



Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

Licenciatura em Fisioterapia

Projeto de Graduação

Os efeitos da eletroestimulação neuromuscular após artroplastia total do joelho na marcha e qualidade de vida: Uma revisão da literatura

Manuel Gomes
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
36936@ufp.edu.pt

Prof. Doutor Ricardo Cardoso
Orientador
Escola superior de saúde Fernando Pessoa
rcardoso@ufp.edu.pt

Porto, junho de 2022

Resumo

A eletroestimulação neuromuscular (EENM) é uma técnica de eletroterapia capaz de causar uma contração muscular por meio de correntes elétricas através da aplicação transcutânea, provocando uma restauração da força muscular, função e diminuição da dor. **Objetivo:** Avaliar os efeitos da eletroestimulação neuromuscular após artroplastia total do joelho na marcha e qualidade de vida. **Metodologia:** Para formular o tema da investigação, utilizou-se o método PICO de Paciente, Intervenção, Comparação, e *Outcome*. Realizou-se uma pesquisa computadorizada nas seguintes bases de dados: *PubMed/Medline*, *Web of science*, *Cochrane Library CENTRAL*, *LiLacs*, *SciELO* e *PEDro (Physiotherapy Evidence Database)*. Tendo sido utilizada a combinação das seguintes palavras-chave: ((*"Total Knee Arthroplasty"* OR *"Total Knee Prosthesis"*) AND (*"Neuromuscular Electrical Stimulation"* OR *"Funcional Eletrical Stimulation"*)). A qualidade metodológica foi analisada através da escala de *PEDro (Physiotherapy Evidence Database Scoring Scale)*. **Resultados:** Foram incluídos 5 estudos com uma classificação média de 6,6 na escala de *PEDro*, num total de 438 participantes. **Conclusão:** A EENM parece apresentar um efeito positivo ao nível da marcha. **Palavras-chave:** Artroplastia total do joelho, prótese total do joelho, eletroestimulação neuromuscular, eletroestimulação funcional.

Abstract

Neuromuscular electrostimulation (NMES) is an electrotherapy technique capable of causing muscle contraction by means of electrical currents through transcutaneous application, causing a restoration of muscle strength, function, and pain reduction. **Objective:** Evaluate the effects of neuromuscular electrical stimulation after total knee arthroplasty on gait and quality of life. **Methodology:** To formulate the research topic, the PICO method of Patient, Intervention, Comparison e Outcome was used. A computerized search was performed in the following search engines and databases: *PubMed/Medline*, *Web of science*, *Cochrane Library CENTRAL*, *LiLacs*, *SciELO* and *PEDro (Physiotherapy Evidence Database)*. The following keywords were combined: ((*"Total Knee Arthroplasty"* OR *"Total Knee Prosthesis"*) AND (*"Neuromuscular Electrical Stimulation"* OR *"Functional Electrical Stimulation"*)). Methodological quality was analyzed using the *PEDro scale (Physiotherapy Evidence Database Scoring Scale)*. **Results:** Five studies with a mean *PEDro* scale score of 6.6 were included, with a total of 438 participants. **Conclusion:** NMES seems to have a positive effect on gait. **Keywords:** Total Knee Arthroplasty, Total Knee Prosthesis, Neuromuscular Electrical Stimulation, Functional Electrical Stimulation.

Introdução

A artroplastia total do joelho (ATJ) é uma das intervenções cirúrgicas mais comuns e confiáveis para o tratamento de patologias ao nível do joelho que provocam dor e limitações de movimento, tais como artrite reumatoide, osteonecrose e osteoartrose (OA), tendo nesta última uma intervenção de tratamento bastante eficaz, quando se encontra numa fase avançada (Postler et al., 2018).

A artroplastia do joelho é um procedimento cirúrgico que consiste na substituição das superfícies de suporte da articulação do joelho de modo a restaurar a capacidade e a função, diminuição da sintomatologia dolorosa, realinhamento articular entre o fémur e a tíbia e ainda promover a estabilidade e mobilidade da articulação (Werner, Jager, Schmitz e Krauspe, 2003; Popescu, Haritiniian e Cristea, 2019).

Após a realização da ATJ, o paciente apresenta restrições ao nível dos movimentos do joelho devido, não só à diminuição da força muscular, e consequentemente défices ao nível da marcha nas suas diferentes fases, equilíbrio, proprioceção e qualidade de vida, mas principalmente devido ao edema presente numa fase inicial e devido à presença de sintomatologia álgica pós-operatória (Si et al., 2017; Ranawat, Ranawat e Mehta, 2003).

Num estudo randomizado controlado, realizado por Petterson et al. (2009), foi possível verificar uma redução da força muscular de 20 a 25% após 1 mês da ATJ, assim como após 1 ano, onde se verifica igualmente reduzida a força muscular comparativamente com uma pessoa saudável, observando-se uma marcha 18% mais lenta assim como 51% mais lento aquando a subida e descida de escadas. Nesse sentido, é possível verificar que a força muscular do quadríceps é reduzida em cerca de 30,7% imediatamente após ATJ e em 50 a 60% após 1 mês, apesar do início da reabilitação ser realizada nas primeiras 48h após a cirurgia (Mizner et al., 2005 *cit in*. Alrawashden et al., 2021).

