



CENTRO UNIVERSITÁRIO VALE DO SALGADO
BACHARELADO EM FISIOTERAPIA

RUTH SANTIAGO TEIXEIRA

O USO DA MICROCORRENTE NO REPARO TECIDUAL: Uma Revisão Sistemática

Icó - Ceará

2022

RUTH SANTIAGO TEIXEIRA

MICROCORRENTES NO REPARO TECIDUAL: Uma Revisão Sistemática

Monografia à ser apresentado à Coordenação do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Vale do Salgado (UNIVS), com intuito de aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientadora: Esp. Carolina Gonçalves Pinheiro

Icó - Ceará

2022

RUTH SANTIAGO TEIXEIRA

MICROCORRENTES NO REPARO TECIDUAL: Uma Revisão Sistemática

Monografia à ser apresentado à Coordenação do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Vale do Salgado (UNIVS), como intuito de aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Aprovado em 29/06/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Carolina Gonçalves Pinheiro
Centro Universitário Vale do Salgado
Orientador

Prof. Esp. Rauany Barrêto Feitoza
Centro Universitário Vale do Salgado
1º examinador

Prof. Esp. Myrla Nayra Cavalcante Albuquerque
Centro Universitário Vale do Salgado
2º examinador

“Não tenha medo, pois eu estou com você. Não precisa olhar com desconfiança, pois eu sou o seu Deus. Eu fortaleço você, eu o ajudo e o sustento com minha direita vitoriosa”.

Isaías 41-10.

“E se não tiver companhia, vá sozinho mesmo. Gente de bem, sempre encontra pessoas felizes pela jornada”.

Amanda Fitas.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por me dar forças durante esses 5 anos de toda uma construção acadêmica, por me abençoar e nunca permiti que eu desistisse, me guiando e iluminando os meus passos.

Quero retribuir de todo o meu coração a minha família, minha mãe Francerli Santiago, meu pai Tarcileudo Teixeira, meus avós Maria leide e Francisco Pereira, por estarem sempre comigo e terem acreditado em mim, saibam que o apoio de vocês foi e é muito importante em minha vida.

Quero agradecer a 4 pessoas muito especiais que sempre estiveram do meu lado e principalmente durante esses estagios finais, Dayane Duarte, Grazielly Oliveira, Jordana Bezerra e Raynara Bezerra, pessoas que seguram a minha mão durante todo esse periodo, fortalecendo a amizade, a união e companherismo. Obrigada por tudo. Eu amo vocês.

Outra pessoa que eu não poderia esquecer, é o Matheus Donovan. Uma pessoa que incrivelmente me apoiou nas últimas semanas para concluir o TCC. Meu muito obrigado, pelas palavras de força, carinho e sem deixar se quer, eu esquecer que sou forte e capaz de superar todos os meus desafios.

Sem esquecer a pessoa que me fez apaixonar-se pela Dermatofuncional, a minha orientadora maravilhosa Carolina Gonçalves, obrigada por todo suporte, orientação, aprendizado, esforço e dedicação que sempre tem com suas orientandas, saiba que esse trabalho é fruto de uma conquista nossa.

Sem mais delongas, quero finalizar meus agradecimentos, retribuindo com toda a minha gratidão a todos os professores que fizeram parte dessa etapa em minha vida, em especial a Núbia de Fatima, Rauany Barreto, Myrla Nayra, Carolina Pinheiro. Obrigada pelos ensinamentos e pela dedicação em nos formar profissionais capacitados e dedicados a fisioterapia.

A todos que mencionei acima, minha eterna gratidão, sem vocês nada disso seria possível.

