 2,0-46,5 \pm 2,9$ cm H2O), Pes ( $35,4 \pm 2,7-48,1 \pm 2,9$ cm H2O), e PEFcough ( $3,1 \pm 0,1$ para $3,6 \pm 0,1$ L / s). O treino de tosse também melhorou pressões e fluxo durante a não-estimulação na tosse voluntária.      | A EEF nos músculos abdominais aumentou a produção da tosse mecânica em pacientes de alto nível de LM. Seis semanas de treino de tosse aumentam ainda mais as pressões gástricas e esofágicas e o fluxo expiratório durante as manobras de estimulação da tosse. | 5/10 |
| Fornusek, et. al. / 2013                             |                                      |   |              |                                     |                               |  |  |   |   |      |
| N= 8<br>Idade:<br>18-65<br>anos<br>(Média:<br>39)    | Lesão medular crônica                | Perimetria, Biodex 2a, ergómetro.             | 2            | Baseline<br>6 semanas               | 6 semanas                     | 3vezes por semana                                  | Para cada participante, um MI foi aleatoriamente distribuído para ser treinado em 10rpm (BAIXA) e outra em 50rpm (ALTA). Cada MI realizou 30 minutos de ciclismo, enquanto a EEF do outro MI foi movido passivamente na mesma cadência. A ordem de treino do MI foi alternada a cada sessão. Durante cada sessão de bicicleta de 30 minutos, a amplitude de estimulação foi linearmente aumentada de 40mA a 140mA durante 10 minutos e então mantida constante. Isso garantiu que a estimulação fosse quase idêntica nos 2 MI's.<br>GA = BAIXA: Treino ciclismo + EEF a 10 rpm<br>GB=ALTA: Treino ciclismo+ EEF a 50 rpm | Seis semanas de treino do ciclo EEF aumentaram significativamente o perímetro da coxa em ambos os grupos de BAIXA e ALTA. No meio da coxa, perímetro aumenta induzido por BAIXA ( $6,6\% \pm 1,2\%$ ) foram significativamente maiores do que os de ALTA ( $3,6\% \pm 0,8\%$ ).BAIXA também produziu maiores ganhos na eletricamente (EEF) evocado torque isométrico de ALTA após o treino. | Estes resultados sugerem que as cadências de pedalada mais baixo evocam maior hipertrofia e força muscular que pode ser adquirida a partir de ciclismo com EEF.   | -    |

**Legenda:** EEF – Estimulação Elétrica Funcional; RPM- Rotações Por Minuto; MI- Membro Inferior; PES – Pressão Esofágica; PGA – Pressão Gástrica; PEF cough - Pressões expiratórias e o pico do fluxo expiratório; GA- Grupo A; GB – Grupo

## 4 Discussão

Atualmente é fundamental focar a importância crescente dos programas de intervenção em doentes com LM completas. Muita da literatura está vocacionada para as LM incompletas.

Segundo Galea et al., (2013), a reabilitação após a LM tem sido tradicionalmente baseada em expectativas sobre os resultados funcionais previstos pelo nível inicial da lesão e da sua gravidade. Assim, em indivíduos com lesões clinicamente completas, a terapia foi principalmente dirigida a atividades para melhorar a independência funcional, por exemplo, o ensino de novas estratégias para mobilidade na cama e transferências para uma cadeira de rodas, como também o fornecimento de dispositivos de assistência. Refere, ainda, que uma abordagem que resulta em melhorias de função independente, e não promove a recuperação do controlo motor nos membros paralisados, como da maioria dos estudos com programas de intervenção com fisioterapia em LM..

Neste pressuposto o objetivo desta revisão sistemática foi, analisar “*O efeito da aplicação da Estimulação Elétrica Funcional na reabilitação em adultos com lesão medular completa*”.

Esta revisão sistemática teve como principal objetivo uma análise criteriosa de estudos com programas de intervenção com a EEF em indivíduos com LM completas favorecendo assim, as pessoas que sofrem desta patologia, como também os profissionais de saúde. Com uma avaliação mais aprofundada, os profissionais poderão conhecer melhor os efeitos de programas de intervenção em LM completas, podendo aperfeiçoar o programa de reabilitação utilizando técnicas mais adequadas.

A pesquisa realizada nas bases de dados foi de eleição os estudos quasi-experimentais e os RCT uma vez que, quando corretamente desenvolvidos, estes apresentam-se como o desenho de estudo ideal para a avaliação da efetividade de uma intervenção na área da saúde. No entanto, os estudos RCT's podem conduzir a resultados enviesados se lhes carecer rigor metodológico (Schultz *et al.* 2010). Todavia, por não existirem muitos estudos RCT's neste tema, foram adicionados outros tipos de estudos controlados.

Nos estudos quasi-experimentais existe manipulação da intervenção, mas não atribuição aleatória da mesma. Os métodos quasi-experimentais flexibilizam as

condições impostas pelas distribuições de probabilidade e inferências estatísticas para a população, impostas pelos modelos de investigação experimental puros, transferindo o centro de atenção de “causa-efeito” da prioridade temporal para a associação entre variáveis (Gonçalves e Nunes, 2004).

Para avaliação do rigor metodológico dos estudos incluídos nesta revisão sistemática foram utilizadas ferramentas predefinidas para a execução de revisões sistemáticas, respetivamente a PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) (Moher, 2009) e a PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*), como forma de analisar objetivamente o risco de viés, o que permitiu a sistematização dos procedimentos e uma maior objetividade na apresentação das conclusões sobre a validade dos estudos incluídos.