Dito isto, a fisioterapia apresenta um papel importante na reabilitação de pacientes que tenham realizado ATJ, uma vez que intervém na diminuição do tempo de internamento hospitalar, diminuição do risco de complicações que poderiam surgir no pós-cirúrgico, intervindo ainda de forma fundamental no aumento da força muscular do quadríceps, aumento da amplitude de movimento, melhoria do equilíbrio e da marcha, e ainda melhoria ao nível da qualidade de vida (Bade, Kohrt e Stevens-Lapsley, 2010 *cit in*. Castrodad et al., 2019). Posto isto, e segundo Crurry, Groehring, Bell e Jette (2018), na reabilitação, sendo realizada de forma precoce, deve compreender a componente crioterapia, a neuroestimulação e o treino de marcha. Deve-se realizar um plano padronizado e delineado, assim como a toma de analgésicos de forma a

melhorar a sintomatologia álgica, restaurando a força muscular. Ao mesmo tempo, o paciente deve ser submetido a diversas abordagens alternativas, incluindo a eletroestimulação neuromuscular (EENM), onde é possível verificar uma recuperação mais rápida no pós-cirúrgico, uma vez que é considerada uma abordagem com um elevado potencial na melhoria da contractilidade muscular, neste caso ao nível do quadríceps (Yue et al., 2018; Enoka, Amiridis e Duchateau, 2020). A EENM é uma técnica de eletroterapia capaz de causar uma contração muscular por meio de correntes elétricas através da aplicação transcutânea, sendo colocados elétrodos na superfície corporal ao nível do músculo ou nervo periférico, promovendo uma contração involuntária (Gregory e Bickel, 2005; Nussbaum et al., 2017). Segundo Stratton (2016), durante a contração voluntária, são recrutadas e ativadas diversas unidades motoras (UM's), tais como UM's menores (fibras musculares tipo I) e UM's maiores (tipo II), contudo, durante a EENM, são ativadas maioritariamente as UM's do tipo II, causando deste modo, uma maior exigência metabólica muscular e consequentemente maior adequação fisiológica.

Contudo e segundo Peng et al., (2021) em diversos estudos realizados, o efeito da EENM na restauração da força muscular, função e diminuição da dor, de um paciente após ATJ, permanece com alguma incerteza. Nesse sentido, o objetivo primordial desta revisão bibliográfica será avaliar os efeitos da eletroestimulação neuromuscular após artroplastia total do joelho na marcha e qualidade de vida. Sendo importante realizar esta revisão de modo a sumariar a evidência existente e tornar a prática clínica o mais atual possível e baseado na evidência, mas também uma vez que a população nacional se encontra mais envelhecida, com maior índice de obesidade e ainda devido á presença de alguns estudos incertos na demonstração da eficácia EENM na marcha e consequente melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

Metodologia

O projeto em questão tratar-se de uma revisão bibliográfica onde será realizada uma pesquisa computadorizada nos seguintes motores de busca e bases de dados: *PubMed/Medline, Web of science, Cochrane Library CENTRAL, LiLacs, SciELO e PEDro (Physiotherapy Evidence Database)*. A pesquisa efetuou-se com as seguintes palavras-chave: *Total Knee Arthroplasty (TKA), Total Knee Prosthesis, Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES), Funcional Electrical Stimulation (FES)*, com utilização aos operadores de lógica (“OR” e “AND”). Usaram-se as seguintes expressões de pesquisa: (*“Total Knee Arthroplasty” OR “Total Knee*

Prosthesis) AND (“*Neuromuscular Electrical Stimulation*” OR “*Funcional Eletrica Stimulation*”). Para a realização da questão clínica utilizou-se o método *PICO* (**P**atient, **I**ntervention, **C**omparison, **O**utcome), que permite identificar a população em questão e a intervenção efetuada, comparar com o grupo controle ou o grupo de intervenção e o *outcome* final. Ou seja **P**: (“*Total knee prosthesis*” OR “*Total knee arthroplasty*”); **I**: (“*Neuromuscular electrical stimulation*”); **C**: (“*control group*” OR “*intervention group*”); **O**: (“*Gait*” OR “*Life quality*”).

Critérios de elegibilidade: Relativamente aos **critérios de inclusão:** (1) Estudos randomizados controlados / clínicos; (2) em humanos; (3) publicados até abril de 2022; (4) escritos em inglês, português, espanhol ou francês; (5) onde utilizou-se a eletroestimulação no quadrilátero; (6) em pacientes com prótese total do joelho; (7) avaliando a marcha ou qualidade de vida. Por outro lado, os **critérios de exclusão:** (1) Estudos randomizados controlados / clínicos que não abordassem a eletroestimulação; (2) intervenção da eletroestimulação combinada com outra técnica. De forma a determinar a inclusão ou exclusão, foram lidos os respectivos títulos e *abstracts* e, em caso de dúvida, lidos os textos completos de todos os artigos e documentos selecionados pela pesquisa.

Avaliação metodológica: Após a retirada dos estudos duplicados, foram analisados os títulos e *abstracts* dos estudos incluídos, por outro lado, os artigos não relacionados com o presente projeto foram excluídos. O texto integral dos restantes documentos e artigos foi analisado e avaliado segundo a escala de avaliação da qualidade metodológica de *PEDro* (se estudo experimental randomizado e controlado) (Maher et al., 2003).

Resultados

Seleção de artigos: Através da pesquisa realizada nas bases de dados anteriormente citadas, encontrou-se 192 artigos. Primeiramente foram removidos os artigos duplicados e 135 artigos foram selecionados para a leitura do título e *abstract*. Um total de 37 textos completos foram selecionados para verificação de elegibilidade, onde apenas 5 atenderam aos critérios pré-definidos, tendo sido incluídos na presente revisão da literatura (figura 1).