RESUMO

INTRODUÇÃO: As feridas são definidas como uma agressão que altera a integridade cutânea, sendo ela superficial ou profunda, comprometendo a função da pele. De forma geral, essas lesões acarretam dor, infecções graves, redução da mobilidade, além de implicar de forma direta o estado emocional. Referente ao tratamento de lesões, a busca pelo rápido fechamento e uma cicatriz esteticamente satisfatória, a utilização das correntes elétricas de baixa intensidade cresceu, dentre elas encontra-se a Microcorrente ou MENS. A microcorrente trata-se de uma corrente elétrica em baixa intensidade, na faixa de microampères (μA). **OBJETIVO:** Analisar o uso da microcorrente no Reparo Tecidual, bem como, avaliar quais são as principais patologias dentro do reparo tecidual que utilizam a Microcorrente; averiguar os parâmetros utilizados a partir da análise dos estudos e verificar o tempo de tratamento até a completa cicatrização. **METODOLOGIA:** Trata-se de uma revisão sistemática de literatura, sendo definida como uma forma de pesquisa que coleta dados da literatura sobre determinado assunto. Sendo úteis para agregar informações sobre um conjunto de estudos que foram produzidos separadamente sobre determinada terapêutica. **RESULTADOS:** Todos os estudos analisados apresentaram efeitos benéficos importantes para o processo de cicatrização. Sendo evidenciado que a microcorrente induz a migração e proliferação celular, ambas envolvidas no processo de cicatrização de feridas, aceleração da cicatrização de feridas, aumento dos fatores de crescimento e a aceleração de epitelização. **CONCLUSÃO:** Diante da análise dos resultados, as principais patologias tratadas, evidenciou-se que a maioria dos estudos sobre a utilização da microcorrente citado nas pesquisas foi em Lesões por Pressão e estudos que almejavam tratar algum tipo de ferida. Em relação aos parâmetros, os 4 estudos analisados foram divergentes, assim como, os tipos de equipamento. Além disso, apresentaram tempo de tratamento diferente até a completa cicatrização. Sendo assim, os estudos analisados apresentaram efeitos importantes para o processo de cicatrização.

Palavras-chaves: Cicatrização; Eletroterapia; Úlcera por pressão.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Wounds are defined as an aggression that alters skin integrity, whether superficial or deep, compromising skin function. In general, these injuries cause pain, severe infections, reduced mobility, in addition to directly affecting the emotional state. Regarding the treatment of injuries, the search for fast closure and an aesthetically satisfactory scar, the use of low-intensity electrical currents has grown, among them is the Microcurrent or MENS. Microcurrent is an electrical current at low intensity, in the range of microamps (μA). **OBJECTIVE:** To analyze the use of microcurrent in Tissue Repair, as well as to evaluate which are the main pathologies within tissue repair that use Microcurrent; verify the parameters used from the analysis of the studies and verify the treatment time until complete healing. **METHODOLOGY:** This is a systematic literature review, being defined as a form of research that collects data from the literature on a given subject. They are useful to aggregate information about a set of studies that were produced separately on certain therapies. **RESULTS:** All studies analyzed showed important beneficial effects on the healing process. It is evidenced that the microcurrent induces cell migration and proliferation, both involved in the wound healing process, acceleration of wound healing, increase in growth factors and acceleration of epithelialization. **CONCLUSION:** In view of the analysis of the results, the main pathologies treated, it was evidenced that most studies on the use of microcurrent cited in the research were in Pressure Injuries and studies that aimed to treat some type of wound. Regarding the parameters, the 4 studies analyzed were different, as were the types of equipment. In addition, they presented different treatment times until complete healing. Therefore, the analyzed studies showed important effects on the healing process.

Keywords: Healing; Electrotherapy; Pressure ulcer.