A escala PEDro que ao avaliar diferentes e importantes critérios não penaliza demasiado os estudos que não podem ser duplamente cegos como o tipo de intervenção dos estudos aqui incluídos. Na realidade, os estudos incluídos nesta revisão apresentam um rigor metodológico razoável (entre 3/10 e 5/10) tendo apenas sido excluídos onze estudos (Berkelmans et al.2004 ; Chen et al. 2005; Spivak et al. 2007; Fornusek & Davis 2008; Bartova et al. 2008; Groah et. al. 2010; Glinsky et al. 2009; Gorgey et al. 2013, Galea et al. 2013, Bakkum et al. 2013, Harvey et. al. 2011). Quatro desses estudos por apresentarem fraca qualidade metodológica, (*score* 1/10 nos dois primeiros estudos, 2/10 no terceiro e quatro estudos referidos anteriormente), quando classificados com a escala PEDro; outros quatro estudos por apresentarem divergência do tema e três estudos por ainda estarem sob investigação.

De acordo com a tabela 1 é possível observar que nenhum estudo preencheu positivamente os critérios “cegueira dos sujeitos” e “cegueira dos terapeutas” pois neste tipo de estudos que envolvem intervenções em diferentes grupos não é possível cegar quem lidera a intervenção e quem a recebe, isto é, não é possível cegar o terapeuta e os sujeitos quanto ao grupo de controlo e grupo experimental (Morton, 2009).

Apesar da qualidade metodológica ser razoável, vários estudos aqui incluídos poderiam ter um score superior sendo possível observar vários critérios da escala PEDro sistematicamente não cumpridos. Entre eles, a distribuição cega dos sujeitos e a “cegueira” dos avaliadores. Estes critérios deverão ser tidos em conta em futuras investigações de forma a serem cumpridos e a aumentar o rigor metodológico dos estudos.

Dos estudos incluídos nesta revisão apenas dois (Clark et. al 2007 e Lai et. al. 2010), apresentam um verdadeiro grupo de controlo em que não foi realizado qualquer tipo de intervenção, e um estudo (Popovic et. al. 2006) apenas com tratamento convencional. No entanto, neste tipo de estudos é delicado optar por um grupo de controlo sem qualquer tipo de intervenção pois, não podendo ser cegos quanto ao grupo em que foram colocados, os indivíduos do grupo experimental poderão influenciar os resultados, melhorar ou modificar algum aspeto do comportamento que está a ser estudado, simplesmente como resposta ao facto de estarem a ser estudados e não em resposta a nenhuma intervenção experimental – efeito de *Hawthorne* (Adair, 1984). Uma maneira de contornar o efeito de *Hawthorne* é criar uma intervenção no grupo de controlo que esteja comprovada cientificamente que não influencia as variáveis em estudo ou então criar uma outra componente que também será aplicada ao grupo experimental para além da intervenção que realmente se quer estudar. No caso desta última hipótese, um terceiro grupo deveria ser criado de modo a avaliar ainda possíveis efeitos dessa intervenção acrescida.

Lim & Tow (2007) refere que um estudo prospetivo de um caso em foi demonstrado que a recuperação da função era possível num indivíduo com LM C2 completa, ASIA "A" após 5 anos da lesão. Ao longo de um período de 3 anos, o indivíduo evoluiu de ASIA "A" para a "C", com inversão da osteoporose, redução da espasticidade, complicações médicas, e melhoria da qualidade de vida. Atualmente, a EEF é usada em várias neuropróteses para substituir funções sensoriomotoras, incluindo a raiz sacral anterior, estimulador para a disfunção da bexiga, sistema de EEF para melhorar a função da mão em tetraplégicos e EEF-ciclismo para melhorar a função cardiovascular. Confirma ainda Karimi (2013), que existem algumas vantagens distintas associadas com o uso de órteses, EEF ou órteses híbridas, que incluem a diminuição osteoporose óssea, melhoria das funções do sistema digestivo e cardiovascular, diminui os espasmos musculares, e melhora amplitude de movimento articular.

Relativamente aos estudos que usaram um programa de EEF, cinco estudos apresentaram melhorias na reabilitação funcional para o grupo experimental, demonstrando assim uma influência positiva da EEF em LM completas. Apenas dois estudos (Clark et.al. 2007 e Lai et al. 2010) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas com relevância clínica. Segundo Clark et. al (2007), este dado poderá ser explicado por uma aparente falta da eficácia da terapêutica pode ser explicada por insuficiência do protocolo ou erro de tipo 2, devido à baixa potência

estatística. Modestas diferenças entre os grupos foram identificados na Densidade Mineral Óssea (DMO) total no ponto de amostragem subaguda, que podem ser atribuídos erro Tipo 1. Por outro lado, Lai et al. (2010) refere que mais estudos são necessários para determinar se uma diminuição adicional na perda de massa óssea pode ser obtida por uma maior resistência de ciclismo ou curso de treino mais frequente do que utilizado no estudo.

Os estudos pertencentes ao grupo que utilizaram programas de força (Fornusek & Davis, 2004 e Popovic 2006) apresentaram melhorias após intervenção de EEF, em que o estudo de Popovic (2006), revela que indivíduos que sofreram LM tratados com neuropróteses mostraram melhorias consideráveis na MIF quando treinados com EEF em comparação com controlos. Ainda acrescenta que uma descoberta muito importante e inesperada é que os indivíduos com LM completa parecem beneficiar relativamente mais da EEF em comparação com indivíduos com LM incompleta. No estudo de Fornusek & Davis (2004) é demonstrado que o treino de ciclismo de baixa cadência pode ser ótimo para o treino de força, enquanto as cadências mais elevadas podem ser melhores para o treino de potência.