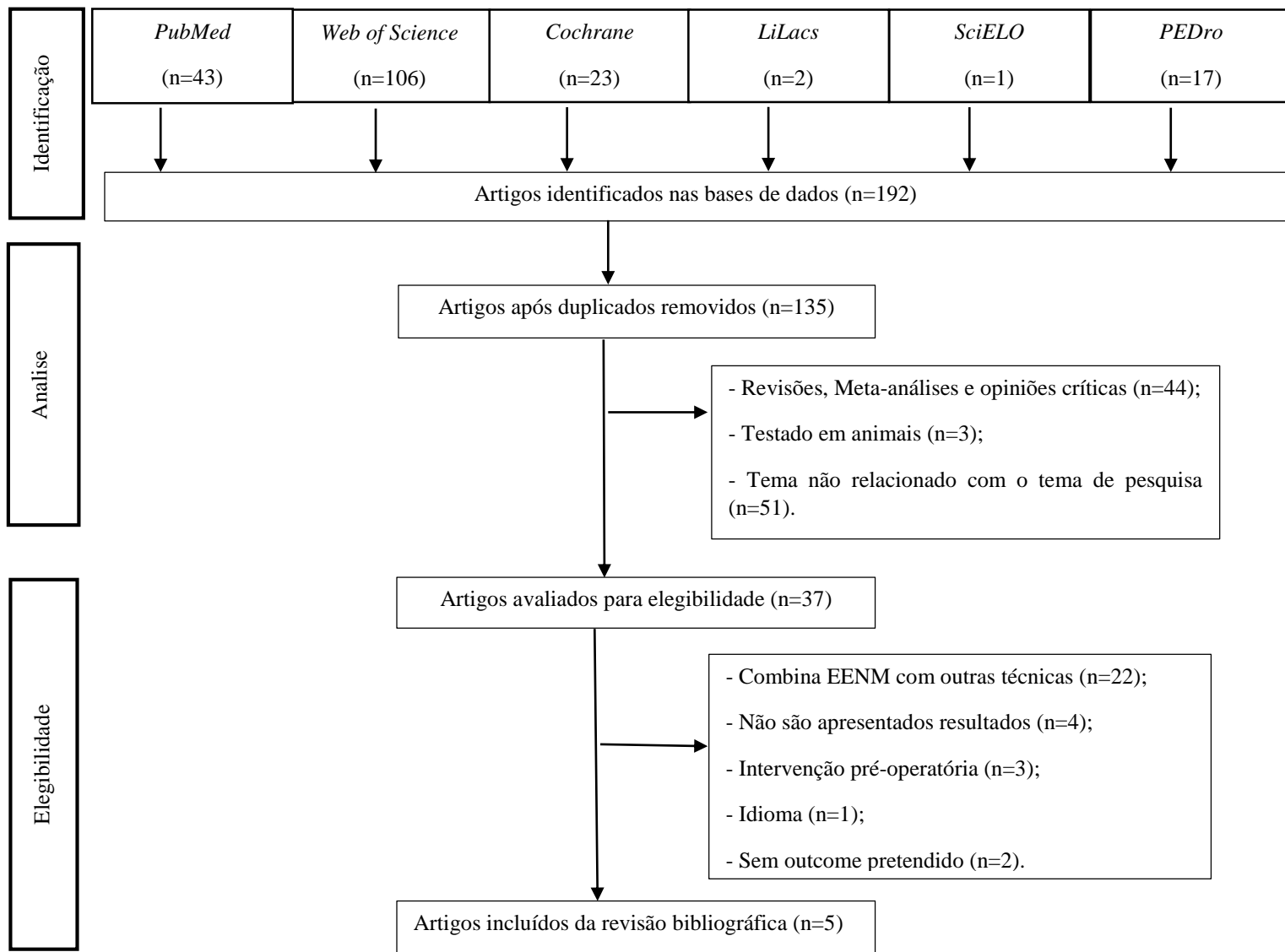


Figura 1 – Fluxograma da seleção de artigos de acordo com os itens para revisões sistemáticas e meta-análises (PRISMA).

Descrição dos estudos: No total 438 indivíduos efetuaram os protocolos dos estudos, incluindo 276 do sexo feminino e 162 do sexo masculino, com idades compreendidas entre 18 e 85 anos. Na tabela 1 estão resumidas, as características dos artigos envolvidos nesta revisão da literatura, assim como a descrição das diversas variáveis importantes para esta revisão.

Qualidade Metodológica: Os estudos apresentam qualidade metodológica com média aritmética de 6,6 em 10 na escala de *PEDro* (tabela 2). De referir que 3 estudos não cumpriram o critério 5, nenhum conseguiu satisfazer o critério 6 e 7, apenas 1 não cumpriu o critério 9 e por fim, apenas 2 cumpriram o critério 8 e todos os restantes critérios da escala de *PEDro* foram cumpridos nos artigos incluídos.

Tabela 1 – Resumo dos artigos incluídos na revisão da literatura

Autor / Ano	Objetivo do estudo	Tamanho da amostra / Desenho do estudo	Intervenção vs Controlo	Procedimento do estudo / Frequência / Duração / Tempo	Outcomes	Resultados
Klika et al., 2020	Testar o uso da EENM no pós-operatório em pacientes com PTJ e o seu efeito ao nível da força do quadríceps, dor em repouso, ADM e mobilidade funcional	n = 46 GI: n=24; Feminino:18; Masculino:6; Idade:65±5.8; IMC: não mencionado. GC: n=22; Feminino:17; Masculino:5; Idade:65±7.6; IMC: não mencionado Estudo Randomizado Controlado	GI: Reabilitação <i>Standard</i> + EENM GC: Reabilitação <i>Standard</i>	GI: 200 min/semana; 3 sessões de 20 min; Durante 12 semanas após ATJ; EENM: intensidade: (15-85 v) até limite de tolerância do paciente; Pulso monofásico, frequência 50 pps, largura do pulso 5s, ciclo de trabalho de 25%, 10 s tempo de relaxamento; - 3 Eléctrodos colocados ao longo do vasto medial e reto femoral; - Sistema de terapia EENM com aplicação domiciliar, controlado por Bluetooth via telemóvel.	Marcha: - <i>TUG</i> - <i>SCT</i> Qualidade de vida: - <i>KOOS</i> <i>Qol</i> - <i>Vr-12</i>	<i>TUG:</i> - Melhorias significativas no GI , comparativamente com GC às 6 semanas (p=0.018) e às 12 semanas (p=0.003); - Às 6 semanas, o GC marcham lentamente enquanto GI , realizava em média 3,5s mais rápido o ritmo da passada <i>SCT:</i> - Os ganhos não são estatisticamente relevantes quer às 6 como 12 semanas; <i>KOOS Qol:</i> - Não existe diferenças estatisticamente relevantes entre GI e GC <i>Vr-12:</i> - Ambos os grupos mostraram melhorias tanto na pontuação de componentes físicos, como mentais, e nenhuma das comparações entre grupos foi estatisticamente significativa