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

| | |
|--------------|--|
| ATP | Adenosina Trifosfato |
| DM | Diabetes Mellitus |
| DMEM | Eagle modificado de Dulbecco |
| ES | Eletroestimulação |
| HDF | Fibroblatos Drmicos Humanos |
| IL-2 | Interleucina-2 |
| MCD | Almofada de Algodão Medicinal |
| MENS | Microcurrent Electrical Neuromuscular Stimulation) |
| MG-63 | Nomeclatura designado pelos autores a celula tratada |
| MKPB | Proteína quinases ativadas por mitógenos |
| NH3T3 | Nomeclatura designado pelos autores a celula tratada |
| PDGF | Derivado de plaquetas |
| TGF-B | Crescimento transformante-b |
| VG | Gaze Vaselina |
| WMCS | Micro Estimulação De Corrente Sem Fio |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| FIGURA 1- REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA CICATRIZAÇÃO POR PRIMEIRA E SEGUNDA INTENÇÃO | 12 |
| FIGURA 2- REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FASE INFLAMATÓRIA..... | 13 |
| FIGURA 3- REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FASE PROLIFERATIVA | 14 |
| FIGURA 4- REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA FASE DE MATURAÇÃO | 15 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----------|
| TABELA 1- CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS ESTUDOS RELACIONADOS A REVISÃO SISTEMÁTICA | 19 |
| TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO DE ARTIGOS PELAS BASES DE DADOS | 22 |
| TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO DE ARTIGOS POR ANO DE PUBLICAÇÃO. | 22 |
| TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA POR TIPO DE PATOLOGIA TRATADA | 23 |
| TABELA 5 - DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA POR PARÂMETROS UTILIZADO, TEMPO DE TRATAMENTO E FINALIZAÇÃO DO PROCESSO DE CICATRIZAÇÃO | 24 |
| TABELA 6 - DISTRIBUIÇÃO DE ARTIGOS POR DESFECHO | 27 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 2 OBJETIVOS..... | 9 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 9 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 9 |
| 4 REVISÃO DE LITERATURA | 10 |
| 4.1 MICROCORRENTE..... | 10 |
| 4.2 CICATRIZAÇÃO | 11 |
| 4.3 MICROCORRENTE E O REPARO TECIDUAL..... | 16 |
| 5 METODOLOGIA | 18 |
| 5.1 TIPO DE ESTUDO..... | 18 |
| 5.2 ESTRATÉGIAS DE BUSCA DOS ARTIGOS | 18 |
| 5.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE..... | 18 |
| 5.4 SELEÇÃO DOS ESTUDOS E EXTRAÇÃO DO DADOS..... | 19 |
| 5.5 AVALIAÇÃO DE DADOS..... | 20 |
| 5.6 ANÁLISE DOS DADOS | 20 |
| 5.7 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS | 20 |
| 6 RESULTADOS E DISCURSÕES..... | 22 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 29 |
| REFERÊNCIAS... .. | 30 |

1 INTRODUÇÃO

A pele é definida pela literatura como o maior órgão do corpo humano, que desempenha várias funções, e tendo como principal a de proteger o ambiente interno do corpo contra agressões externas que a mesma está em constante exposição a danos ou lesões que podem trazer muitos problemas para o organismo (ESQUISATTO et al., 2019).

Quando a pele sofre algum tipo de lesão, o organismo se prepara na tentativa de favorecer uma reparação tecidual adequada do local de lesão. Para a restauração da integralidade anatômica e funcionalidade do tecido lesado, o organismo lança um mecanismo complexo que inclui quimiotaxia, síntese proteica, vascularização e remodelagem cicatricial (RODRIGUES et al., 2018).

As feridas são definidas como uma agressão que altera a integridade cutânea, sendo ela superficial ou profunda, comprometendo a função da pele. De forma geral, essas lesões acarretam dor, infecções graves, redução da mobilidade, além de implicar de forma direta o estado emocional e financeiro. As principais feridas são úlceras em membros inferiores, onde 80% destes são resultantes de insuficiência venosa, 5 a 10% de origem arterial e as demais de etiologia neuropática. (SILVA et al., 2020).

Segundo Bitencourt (2020), a cicatrização de uma ferida passa por uma excelente cascata de eventos celulares, moleculares e bioquímicos. E esses eventos se comunicam de forma síncrona para que a reconstrução tecidual seja adequada.

Referente ao tratamento de lesões, a busca pelo rápido fechamento e uma cicatriz esteticamente satisfatória, a utilização das correntes elétricas de baixa intensidade cresceu, dentre elas encontra-se a Microcorrente ou MENS (Microcurrent Electrical Neuromuscular Stimulation) (KOLERO et al., 2012).