De acordo com os estudos referentes ao grupo de programas de densidade óssea (Clark et al., 2007, Lai et al., 2010) o estudo de Clark et al., (2007), não apresentou melhorias significativas em ambos os grupos de Estimulação Elétrica Funcional e Controlo (EEF e CON) a DMO total diferiram significativamente em 3 meses após LM ( $P < 0.01$ ), mas não depois, enquanto que outras medidas da DEXA não diferiram entre os grupos a qualquer momento. No entanto, Lai et. al. (2010) repara que, a EEF nas fases iniciais de LM pode atenuar parcialmente a DMO na parte distal fémur, apesar que a perda de DMO no fémur distal não possa ser aliviada por completo. Porém, o efeito sobre a atenuação da perda de massa óssea no distal fémur desapareceu uma vez EEF foi interrompido.

Nos programas cardiorrespiratórios o estudo de Taylor et al. (2011), afirma que EEF-remo pode fornecer um estímulo do exercício mais robusto para as pessoas com LM que a maioria das opções disponíveis no momento, devido à maior demanda aeróbica.

Os autores McBain et al. (2013) e Fornusek et. al. (2013) do grupo dos programas de atividade física referem que os seus estudos demonstram efeitos positivos após a intervenção de EEF. Mc Bain et al. (2013) confirma que, a EEF nos músculos abdominais aumenta agudamente a produção da tosse mecânica em pacientes de alto

nível de LM, também melhorou as pressões gástricas e esofágicas e o fluxo expiratório durante as manobras de estimulação da tosse. No entanto, Fornusek et. al. (2013) evidencia que as cadências de pedalada mais baixas evocam maior hipertrofia muscular e força muscular estimulada eletricamente em comparação com cadências elevadas.

Relativamente às avaliações, frequência e duração do tratamento dos estudos apresentados, estes executavam no mínimo 2 avaliações (*baseline* e final), e na sua maioria pelo menos 3 vezes por semana. O que demonstra que vários autores sejam apologistas de frequência moderada no tratamento para demonstrar eficácia do tratamento aplicado e com um mínimo de 6 semanas para garantir que tenham eficiência razoável.

Apesar da aplicabilidade dos resultados desta revisão sistemática, esta apresenta algumas limitações por um considerável número de fatores: o número de estudos incluídos, a qualidade metodológica, o número de participantes e a heterogeneidade dos programas de intervenção incluídos.

Há uma tendência notória do benefício da intervenção com EEF em LM completas, particularmente nos programas de força e atividade física no entanto, há pouca evidência sobre os programas de intervenção com EEF, havendo muita necessidade e urgência de mais estudos RCT com o rigor metodológico que estudem diferentes ramos de atuação. É fundamental que estes programas sejam corretamente desenhados, descritos e avaliados clinicamente.

Apesar das dificuldades em realizar estudos em pacientes com LM completas, por forma, a produzir estudos RCT duplamente cegos com este tipo de intervenção, é importante criar verdadeiros controlos para ser possível avaliar o real efeito da EEF para que esta não seja mascarada por intervenções adicionais.

Em resumo, no futuro é fundamental mais investigação no sentido de compreender os efeitos dos programas de intervenção com EEF em LM completas. A qualidade metodológica dos estudos randomizados deve ser melhorada, os desenhos dos estudos devem ser mais rigorosos e os efeitos a longo prazo devem ser monitorizados e estandardizados. Os tempos de *follow-up* devem ser alargados para verificar as alterações, o que por sua vez pode levar a um melhor controlo da patologia, da intervenção dos profissionais e à melhoria dos *outcomes*.

## **5 Conclusão**

A intervenção com EEF em pacientes com lesões medulares completas parece melhorar a capacidade cardiorrespiratória, a densidade mineral óssea, a força e atividade física, dos indivíduos no entanto, são necessários mais estudos de elevada qualidade metodológica sobre o real efeito da sua aplicação. Continua muito incerto quais os aspetos mais efetivos devido à variedade como estes programas de intervenção são elaborados.

## **6 Agradecimentos**

Gostaria de prestar os meus agradecimentos ao Mestre Alexandre Lopes na orientação desta tese, bem como aos fisioterapeutas Justina Oliveira (prática privada) e Emanuel Almeida (Clínica Fisiátrica de Espinho – Cinesis) pela classificação dos estudos com a escala PEDro.

## 7 Referências bibliográfica

1. Adair J. 1984. The Hawthorne effect: A reconsideration of the methodological artefact. *Journal of Applied Psychology*. 69 (2): 334-45.
2. Almeida, C., Ferreira, A., & Faria, F. (2011). Lesões medulares não traumáticas -Caraterização da população de um centro de Reabilitação. *Revista da Sociedade Portuguesa de Medicina Física e de Reabilitação*, Vol. 20.
3. Amaral, M. T. 2009. Encontrar um novo sentido da vida: após um estudo explicativo da adaptação após lesão medular. *Revista da Escola de Enfermagem - USP*.
4. Cerezetti, C. R., Nunes, G. R., Cordeiro, D. R., & Tedesco, S. 2012. Lesão Medular Traumática e estratégias de enfrentamento: revisão crítica. *O Mundo da Saúde*, 318-326.
5. Fouad K, Tetzlaff W. 2012. Rehabilitative training and plasticity following spinal cord injury. *Exp Neurol*;235: 91-9.
6. Galea M, Dunlop S, Davis G, Nunn A, Geraghty T, Hsueh Y, Churilov L. 2013. Intensive exercise program after spinal cord injury (“Full-On”): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials Journal*, 14: 291
7. Gonçalves José Abílio, Nunes Maria Teresa. Estilos de investigação: estudos quasi-experimentais. Metodologia da Investigação I. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 2004. Available at: [http://www.gpfima.org/files/ESTUDOS\\_QUASI-EXPERIMENTAIS\\_15.pdf](http://www.gpfima.org/files/ESTUDOS_QUASI-EXPERIMENTAIS_15.pdf) (acedido a Setembro de 2014).
8. Graupe D, Cerrel-Bazo H, Kern H, Carraro U. 2008. Walking performance, medical outcomes and patient training in FES of innervated muscles for ambulation by thoracic-level complete paraplegics. *Neurol Res.*: 30(2):123– 130.
9. Hamzaid & Davis 2009. Health and fitness benefits of functional electrical stimulation-evoked leg exercise for spinal cord injured individuals: a position review. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*; 14 (4): 88-121
10. Jackson AB. Overview of spinal cord injury anatomy & physiology. Spinal Cord Injury Model System Information Network. 2011. Available at: <http://www.spinalcord.uab.edu/show.asp?durkiZ32105> (acedido a Maio de 2014).
11. Karimi M. 2013. Functional walking ability of paraplegic patients: comparasion of functional electrical stimulation versus mechanical orthoses. *Eur J Orthop Traumatol*. 23: 631-638.