Yoshida, Ikuna e Shomoto, 2017	Comparar a EENM a nível sensorial e motor em pacientes após ATJ	<p>n = 66</p> <p>GI 1: n=22; Feminino:18; Masculino:4; Idade:75,9±4,7; IMC: 24,6±2,9.</p> <p>GI 2: n=22; Feminino:18; Masculino:4; Idade:71,6±7,0; IMC: 25,4±2,2</p> <p>GC: n=22; Feminino:20; Masculino: 2; IMC: 25,8±3,3</p> <p>Estudo Randomizado controlado</p>	<p>GI 1: Reabilitação <i>Standard</i> + EENM motor;</p> <p>GI 2: Reabilitação <i>Standard</i> + EENM sensorial;</p> <p>GC: Reabilitação <i>Standard</i></p>	<p>Durante 2 semanas e após 2 semanas após ATJ;</p> <p>GI 1: Intensidade: nível sensorial EENM, sem contração muscular visível (10-15mA), corrente simétrica bifásica, 100 Hz, largura pulso 1ms, 45 min/dia, estimulação contínua, 5 dias/semana.</p> <p>GI 2: Intensidade: nível motor EENM (15-38 mA), corrente simétrica bifásica, 100 Hz, largura do pulso 1 ms, 30 min/dia, ciclo de trabalho de 10s ON / 20s OFF, 5 dias/semana, Se possível aumentar a intensidade até extensão passiva do joelho;</p> <p>- Eléttodos colocados ao nível do reto femoral, vasto lateral e vasto medial, nos respetivos pontos motores</p>	<p>Marcha:</p> <p>- TUG</p> <p>- 2MWT</p>	<p>2 Semanas após ATJ:</p> <p>- Sem diferenças estatisticamente significativas nos 3 grupos em relação TUG e 2MWT;</p> <p>4 Semanas após ATJ:</p> <p>- A 2MWT no Gi1 (p=0,046) e Gi2 (p=0,003) melhorou de forma significativa em relação GC. No entanto sem diferenças significativas entre GI 1 e GI 2.</p> <p>- TUG sem diferenças entre os 3 grupos.</p>
Demircioglu et al., 2015	Investigar o efeito da adição da EENM no pós ATJ ao protocolo de reabilitação sobre o estado funcional e a	<p>n=60</p> <p>GI: n=30; Feminino:28; Masculino:2; Idade:66,2±7,2; IMC: 29,1±3,9</p>	<p>GI: Exercício + EENM</p> <p>Gc: Exercício</p>	<p>GI: 30 min/dia EENM, 5 dias/semana (desde 1º dia após ATJ), durante 4 a 6 semanas;</p> <p>- Aplicação EENM através corrente simétrica, sincronizada, bifásica, com frequência 30-100Hz, tempo</p>	<p>Marcha:</p> <p>- TUG</p> <p>Qualidade de vida:</p> <p>- SF-36</p>	<p>Final 1º mês</p> <p>TUG – O GI, melhorou de forma significativa, em comparação com GC (p=0,04);</p> <p>SF-36 – O GI demonstra melhoria ao nível do componente mental, físico e</p>

	qualidade de vida dos pacientes.	GC: n=30; Feminino:29; Masculino:1; Idade:64,6±6,6; IMC: 30,1±4,6 Estudo Randomizado Controlado		de contração 10s, tempo de relaxamento 10s, subida de rampa 1,5s, descida de rampa 0,75s, ondas sequenciais 400 μ s, intensidade máxima tolerável pelo paciente. - Eléttodos colocados ao nível do vasto medial.		pontuação, comparativamente com GC (p=0,001); Final do 3º mês <i>TUG</i> – Não existe diferenças entre grupos (p>0,05); <i>SF-36</i> – Ao nível da saúde mental física e score total, verifica-se uma significância estatisticamente elevada no GI , em comparação com GC (p=0,004)
Stevens-Lapsley et al., 2012	Avaliar a eficácia da EENM no músculo quadricípite, iniciada 48h após ATJ, como coadjuvante da reabilitação standard	n=66 GI: n=35; Feminino:20; Masculino:15; Idade:66,2±9,1; IMC:27,1±4,9 GC: n=31; Feminino:16; Masculino:15; Idade:64,8±7,7; IMC:31,2±4,2 Estudo Randomizado Controlado	GI: Reabilitação <i>Standard</i> + EENM; GC: Reabilitação <i>Standard</i>	Acompanhamento durante 52 semanas GI: EENM 48h após ATJ, 2x/dia, durante 6 semanas, intensidade máxima tolerável pelo paciente, 600 μ s, corrente simétrica, bifásica, 50 pps durante 15s, com 3s subida de rampa e 45s de pausa. Com 85º flexão anca e 60º flexão do joelho; -2 Eléttodos colocados: 1 distal-medial ao nível do vasto medial e outro proximal ao nível do reto femoral	Marcha: - <i>6MWT</i> ; - <i>TUG</i> ; - <i>SCT</i> Qualidade de vida: - <i>SF-36</i> (<i>PCS</i> e <i>MCS</i>)	As 3,5 semanas: - <i>TUG</i> : melhorias significativas no GI em comparação com GC (p=0,003); - <i>6MWT</i> : melhorias significativas no GI em comparação com GC (p=0,001); - <i>SCT</i> : melhorias significativas no GI em comparação com GC (p=0,003); - <i>SF-36</i> : Sem alterações entre grupos (<i>PCS</i> - p=0,05; <i>MCS</i> - p=0,12) Às 52 semanas: - Existem diferenças menores entre grupos. No entanto, o GI melhorou de forma significativa comparativamente com o GC no <i>TUG</i> , <i>SCT</i> , <i>6MWT</i> e <i>SF-36 MCS</i> - Não existem diferenças entre ambos os grupos em relação á <i>SF-36 PCS</i> .