A microcorrente trata-se de uma corrente elétrica em baixa intensidade, na faixa de microampères (μA), podendo variar entre 10 a $900\mu\text{A}$. Com relação aos equipamentos disponíveis no mercado, a frequência usada pode variar de 0,5 a 900 Hz, e a forma de aplicação de onda pode ser aplicada de maneira contínua ou alternada. Vale ressaltar que os estímulos

causados pela microcorrente não oferecem desconforto, fornecendo a sensação de segurança e maior aceitação por parte dos pacientes e/ou clientes (VALENTE et al., 2020).

De acordo com Ferreira et al. (2020), a microcorrente se mostrou uma corrente de sucesso para melhora da cicatrização de tecidos, pois favorece a estimulação de fibroblastos na camada da derme.

Além disso, atua a nível celular, pois normaliza a bioeletricidade, aumenta a síntese de Adenosina Trifosfato (ATP), favorece o crescimento de tecido conjuntivo, e ainda no controle de dor, edema e processo inflamatório (MARTINELI et al., 2016),

Diante dos pressupostos apresentados, problematiza-se: Como a microcorrente pode atuar no reparo tecidual?

Deste modo, o presente trabalho se justifica como meio de evidenciar o uso da microcorrente no reparo tecidual a partir de estudos já realizados, ou seja, avaliar quais são as principais patologias dentro do reparo tecidual que utilizam a Microcorrente; averiguar as frequências e intensidades utilizadas a partir da análise dos estudos; bem como verificar o tempo de tratamento até a completa cicatrização.

Este trabalho se torna relevante, pois, através deste, pode-se buscar mais conhecimentos e informações acerca dessa modalidade terapêutica, bem como, novas pesquisas sobre o processo de reparo tecidual, principalmente porque atualmente a busca por um corpo perfeito vem crescendo bastante, pois, muitas vezes as lesões promovem um aspecto visual desagradável, afetando não só esteticamente, mas também na qualidade de vida, impossibilitando que essas pessoas possam desenvolver suas atividades de vida diária. Deste modo, a partir desta pesquisa será possível apresentar as evidências existentes a partir de pesquisas já realizadas acerca da microcorrente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o uso da microcorrente no Reparo Tecidual.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar quais são as principais patologias dentro do reparo tecidual que utilizam a Microcorrente;
- Relatar os parâmetros utilizados em reparo tecidual pelos estudos analisados;
- Verificar o tempo de tratamento até a completa cicatrização.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 MICROCORRENTE

A aplicabilidade das correntes elétricas vem sendo utilizada desde os tempos antigos. Liebano (2021) traz informações sobre o uso de dois peixes elétricos, tendo como finalidade terapêutica de combater dor e distúrbios cerebrais, como a epilepsia. Ambos os peixes tinham a capacidade de produzir eletricidade, e por ter essa propriedade, foram colocados nas regiões em que os pacientes referiam dor. Partindo de muitos estudos e descobertas na Fisiologia e Neuroanatomia, além da evolução de diversos metais, isso levou a criação de novos peixes, só que dessa vez em formato de máquina, a Pilha de Volta, sendo a primeira corrente elétrica da história. E com a evolução da tecnologia foi possível à criação de equipamentos mais seguros e menos agressivos para o tecido humano.

Com a inovação e a melhora do controle dos estudos, em 1982 a eletroterapia alcançou um novo impulso com a criação da microcorrente, trazendo inovação para o conceito de tratamento à base do que a corrente elétrica gera, sugerindo que a corrente elétrica é uma fonte que estimula a cura, o crescimento e a reparação de todos os organismos vivos. (STEFFANI, 2011).

A microcorrente ou MENS é definida por Macedo e Tenório (2015), como uma corrente elétrica fisiológica de baixa intensidade, homeostática, e possui um formato retangular com pulsos monofásicos que ocorre mudanças de polaridade negativa e positiva a cada 3 segundos.