12. Kralj AR & Bajd T. 1989. Functional electrical stimulation: standing and walking after spinal cord injury. *CRC Press*, Boca Raton.
13. Lim & Tow 2007. Recovery and regeneration after spinal cord injury: A review and summary of a recent literature. *Ann Acad. Med. Singapore*. 37: 49-57.
14. Lundy-Ekman L. 2007. *Neurociência. Fundamentos para a reabilitação*. Elsevier Editora, Ltda.
15. Maher C, Sherington C, Herbert R, Moseley A. 2003. Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*. 83 (8): 713-21.
16. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group 2009. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Ann Intern Med*. 151(4);
17. Morton N. 2009. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*. 55: 129-33.
18. Ortolan, RL 2001. Tendências em Biomecânica Ortopédica Aplicadas à Reabilitação. *Revista Acta Ortopédica Brasileira*. 9, (3); 44-58.
19. O'Sullivan, Susan B & Schmitz Thomas J. 2006. *Fisioterapia. Avaliação e Tratamento*. Editora Manole, 4ª edição
20. Pedersen B, Saltin B. 2006. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*. 16 (1): 3-63.
21. Pedro, A. S. 2011. Caracterização de adultos com lesão medular em regime de internamento. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro - Departamento de Educação.
22. Petrofsky JS. 2004. Electrical stimulation: Neurophysiological basis and application. *Basic Appl Myol*. 14(4):205-213.
23. Quintern J. 1998. Application of functional electrical stimulation in paraplegic patients. *NeuroRehabilitation*.10: 205-250.
24. Raine, Sue; Meadows, Linzi; Lynch-Ellerington, Mary 2009. *Bobath Concept: Theory and Clinical Practice in Neurological Rehabilitation*. Wiley-Blackwell.
25. Ram FS, Robinson SM, Black PN. 2000. Effects of physical training in asthma: a systematic review. *Br J Sports Med*. 34: 162-167.

26. Simões, C. M. 2008. Paraplegia: Prevalência, Etiologia e Processo de Reabilitação. Tese de Mestrado. Universidade do Minho - Instituto de Educação e Psicologia.
27. Sipski M L, DeLisa J A 1991. Functional electrical stimulation in spinal cord rehabilitation: a review of the literature. *Neuro Rehabil* 1 (4): 46–57.
28. Schulz KF, Altman DG, Moher D. 2010. Consort Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ*. 340: 332.
29. Verhagen A, Vet H, Bie R, Kessels A, Boers M, Bouter L, Knipschild P. 1998. The Delphi List: A Criteria List for Quality Assessment of Randomized Clinical Trials for Conducting Systematic Reviews Developed by Delphi Consensus. *Journal of Clinical Epidemiology*. 51 (12): 1235-1241.
30. Wyndaele M, Wyndaele JJ. 2006. Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: what learns a worldwide literature survey? *Spinal Cord* ;44:523

## 8 Apêndice

### Mesh terms e palavras-chave

- (1) spinal cord injuries
- (2) rehabilitation
- (3) electric stimulation functional
- (4) electric stimulation
- (5) therapy
- (6) spinal cord rehabilitation
- (7) electric stimulation
- (8) FES
- (9) SCI complete stimulation electrical,
- (10) spinal cord injury complete stimulation electrical

| Base de dados  | Mesh terms e Palavras-chave |
|--|-----------------------------|
| Pubmed   | #1 #2 #3 “10 #9             |
| PeDro  | #1 #4 #5 #10 #9             |
| ClinicalKey  | #1 #2 #4 #5 #8 #10 #9       |
| B-On   | #1 #3 #5 #10 #9             |
| Biomed Central   | #9 #10                      |
| LILACS- Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde | #9 #10                      |
| SciELO Portugal  | #10                         |
| Science Direct   | #10 #1 #2 #3                |