Peterson et al., 2009	Determinar a eficácia do reforço progressivo do quadricípite com ou sem EENM na força do quadricípite, ativação e recuperação funcional após ATJ, e comparar o reforço progressivo com a reabilitação funcional.	n=200 GI: n=100; Feminino:47; Masculino:53; Idade:65,3±8,3; IMC:29,67±4,85 GC: n=100; Feminino:45; Masculino:55; Idade:65,2±8,5; IMC:29,99±3,90 Estudo Randomizado Controlado	GI: Exercício + EENM GC: Exercício	Acompanhamento durante 12 meses GI: Realizar EENM 3-4 semanas após ATJ, 2/3 vezes/semana, durante 6 semanas com mínimo de 12 visitas terapêuticas. Intensidade máxima tolerável do paciente, com joelho a 60° flexão, corrente alternada 2500Hz, sinusoidal, 50 burst em 10s, rampa de 2s e 80s de repouso; - 2 Eléttodos: 1 colocado proximalmente no reto femoral e outro distalmente no vasto medial	Marcha: - <i>TUG</i> ; - <i>SCT</i> ; - <i>6MWT</i> Qualidade de vida: - <i>SF-36</i>	Aos 3 e 12 meses, não existem diferenças significativas em ambos os grupos para todos os <i>outcomes</i> (p=0,08) - Ambos os grupos (GI e GC) obtiveram melhorias significativas em relação á avaliação inicial aos 3 meses e entre 3 e 12 meses (p=0,001); - No entanto para <i>SF-36</i> apenas se verificaram melhorias significativas nos primeiros 3 meses. No estudo coorte realizado com reabilitação <i>standard</i> não existem alterações significativas relevantes aos 12 meses. De referir que neste grupo os pacientes demoram mais tempo a completar <i>TUG</i> e <i>SCT</i> e realizam menos distância no <i>6MWT</i> . Sem diferenças em relação <i>SF-36 PCS</i> .
--------------------------	--	--	--	---	--	--

Legenda: *2MWT*- *Two Minutes Walk Test*; *6MWT*-*Six Minute Walk Test*; ADM-Amplitude De Movimento; ATJ-Artroplastia Total do Joelho; EENM-Eletroestimulação neuromuscular; GC-Grupo controlo; GI-Grupo intervenção; GI1-Grupo intervenção 1; GI2-Grupo intervenção 2; Hz – *Hertz*; IMC-Índice de Massa Corporal; *KOOS QoL- Knee injury and osteoarthritis outcome score - quality of life*; mA – Miliamperes; *MCS*-*Mental Component Summary*; *PCS*-*Physical Component Summary*; PTJ-Prótese Total do Joelho; p- nível de significância; *pps* – *Pulse per second*; *SCT*-*Stair Climb Test*; *SF-36*-*Short Form 36*; *TUG*- *Time Up and Go*; μ s – Microsegundos; v – Volts; *Vr-12* (*The Veterans RAND 12 Item Health Survey*).

Tabela 2 – Classificação da qualidade metodológica dos artigos de acordo com a escala de *PEDro* (Maher et al., 2003).

Autor / ano	Critérios											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Klika et al., 2020	N	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	7/10
Yoshida, Ikuno e Shomoto, 2017	N	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	7/10
Demircioglu et al., 2015	N	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
Stevens-Lapsley et al., 2012	N	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6/10
Petterson et al., 2009	N	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6/10

Legenda: N – Não aplicável ; 1 – Válido ; 0 – Inválido

Discussão

O objetivo desta revisão foi avaliar os efeitos da eletroestimulação neuromuscular após artroplastia total do joelho na marcha e qualidade de vida. De uma forma geral, dos artigos analisados, verifica-se que a EENM parece melhorar a qualidade de vida e melhorar/restaurar a marcha de forma eficaz e mais rapidamente que os grupo controlo.

Seleção dos participantes: Klika et al. (2020) incluiu pacientes com PTJ primária unilateral, com idades entre 18 e 85 anos e com acesso a *smartphone/tablet*, por outro lado excluem-se todos os que apresentem $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$, diagnóstico inflamatório de artrite, pacientes que se espera cuidados prolongados, hérnia abdominal, inguinal ou femoral, história de epilepsia, *pacemaker* ou desfibrilhador cardíaco, longa distância do hospital e estado de saúde concluído por um médico que excluí o paciente da participação no estudo. Segundo Yoshida, Ikuno e Shomoto (2017), foram incluídos no estudo pacientes com idades compreendidas entre 55 e 85 anos e que tivessem sido submetidos a um processo primário unilateral de ATJ em fase terminal de osteoartrite (OA); enquanto foram excluídos pacientes internados com necessidade de cuidados pré-hospitalares, $IMC > 35 \text{ kg/m}^2$, hipertensão descontrolada, diabetes, deficiências neurológicas ou psiquiátricas significativas, artrite inflamatória, *pacemaker* ou desfibrilhador cardíaco, demência, alergia cutânea e outras condições ortopédicas instáveis de extremidade inferior. Tendo em conta Demircioglu et al. (2015), os pacientes com osteoartrite da anca, concomitante cardíaca ou doenças internas que impedem o tratamento cirúrgico, historial de epilepsia, presença de *pacemaker*, lesão cutânea no quadrícipite, atrofia muscular ou disfunção cognitiva grave, foram excluídos. De acordo com Stevens-Lapsley et al. (2012), foram incluídos pacientes submetidos ATJ primária unilateral, com idades entre 50 e 85 anos; pelo

contrário, foram excluídos aqueles que apresentam hipertensão e diabetes descontrolados, $IMC > 35\text{kg/m}^2$, deficiências neurológicas graves, OA no joelho contralateral e outras condições ortopédicas instáveis de extremidade inferior. Por fim, Petterson et al. (2009), inclui no seu estudo pacientes com idades compreendidas entre 50 e 85 anos e submetidos ATJ unilateral; em contrapartida excluíram os que apresentavam hipertensão descontrolada, diabetes, $IMC > 40\text{kg/m}^2$, OA sintomática no joelho contralateral, outros problemas ortopédicos na extremidade inferior que limitam a função, deficiência neurológica e residência fora de um raio de 20 milhas / 32 Km da clínica.

Dose terapêutica e tempo de aplicação: O programa dirigido por Klika et al. (2020), iniciou a aplicação da EENM 1 semana após ATJ tendo perdurado até às 12 semanas, com 200 min/semana, divididos em 3 sessões, ou seja 20 minutos por sessão. Yoshida, Ikuno e Shomoto (2017), desenvolveram o estudo durante 2 semanas, onde cada tipo de EENM foi aplicado durante 5 dias/semana, 45 minutos por sessão, tendo iniciado 48h após ATJ. Segundo Demircioglu et al. (2015), o protocolo de intervenção teve início 1 dia após ATJ, e perdurou por 4 a 6 semanas, durante 5 dias/semana e cerca de 30 minutos de aplicação por sessão. Relativamente ao estudo realizado por Stevens-Lapsley et al. (2012), iniciou 48h após ATJ, sendo aplicado 2x/dia, durante 6 semanas. Por fim, a intervenção realizada por Petterson et al. (2009) iniciou-se 3 a 4 semanas após ATJ, durante 6 semanas, sendo aplicado 2 a 3 vezes por semana, até 10 contrações do músculo reto femoral.

Protocolo, instrumentos de avaliação e efeito da EENM em cada estudo: Klika et al., (2020), utilizou como parâmetros de avaliação, relativamente á marcha: *TUG (Time Up and Go)* e *SCT (Stair Climb Test)*, por outro lado, relativamente á qualidade de vida, utilizou o questionário *KOOS-Qol (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score – Quality of life)* e *Vr-12 (The Veterans RAND 12 Item Health Survey)*. Importante referir que o grupo controlo realizou uma intervenção fisioterapêutica seguindo um protocolo convencional (não existe especificação das técnicas utilizadas). Deste modo, verificou-se ao nível do *TUG*, melhorias da marcha no grupo com aplicação da EENM às 6 e 12 semanas. Importante referir que às 6 semanas, o grupo intervenção realizava uma marcha com maior velocidade, ou seja 3,5s mais rápido que o grupo controlo. Verifica-se ainda, tendo em conta *Vr-12*, em ambos os grupos numa fase inicial uma queda nos valores de *PCS* e *MCS*, acabando por resultar em ganhos práticos às 12 semanas. Neste estudo, conclui-se que a utilização de um sistema de terapia EENM controlado por aplicação domiciliar, combinado com uma reabilitação *standard*, apresenta melhorias significativas em relação á força do quadríceps, *TUG* após ATJ,

promovendo deste modo um regresso mais rápido à função nestes pacientes. Outros estudos realizados retratam as mesmas melhorias em relação às medidas funcionais tais como *TUG*, *get-up-and-go tests* e *6MWT* (Avramidis et al., 2011; Levine, McElroy, Stakich e Cicco, 2013). Yoshida, Ikuno e Shomoto (2017), compararam o efeito da EENM a nível sensorial e motor em pacientes após ATJ, utilizando como parâmetros de avaliação *TUG* e *2MWT* (ambos relativos à marcha). De referir que todos os grupos receberam reabilitação *standard*, onde incluía exercícios fortalecimento global do quadríceps, gastrocnémio e musculatura envolvente do joelho, mobilização passiva do joelho, exercícios de subir e descer escadas e relacionados com as atividades da vida diária. Deste modo, em relação *TUG* não se verifica diferenças significativas e relevantes entre os 3 grupos quer às 2 como às 4 semanas. Por outro lado, verifica-se melhorias em relação *2MWT* em ambos os grupos de intervenção comparativamente com o grupo controlo às 4 semanas, no entanto não existiu alterações na comparação entre grupos de intervenção. Assim, às 4 semanas, não se verifica alterações significativas quanto ao *TUG* diz respeito, uma vez que o desempenho médio no grupo EENM motor foi de 8,8s e nesta faixa etária é previsível que seja de 9,0s, ou seja, ao que tudo indica, o grupo EENM motor recuperou para níveis normativos às 4 semanas. Através deste estudo, foi possível concluir que a força muscular do quadríceps tem um elevado potencial para afetar os resultados do parâmetro *2MWT*, uma vez que a fraqueza muscular deste músculo afeta a função física global, sendo deste modo importante restaurar e/ou aumentar a força muscular logo após ATJ. Demircioglu et al. (2015) investigaram o efeito da adição da EENM ao protocolo de reabilitação em pacientes submetidos ATJ, utilizando como parâmetros de avaliação *TUG* (relativo à marcha) e *SF-36* (relativo à qualidade de vida). O protocolo de exercícios utilizado em ambos os grupos incluía exercícios de ganho de força do quadríceps, incluindo exercícios simples de ganho de força, exercícios isométricos, treino de marcha e exercícios em cadeia cinética fechada. Deste modo, relativamente *TUG*, no final do 1º mês apresenta melhorias significativas ao nível da velocidade da marcha, comparativamente com grupo controlo (realiza marcha de forma mais lenta), por outro lado, ao final do 3º mês, não se verificam melhorias significativas entre grupos. Relativamente à *SF-36* verifica-se melhorias significativas quer no final do 1º como do 3º mês, sendo notório uma melhoria acentuada ao final do 3º mês. Realizaram-se outros estudos conduzidos por outros autores que demonstram melhorias significativas a nível da qualidade de vida, tal como Mizner et al. (2005) demonstra. Assim como, March et al. (1999), indica melhorias significativas ao nível da funcionalidade física. Deste modo, conclui-se que ao fim do 1º mês após ATJ, existe melhorias significativas em ambos os grupos ao nível da funcionalidade global do joelho. Relativamente à qualidade de vida observa-se melhorias