## 9Anexos

| <b>Tabela I</b>                                 |  |
|---|--|
| Título  | “Maximizing muscle force via low-cadence functional electrical stimulation cycling”  |
| Autores/Ano                                     | Ché Fornusek and Glen M. Davi /2004  |
| Desenho de estudo                               | Estudo quasi-experimental  |
| Objetivo  | Investigar o efeito da cadência pedal sobre a produção de torque, potência e fadiga muscular durante a estimulação elétrica funcional evocado ciclismo em indivíduos que sofreram lesão medular.   |
| Participantes                                   | N=9 indivíduos tiveram lesão medular completa a nível torácico, T4-T9 (ASIA A) com idades compreendidas entre 23-55, e realizaram regularmente tratamento com estimulação elétrica funcional durante pelo menos 6 meses.   |
| País  | Austrália  |
| Crítérios de diagnóstico                        | Lesão medular completa (torácica), ASIA A.   |
| Crítérios de inclusão                           | Lesão medular completa   |
| Crítérios de exclusão                           | Indivíduos com doenças concomitantes   |
| Grupo (Trial 1)                                 | Fadiga muscular isolada vs a cadência durante 5 minutos IFES-LCE. Testes “IFES-LCE Cinco minutos” foi realizado com o quadriceps esquerdo sozinho em cadências de 20 e 50 rev. min <sup>-1</sup> (n = 8).  |
| Grupo (Trial 2)                                 | Fadiga muscular vs a cadência mais de 35 minutos IFES-LCE em cadências de 15, 30 e 50 rev. min <sup>-1</sup> (n = 9)   |
| Variáveis medidas                               | Força/Resistência muscular   |
| Instrumentos de medida                          | Isocinético FES ciclo ergómetro  |
| Descrição do instrumento                        | O sistema iFES-LCE consistiu num sistema de computador portátil com software de controlo de ciclismo, um microcontrolador impulsionado de 6 canais de estimulação neuromuscular transcutânea (DS2000) e um módulo de bicicleta motorizada ergométrica (MOTOmed Viva, Reck, Alemanha). O módulo ergómetro ciclo motorizado possuía circuitos de controlo de velocidade para manter uma predefinição de cadência de pedalada até 60 rev . min <sup>-1</sup> em 1 rev . min <sup>-1</sup> passos. O ciclo módulo ergómetro enviado dados para o computador através de transferência serial RS-232 em ~ 60 Hz. |
| Comentário dos autores/Possíveis fontes de viés | Os autores referem que o treino de força e resistência deveriam ser feitos em diferentes dias nas diferentes cadências para observar maior clareza dos resultados. Se os treinos das várias cadências forem na mesma sessão a ordem seria importante, o treino de baixa cadência deve ser utilizado em primeiro para assegurar que o treino de força ocorre antes do músculo estar em fadiga.  |

| <b>Tabela II</b>                                |  |
|---|--|
| Título  | “Physiological effects of lower extremity functional electrical stimulation in early spinal cord injury: lack of efficacy to prevent bone loss”  |
| Autores/Ano                                     | JM Clark, M Jelbart, H Rischbieth, J Strayer, B Chatterton, C Schultz, and R Marshall / 2007   |
| Desenho de estudo                               | Randomized controlled trial  |
| Escala PEDro                                    | 3/10   |
| Objetivo  | Determinar se a estimulação elétrica funcional (EEF) pode afetar a atrofia óssea em indivíduos com lesão medular precoce, e a segurança, a tolerância e a viabilidade desta modalidade no osso na remediação da perda.   |
| Participantes                                   | Indivíduos (n=33) com idade entre 18-55 anos, com uma lesão medular acima L1.  |
| País  | Austrália  |
| Critérios de diagnóstico                        | Lesão medular acima de L1.   |
| Critérios de inclusão                           | Lesão medular acima de L1  |
| Critérios de exclusão                           | Condição neurológica deteriorada, osteoporose conhecida, fratura pélvica ou associada aos membros inferiores, condição médica que influencia o metabolismo do osso e ou contra-indicações para o exercício.  |
| Grupo experimental                              | No grupo EEF (n=23), os eletrodos foram aplicados unilateralmente no quadríceps e tibial anterior. Pressão sanguínea (PA), frequência cardíaca (FC) e saturação de O <sub>2</sub> (SaO <sub>2</sub> ) foram monitorados no pré-tratamento, durante a aplicação e pós-exercício de sessões EEF durante as 2 primeiras semanas do protocolo.<br>Após um período de pré-condicionamento de 2 semanas, isotônica, sem resistência, alcance interno de repetições do quadríceps e dorsiflexores do tornozelo foram realizadas com estimulação (rest ratio 4:8 s). O protocolo de exercício unilateral foi realizada para 15 minutos; o procedimento foi então repetido no outro ML. |
| Grupo de controlo                               | O grupo controlo (n=10) não foi considerado cego, visto que o autor refere que o estímulo elétrico provoca contração muscular óbvia, que não pode ser reproduzido por um dispositivo de "placebo". Como resultado, a intervenção e grupos controle (CON) foram inscritos não consecutivamente.   |
| Variáveis medidas                               | Pressão arterial, frequência cardíaca, saturação de O <sub>2</sub> , densidade mineral óssea   |
| Instrumentos de medida                          | Aparelho medições de DMO foram realizados usando o DEXA.   |
| Descrição do instrumento                        | DEXA (GE-Lunar Especialista XL, Lunar Corp, Madison, WI, EUA)- A Densitometria óssea de dupla energia (Dual-energy X-ray Absortiomety, DEXA) avalia a densidade mineral óssea (DMO) e é o instrumento mais utilizado para diagnóstico e monitorização dos indivíduos com osteoporose.<br>A reprodutibilidade foi estimada como sendo entre 1 e 2% ao longo do período de estudo. Coeficiente de variabilidade (CV) foi estimada em 0,5% para corporal total densidade mineral óssea, 2% na anca e 4% na coluna vertebral. Os exames foram analisados por meio de Expert 1.92 software por um operador (CS) que desconhecia o protocolo.  |
| Comentário dos autores/Possíveis fontes de viés | O autor afirma que uma aparente falta da eficácia da terapêutica podem ser explicadas por insuficiências do protocolo ou erro de tipo 2. Modestas diferenças entre os grupos foram identificados na DMO total no ponto de amostragem subaguda, que podem ser atribuídos erro Tipo 1.   |

| <b>Tabela III</b>                               |   |
|---|---|
| Título  | “Effects of functional electrical stimulation cycling exercise on bone mineral density loss in the early stages of spinal cord injury”  |
| Autores/Ano                                     | Chien-Hung Lai, Walter Hong-Shong Chang, Wing P. Chan, Chih-Wei Peng, Li-Kuo Shen, Jia-Jin J. Chen, and Shih-Ching Chen /2010   |
| Desenho de estudo                               | Randomized controlled trial   |
| Escala PEDro                                    | 4/10  |
| Objetivo  | Determinar se a perda de densidade mineral óssea após a lesão medular pode ser atenuada por uma intervenção precoce com exercícios de ciclismo associada à estimulação elétrica funcional e verificar se o efeito persiste depois de interrompido o treino.   |
| Participantes                                   | 24 Indivíduos com lesão da medula espinhal, foram divididos em grupos FESCE ou controlo, com idades compreendidas entre 22-37 anos.<br>GE= 12 (10H, 2M)<br>GC= 12 (10H e 2M)  |
| País  | Tailândia   |
| Crítérios de diagnóstico                        | Lesão medular 26-52 dias após lesão.  |
| Crítérios de inclusão                           | Lesão neurológica completa (Spinal Cord americano Association (ASIA) escala deficiência (17) classe A) entre C5 e T10; ter respostas musculares à estimulação elétrica durante o treino; e nunca ter sido submetido a terapia EEF.  |
| Crítérios de exclusão                           | Não cicatrizadas ou fraturas ósseas recentes; a presença de um instrumento de metal na extremidade inferior; disreflexia autonómica mal controlada; heterotópico ossificação; espasticidade grave; uma gama de mobilidade dos MI's que limita o ciclismo seguro; uma história de doença cardiovascular; uma história de doença pulmonar; uma história recente de doença psicológica; uma história da paratireóide ou doenças da tireóide; e o uso de medicamentos de osso na qualidade, de cálcio ou vitamina D.  |
| Grupo experimental                              | No grupo FESCE, programas de EEF-ciclismo foram realizados 3 vezes por semana nos primeiros três meses, e suspenso durante o subsequente 3 meses. Inicialmente, o indivíduo pedalou com carga/resistência mínima durante o tempo que o indivíduo poderia tolerar. Em seguida, o tempo de ciclo foi gradualmente aumentado. Os valores da DMO do fémur proximal e fémur distal foram medidos no início (primeira medição), a fim de o ciclismo 3 meses programa (segunda medição), e três meses após a interrupção o programa de ciclismo (terceira medida). |
| Grupo de controlo                               | No grupo de controlo, a medição da densidade mineral óssea foi realizada ao mesmo tempo que o grupo FESCE.  |
| Variáveis medidas                               | Densidade mineral óssea   |
| Instrumentos de medida                          | Dupla energia de raios-X (DXA) (XR 36 WB, Norland, Wisconsin, USA)  |
| Descrição do instrumento                        | A densidade mineral óssea do fémur distal foi determinado usando o software Norland XR-36 pesquisa scanner opcional e análises.   |
| Comentário dos autores/Possíveis fontes de viés | O autor comenta que os protocolos FESCE devem ser investigados para esclarecer os efeitos ideais de FESCE na DMO no início fases de LM. Sendo necessários mais investigações para esclarecer se uma maior resistência de ciclismo, uma maior frequência e duração de treino de total FESCE, poderia ter outra vantagem na atenuação da perda de osso em indivíduos nas fases iniciais da LM.  |

| <b>Tabela IV</b>                                |   |
|---|---|
| Título  | “Aerobic Capacity With Hybrid FES Rowing in Spinal Cord Injury: Comparison With Arms-Only Exercise and Preliminary Findings With Regular Training”  |
| Autores/Ano                                     | J. Andrew Taylor, Glen Picard, MA, Jeffrey J. Widrick/2011  |
| Desenho de estudo                               | Estudo quasi-experimental.  |
| Objetivo  | Determinar a magnitude e variedade de aumentos do peak na capacidade aeróbia com estimulação elétrica híbrida-funcional (EEF)-remo versus membros superiores- apenas-remando em indivíduos com lesão medular.   |
| Participantes                                   | N= 6 do sexo masculino com lesão medular (T4-T9, American Spinal Injury Associação classe A), com idades compreendidas entre 22-37 anos.  |
| País  | Estados Unidos da América.  |
| Crítérios de diagnóstico                        | Lesão medular (T4-T9, ASIA A)   |
| Crítérios de inclusão                           | Os indivíduos apresentavam uma história médica completa e exames físicos, incluindo um exame neurológico da American Spinal Injury Association; indivíduos neurologicamente estáveis e aprovados para participar de um fisiatra especializado em LM; indivíduos do sexo masculino com lesões completas abaixo do nível de T3, estavam dentro de 18 - 40 anos.   |
| Crítérios de exclusão                           | Não refere.   |
| Grupo A e Grupo B                               | O ‘grupo A’ “Membros superiores-Só remando” foi comparado com o ‘grupo B’ “EEF remo”, no qual o indivíduo que está exercendo sincroniza o movimento superior do corpo voluntariamente com o movimento dos MI’s controlado por EEF, para os músculos dos MI’s paralisados.   |
| Variáveis medidas                               | Ventilação e expiração de O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> (determinar o consumo de O <sub>2</sub> , produção de CO <sub>2</sub> , respiratório relação de troca, ventilação e pulso de oxigênio). Expiração de frações de O <sub>2</sub> e gás CO <sub>2</sub> foram medidos com um paramagnética O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> analisadores infravermelhos. A ventilação foi medida por meio de um pneumotacógrafo. Frequência cardíaca.   |
| Instrumentos de medida                          | Espirometria<br>Pneumotacógrafo   |
| Descrição do instrumento                        | Potência aeróbia foi determinada via online assistida por computador de circuito aberto de espirometria (ParvoMedics, Sandy, UT). Ventilação e expiração de O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> foram medidos enquanto os indivíduos realizaram “membros superiores-remando” ou “EEF-remo” para determinar o consumo de O <sub>2</sub> , produção de CO <sub>2</sub> , relação de trocas-respiratórias, ventilação e pulso de oxigênio. Expirações de frações de O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> foram medidos por analisadores paramagnético O <sub>2</sub> e infravermelhos CO <sub>2</sub> . A ventilação foi medida por um pneumotacógrafo (modelo 3813, Hans Rudolph Co., St. Louis, MO). Um monitor de frequência cardíaca (Suunto, Vantaa, Finlândia) foi usado ao longo dos testes. |
| Comentário dos autores/Possíveis fontes de viés | O autor menciona que a população foi limitada pelo <i>design</i> . Indivíduos com lesões maiores podem responder de forma diferente, uma vez que lesões caudais levar a denervação simpática cardíaca. Isto pode limitar ou mesmo aumentar a magnitude da diferença Entre “EEF-remo” e “Membros superiores-remando”.  |