significativas nos pacientes submetidos a EENM após 1 mês de colocação de PTJ, assim como se verifica que a saúde física, mental e score total melhores ao 3º mês no grupo intervenção, comparativamente com o grupo controlo. Stevens-Lapsley, et al. (2012) avaliaram a eficácia da EENM no quadríceps, iniciada 48 após ATJ, como coadjuvante da reabilitação *standard*, utilizando os parâmetros de avaliação *SF-36*, *6MWT*, *TUG* e *SCT*. Nesse sentido, importante referir que o protocolo de reabilitação *standard* se baseava em exercícios de mobilidade passiva do joelho, mobilização patelofemoral, bicicleta/elíptica, exercícios de flexibilidade quadríceps, gastrocnémios e músculos envolventes nas ações do joelho, treino de marcha, subir e descer escadas e treino que promovam a melhor realização das atividades da vida diária. Deste modo, não existe diferenças estatisticamente relevantes desde início da intervenção até às 3,5 semanas nos parâmetros de avaliação analisados, com exceção da *SF-36 PCS*, onde apresenta melhorias neste domínio. Importante ainda referir melhorias, no grupo de intervenção, às 3,5 semanas no que diz respeito *TUG, SCT* e *6MWT*. Por outro lado, às 52 semanas verifica-se melhorias, em todos os *outcomes*, no entanto sem diferenças estatisticamente relevante. Importante referir que no grupo de EENM, é possível verificar efeitos clinicamente significantes no 1º mês após ATJ com benefícios até 1 ano. Após as 3,5 semanas, a EENM “atenuou” de forma substancial a perda de força muscular do quadríceps (67% no grupo controlo e 40% no grupo intervenção), traduzindo-se, deste modo, uma atenuação maior ao nível do desempenho funcional global. Concluindo, ao nível da qualidade de vida, numa fase inicial, não apresenta melhorias substanciais, por outro lado, a marcha, apresenta melhorias consideráveis. No entanto é expectável que tal aconteça devido á percepção do paciente em não conseguir captar os declínios funcionais, subestimando as melhorias funcionais a longo prazo, importante frisar que isto acontece devido a um alívio paralelo da dor após cirurgia. Avramidis et al. (2011), verifica um aumento acentuado da velocidade da marcha à 6ª semana após ATJ, verificando ainda às 12 semanas uma transição na velocidade da marcha mais rápida, este facto deve-se à melhoria ou restauração da força muscular ao nível do quadríceps. Petterson et al. (2009) pretenderam determinar a eficácia do reforço progressivo do quadríceps com e sem EENM e comparar com um programa de reabilitação *standard*, utilizando os parâmetros de avaliação: *TUG*, *SCT*, *6MWT* e *SF-36*, sendo avaliados aos 3 e 12 meses após a colocação da PTJ. Por isso mesmo, é importante constatar que a reabilitação *standard* consistia em exercícios de fortalecimento do quadríceps, isquiotibiais, abdutores e flexores da anca e ainda gastrocnémios. Nesse sentido, às 3 e 12 semanas não se verificam alterações significativas entre grupos ($p>0,08$) para todas as medidas de avaliação. Por outro lado, entre 0-3 meses e 3-12 meses após ATJ, ambos os grupos apresentam melhorias ($p<0,001$)

para todas as medidas de avaliação com exceção *SF-36 MCS* onde apenas existe melhorias nos primeiros 3 meses após ATJ. Comparativamente com a reabilitação *standard* às 12 semanas, nesta intervenção, os pacientes necessitavam de mais 24% do tempo para completar *TUG*, mais tempo para completar *SCT* e percorriam menor distância no *6MWT* (15%). Estes autores concluíram através dos resultados, que a força do quadríceps é o maior preditor no *TUG* ($p<0,01$), *SCT* ($p<0,001$) e *6MWT* ($p<0,001$), verificando em ambos os grupos melhorias ao nível da força muscular do quadríceps, ativação muscular, desempenho funcional e função global durante a reabilitação e 12 meses após a ATJ. Desta forma, conclui-se que a força do quadríceps está correlacionada com o desempenho funcional.

Limitações dos estudos analisados e qualidade metodológica: Klika et al. (2020), apresentaram como limitações o facto de vários pacientes desistirem do estudo, fisioterapeutas não eram “cegos” e pacientes do grupo EENM poderiam experimentar o efeito placebo. Por outro lado Yoshida, Ikuno e Shomoto (2017), refere que o fisioterapeuta não era “cego”, parâmetros da EENM variam de pessoa para pessoa (tempo total de estimulação, quantidade de carga elétrica e facilidade de utilização), presença ou ausência de contração muscular e a possível presença do efeito de placebo. Os autores Demircioglu et al. (2015) relatam como limitação o facto do número de participantes relativamente pequeno ($n=60$). Stevens-Lapsley, et al. (2012) refere que o volume de tratamento não foi igualado em ambos os grupos, EENM foi acrescentada ao plano de reabilitação *standard*, testadores não eram “cegos” e ainda alguns pacientes atingiam valores máximos no electroestimulador, ou seja, poderá ter existido tolerância aos estímulos. Por fim, Petterson et al. (2009) indica que o tratamento com EENM para alguns pacientes foi desconfortável, sendo o principal fator para a desistência da maioria dos pacientes.

Conclusão

Após a realização desta revisão, e face ao objetivo proposto, pode-se concluir que a EENM promove e/ou restaura de forma mais eficaz e mais rápida o padrão de marcha de uma forma acentuada na fase inicial da reabilitação. Nesse sentido, a aplicação da EENM promove a restauração do padrão de marcha, promovendo um aumento da velocidade e conseqüente regresso mais rápido á função e acelerando o processo de reabilitação. Relativamente á qualidade de vida, a aplicação da EENM não apresenta efeitos de importância elevada em quase todos os estudos apresentados nesta revisão, com exceção do estudo de Demircioglu et al. (2015), onde apresenta melhorias a curto e longo prazo através da escala de *SF-36*. Deste modo,

conclui-se que a EENM não apresenta efeitos substanciais a curto, médio e longo prazo na qualidade de vida dos pacientes com ATJ. Por fim, conclui-se que a aplicação da EENM precocemente e acompanhada por um programa de reforço muscular progressivo, favorece um aumento substancial da força muscular do quadricípite e conseqüentemente, uma melhoria ao nível do desempenho funcional global a curto, médio e longo prazo, promovendo assim uma melhor marcha. De forma a provar os efeitos da aplicação da EENM, em investigações futuras, sugerem-se estudos randomizados semelhantes nos grupos de intervenção grupos de intervenção (tempo de aplicação, frequência, intensidade e local de aplicação), em amostras maiores. Sugere-se também que os futuros estudos tentem melhorar as lacunas relativas à qualidade metodológica encontradas nos artigos da presente revisão.

Bibliografia

Avramidis, K., Karachalios, T., Popotonasios, K., Sacorafas, D., Papathanasiades, A.A. e Malizos, K.N. (2011). Does electric stimulation of the vastus medialis muscle influence rehabilitation after total knee replacement?. *Orthopedics*, 34 (3), pp.175.