| <b>Tabela V</b>                                 |  |
|---|--|
| Título  | “Abdominal Muscle Training Can Enhance Cough After Spinal Cord Injury”   |
| Autores/Ano                                     | Rachel A. McBain, Claire L. Boswell-Ruys, Bonsan B. Lee, Simon C. Gandevia and Jane E. Butler/ 2013  |
| Desenho de estudo                               | Randomized controlled trial  |
| Escala PEDro                                    | 5/10   |
| Objetivo  | Investigar o efeito do treino da tosse combinada com estimulação elétrica funcional (EEF) sobre os músculos abdominais durante 6 semanas para observar se o treino pode melhorar a força da tosse.   |
| Participantes                                   | Os potenciais participantes foram submetidos a pré-avaliação de rastreio para avaliar se podiam tolerar a estimulação<br>N= 15 do sexo masculino, com idades compreendidas entre 23-68.<br>(GA: n= 8 e GB: n= 7)   |
| País  | Austrália  |
| Critérios de diagnóstico                        | Lesão medular  |
| Critérios de inclusão                           | Lesão medular com comprometimento motor ao nível de T6 ou superior com base na avaliação clínica do seu comprometimento neurológico (completa ou incompleta); com tosse comprometida.  |
| Critérios de exclusão                           | Não refere.  |
| Grupo experimental                              | Os indivíduos tossiram voluntariamente ao mesmo tempo com a EEF ao longo dos músculos abdominais através de elétrodos. As medições foram feitas da PES e PGA e PEFcough produzido nos 3 pontos de tempo antes, durante, e após a o treino.<br>GA: n= 8 Tosse voluntária + EEF  |
| Grupo de controlo                               | O tratamento foi igual ao grupo “experimental” apenas difere no período que foram submetidos a treino, no segundo período de 6 semanas.<br>GB: n= 7 Tosse voluntária + EEF (mas após 6 semanas do GA).   |
| Variáveis medidas                               | Pressão gástrica, pressão esofágica, pressão arterial.   |
| Instrumentos de medida                          | Pneumotacómetro<br>Medidor de tensão arterial  |
| Descrição do instrumento                        | Pneumotacómetro - Um cateter gastroesofágico montado com transdutores de pressão foi inserido através do nariz (CTG-2, Gaeltec Ltd, Dunvegan, UK). Um transdutor foi localizado no estômago para gravar (abdominal) pressão gástrica (Pga), e o outro transdutor foi localizado 20 centímetros rostralmente, e registada a pressão esofágica (Pes) torácica.<br>Pressão arterial foi monitorada continuamente através de um sistema Portapres (FMS, Finapres Medical Systems BV, Amsterdam, Holanda), com a manga de pressão em torno do meio do dedo esquerdo. Todos os sinais foram digitalizados (1401 Plus, CED Limited, Cambridge, UK) e armazenados num computador (taxa de amostragem 2000 Hz). |
| Comentário dos autores/Possíveis fontes de viés | O autor menciona que ainda haverá a necessidade de mais um método não invasivo de opção não cirúrgica para estimular eletricamente a tosse. A limitação de corrente com a estimulação de superfície é a capacidade de produzir pressões elevadas o suficiente com estimuladores comercialmente disponíveis que são aprovados para paciente usar.   |

| <b>Tabela VI</b>                                |   |
|---|---|
| Título  | “Pilot Study of the Effect of Low-Cadence Functional Electrical Stimulation Cycling After Spinal Cord Injury on Thigh Girth and Strength”   |
| Autores/Ano                                     | Che Fornusek, Glen Macartney Davis, Michael Friedrich Russold/ 2013   |
| Desenho de estudo                               | Estudo quasi-experimental.  |
| Objetivo  | Investigar os efeitos a longo prazo da estimulação elétrica funcional (EEF) ciclo evocado cadência treino no músculo do MI hipertrofia e força evocado eletricamente.   |
| Participantes                                   | Indivíduos não treinados com lesão medular crônica (N=8, com idades compreendidas entre 18-65 (C7eT11; 7 ASIA -A, 1 ÁSIA-C)).   |
| País  | Austrália   |
| Crítérios de diagnóstico                        | Lesão medular crônica   |
| Crítérios de inclusão                           | Idade entre 18 e 65 anos, pelo menos um ano de pós LM, não havia realizado exercícios EEF nos 6 meses anteriores à pesquisa e os músculos dos MI's que respondam a EEF.   |
| Crítérios de exclusão                           | Não refere.   |
| Grupo A e B                                     | O regime de exercício envolveu treino ciclo EEF 3 vezes por semana durante 6 semanas. Para cada participante, um MI foi aleatoriamente distribuído para ser treinado em 10rpm (BAIXO) e outro em 50rpm (ALTA). Cada MI realizado de 30 minutos de bicicleta EEF enquanto o outro MI foi movido passivamente na mesma cadência. A fim de treino de MI (por exemplo, BAIXO, então ALTA) foi alternada a cada sessão. Durante cada sessão de 30 minutos, a amplitude de estimulação foi linearmente aumentada de 40 mA a 140 mA durante 10 minutos e então mantida constante. Isso garantiu que as estimulações quase idênticas fossem para os 2 MI's.   |
| Variáveis medidas                               | Trofia, força   |
| Instrumentos de medida                          | Perimetria, Biodex 2a, ergómetro.   |
| Descrição do instrumento                        | Perimetria - circunferência da coxa e eletricamente evocado torque de quadríceps isométrica. A circunferência foi obtida por média de três medições em cada local usando uma fita métrica pano.<br>Biodex 2a- Evocado eletricamente força do quadríceps isométrico foi testado num sistema de teste muscular com o joelho posicionado a 50° de extensão total. Três 7 segundos contrações isométricas com uma segunda rampa 2ª amplitude de estimulação foram desencadeadas pelo estimulador para cada músculo quadríceps; a 10 segundos de repouso foi dada entre cada contração. A amplitude de estimulação média utilizada foi de 99+-18mA. As saídas de potência média que poderiam ser produzidos durante 30 minutos de EEF ciclismo exercício foram avaliados para cada MI, tanto pedalar cadências usando um protocolo de estimulação. Adicionalmente, o torque aplicado ao ergómetro motorizado pelos músculos do MI estimulado foi medido durante as sessões de treino. Este torque permitiu estimar a importância relativa das forças musculares exercidas por alta e baixa. O binário médio (em 30 min) foi extraído a partir do motor dados de torque para as sessões 1 e 18. |
| Comentário dos autores/Possíveis fontes de viés | O autor corrobora que um pequeno número de participantes foram testados, e vários testes estatísticos foram realizados sem aplicar as correções de Bonferroni. Este aumenta a hipótese de que os resultados que alcançaram de significância estatística são atribuíveis ao acaso.   |