Bade, M.J., Kohrt, W.M. e Stevens-Lapsley, J.E. (2010). Outcomes before and after total knee arthroplasty compared to healthy adults. *Journal of Orthopaedic e Sports Physical Therapy*, 40, pp.559-567.

Castrodad, I.M.D., Recai, T.M., Abraham, M.M., Etcheson, J.I., Mohamed, N.S., Edalatpour, A. e Delanois, R.E. (2019). Rehabilitation protocols following total knee arthroplasty: a review of study designs and outcome measures. *Journal Translational Medicine*, 7 (7), pp.S255.

Curry, A.L., Goehring, M.T., Bell, J. e Jette, D.U. (2018). Effect of Physical Therapy Interventions in the Acute Care Setting on Function, Activity, and Participation After Total Knee Arthroplasty. *Journal of Acute Care Physical Therapy*, pp.1.

Demircioglu, D.T., Paker, N., Erbil, E., Bugdayci, D. e Emre, T.Y. (2015). The effect of neuromuscular electrical stimulation on functional status and quality of life after knee arthroplasty: a randomized controlled study. *Journal of Physical Therapy Science*, 27 (8), pp.2501-2506.

Enoka, R.M., Amiridis, I.G. e Duchateau, J. (2020). Electrical stimulation of muscle: electrophysiology and rehabilitation. *Physiology*, 35, pp.40-56.

Gregory, C.M. e Bickel, C.S. (2005). Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Physical Therapy*, 85, pp.358-364.

Klika, A.K., Yakubek, G., PiuZZi, N., Calabrese, G., Barsoum, W.K. e Higuera, C.A. (2020). Neuromuscular Electrical Stimulation Use after Total Knee Arthroplasty Improves Early Return to Function: A Randomized Trial. *Journal of Knee Surgery*, 35 (1), pp.104-111.

Levine, M., McElroy, K., Stakich, V. e Cicco, J. (2013). Comparing conventional physical therapy rehabilitation with neuromuscular electrical stimulation after TKA. *Orthopedics*, 36 (3), pp.e319-e324.

Liddle, A.D., Judge, A., Pandit, H. e Murray, D.W. (2014). Adverse outcomes after total and unicompartmental knee replacement in 101,330 matched patients: a study of data from the National Joint Registry for England and Wales. *Lancet*, 384, pp.1437-1445.

Maher, C., Sherrington, C., Herbert, R., Moseley, A., e Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83 (8), pp.713-721.

- March, L.M., Cross, M.J., Lapsley, H., Brnabic, A.J., Tribe, K.L., Bachmeier, C.J., Courtenay, B.G. e Brooks, P.M. (1999). Outcomes after hip or knee replacement surgery for osteoarthritis. A prospective cohort study comparing patients' quality of life before and after surgery with age-related population norms. *Medical Journal of Australia*, 171, pp.235–238.
- Mizner, R.L., Petterson, S.C., Stevens, J.E., Axe, M.J. e Snyder-Mackler, L. (2005). Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year after total knee arthroplasty. *The Journal of Rheumatology*, 32, pp.1533–1539.
- Nussbaum, L., Houghton, P., Anthony, J., Rennie, S., Shay, B. e Hoens, A. (2017). Neuromuscular Electrical Stimulation for Treatment of Muscle Impairment: Critical Review and Recommendations for Clinical Practice. *Physiotherapy Canada*, 69 (5), pp.1-76.
- Petterson, S.C., Mizner, R.L., Stevens, J.E., Raisis, L., Bodenstab, A., Newcomb, W. e Snyder-Mackler, L. (2009). Improved Function From Progressive Strengthening Interventions After Total Knee Arthroplasty: A Randomized Clinical Trial With an Imbedded Prospective Cohort. *Arthritis e Rheumatism (Arthritis Care e Research)*, 61 (2), pp.174-183.
- Popescu, R., Haritinian, E. e Cristea, S. (2020). Relevance of Finite Element in Total Knee Arthroplasty - Literature Review. *Chirurgia*, 114 (4), pp.437-442.
- Ranawat, C.S., Ranawat, A.S. e Mehta, A. (2003). Total knee arthroplasty rehabilitation protocol:: what makes the difference?: What makes the difference?. *The Journal of Arthroplasty*, 18, pp.27–30.
- Rytter, S., Egund, N., Jensen, L.K. e Bonde, J.P. (2009). Occupational kneeling and radiographic tibiofemoral and patellofemoral osteoarthritis. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 4, pp.19.
- Si, H.B., Zeng, Y., Zhon, G.J., Zhou, Z.K., Lu, Y.R., Cheng, J.Q., Ning, N., e Shen, B. (2017). The effect of primary total knee arthroplasty on the incidence of falls and balance-related functions in patients with osteoarthritis. *Scientific reports*, 7 (1), pp.16583.
- Stratton, K. (2016). Electrically and hybrid-induced muscle activations: effects of muscle size and fiber type. *European Journal of Translational Myology*, 26 (3), pp.249–254.
- Stevens-Lapsley, J.E., Balter, J.E., Wolfe, P., Eckhoff, D.G. e Kohrt, W.M. (2012). Early Neuromuscular Electrical Stimulation to Improve Quadriceps Muscle Strength After Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy*, 92 (2), pp.210-226.
- Werner, A., Jäger, M., Schmitz, H. e Krauspe, R. (2003). Joint preserving surgery for osteonecrosis and osteochondral defects after chemotherapy in childhood. *Klin Padiatr*, 215, pp.332–337.
- Yoshida, Y., Ikuno, K. e Shomoto, K. (2017). Comparison of the Effect of Sensory-Level and Conventional Motor-Level Neuromuscular Electrical Stimulations on Quadriceps Strength After Total Knee Arthroplasty: A Prospective Randomized Single-Blind Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98 (12), pp.2364-2370.
- Yue, C., Zhang, X., Zhu, Y., Jia, Y., Wang, H. e Liu, Y. (2018). Systematic review of three electrical stimulation techniques for rehabilitation after total knee arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 33, pp.330–2337.