| <b>Tabela VII</b>        |  |
|--------------------------|--|
| Título                   | “Functional electrical therapy: retraining grasping in spinal cord injury”   |
| Autores/Ano              | MR Popovic, TA Thrasher, ME Adams, V Takes, V Zivanovic and MI Tonack/ 2006  |
| Desenho de estudo        | Randomized controlled trial  |
| Escala PEDro             | 3/10   |
| Objetivo                 | Determinar a eficácia clínica da EEF na reabilitação da função agarrar para tetraplégicos.   |
| Participantes            | N= 21 indivíduos com LM recentes que variam de C3 a C7 foram divididos aleatoriamente em dois grupos: Controle (N=9) e Intervenção (N=12), com idades compreendidas entre 16-60 anos. Ambos os grupos controle e experimental foram administradas os seus respetivos tratamentos por 12 semanas, 5 dias por semana e 45 minutos por sessão.  |
| País                     | Canadá   |
| Critérios de diagnóstico | Lesão medular (completa e incompleta)  |
| Critérios de inclusão    | Lesão medular recente completa ou incompleta   |
| Critérios de exclusão    | Não menciona no artigo critérios explícitos, no entanto refere que os indivíduos foram controlados por estes.  |
| Grupo experimental       | Cada participante do grupo foi solicitado a executar uma tarefa com uma mão. O participante irá primeiro tentar executar a tarefa não assistida. Os componentes / sequências da tarefa que for incapaz de levar a cabo teria que ser assistida por neuroproteses. O protocolo de estimulação foi desenvolvido individualmente usando um estimulador Compex que permitiu que o participante fazê-lo com o sistema de EEF. Não foram utilizados aparelhos ortopédicos durante a aplicação. O terapeuta garantiu que todos movimentos eram funcionais, eficientes e utilizando padrões normais de movimento. À medida que o participante apresentou melhora da força e amplitude de movimento, a EEF para esse grupo muscular foi extinto e mudou-se para outro grupo muscular que ainda estava paralisado e precisava ser "reativado". |
| Grupo de controlo        | O grupo controlo recebeu terapia convencional pertencente à função da mão. A terapia convencional incluiu exercícios de facilitação muscular enfatizando o tratamento de movimento normal; treino funcional repetitivo de tarefas específicas; fortalecimento e controlo motor treino usando resistência do movimento do braço para aumentar a força; exercícios de alongamento; estimulação elétrica aplicada principalmente para fortalecimento muscular; treinamento em AVD's   |
| Variáveis medidas        | Função, independência funcional, qualidade de movimento.   |
| Instrumentos de medida   | Functional Independence Measure (FIM); Spinal Cord Independence Measure (SCIM); Rehabilitation Engineering Laboratory Hand Function Test (REL test).   |
| Descrição do instrumento | Rehabilitation Engineering Laboratory Hand Function Test (REL test) – foi desenvolvido para avaliar a melhoria da função motora grossa da compreensão unilateral devido à neuroprotese para agarrar. O teste REL foi o único teste não padronizado aplicado neste estudo.<br>Com exceção ao cilindro instrumentado, cartão de crédito ligado a um dinamómetro, e bar de madeira, todos os objetos de teste foram colocados numa mesa de 20-30 cm na frente do participante, um após o outro. O participante foi solicitado para pegar nos objetos, levantá-los na frente do seu peito e mover os objetos de supinação para neutro e, em seguida, para a posição de pronação. Em cada posição, o participante foi instruído a segurar o objeto por 20-30s. Se o participante for incapaz de segurar o objeto em qualquer um das três  |

|   |  |
|---|--|
|   | posições, recebe 0 pontos. Recebeu 1 ponto se puder segurar o objeto por um curto período de tempo (2-10 s) e depois, eventualmente, deixá-lo cair. Recebe 2 pontos se for capaz de segurar o objeto por 20-30 s na posição da mão que se destina. |
| Comentário dos autores/Possíveis fontes de viés | Neste estudo como foram envolvidos terapeutas ocupacionais, poderá ter alguma alteração nos resultados do que se o tratamento fosse realizado por fisioterapeutas, cujo métodos de tratamento e de intervenção podem diferir.                      |

**Código de campo alterado**