A corrente elétrica produzida pela microcorrente se aproxima da corrente biológica gerada pelo corpo humano. Esta pode ser definida como um tipo de eletroestimulação que se utiliza de correntes com parâmetros de intensidade na faixa dos microamperes, e são de baixa frequência, podendo apresentar correntes contínuas ou alternadas (AGNE, 2013; BORGES, 2010).

Atualmente, a microcorrente tornou-se uma técnica inovadora por ser útil na perpetuação de eventos elétricos que ocorrem no processo de reparo tecidual, pois atua sobre os tecidos em nível de microestruturas e celular, restaurando a bioeletricidade para reestabelecer a homeostase, além de proporcionar diminuição do quadro algico, edema e processo inflamatório (SILVEIRA et al., 2016).

Em concordância, Martineli et al. (2016), falam que a microcorrente é uma corrente catalisadora, pois, pode aumentar em até 500% a produção de ATP (Adenosina Trifosfato), sendo responsável pela regeneração tecidual e síntese proteica. Além disso, ressalta que seu tratamento se diferencia das outras correntes elétricas, pois sua aplicação é subsensorial e de

baixa amperagem, sendo assim incapaz de haver contração muscular, sensação desconfortável, indolor e não promove efeitos colaterais.

Partindo desses conceitos, Korelo et al. (2012) cita os principais efeitos fisiológicos: Aumento da molécula de ATP, sendo a responsável pela regeneração tecidual; restauração da bioeletricidade para reestabelecer homeostase e aumento da celeridade da síntese proteica; formação do tecido de granulação e reepitelização.

Segundo Costa et al. (2010), a microcorrente sendo aplicada de forma correta no local lesionado pode aumentar a corrente endógena, permitindo que o local que foi traumatizado normalize sua capacidade. Sua aplicação ocorre por meio de dois eletrodos em forma de caneta e ponta de metal, sendo posicionadas nas bordas externas da úlcera fazendo com que cada eletrodo fique em lados opostos, estimulando-se 1 minuto a cada 1 cm até concluir toda borda da úlcera.

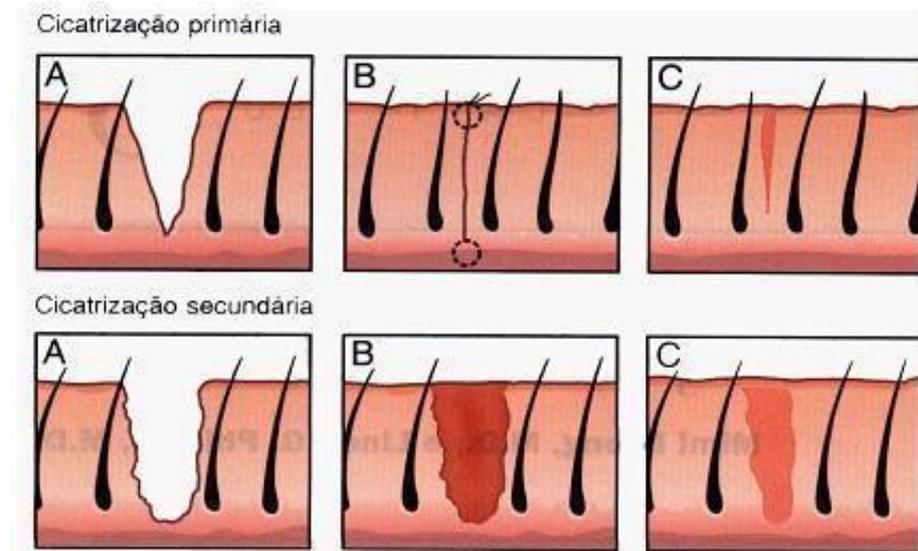
Oliveira (2011) relata que as indicações da microcorrente são baseadas a partir dos seus efeitos fisiológicos e terapêuticos, ressaltando as principais aplicações: pós-operatório; cicatriz; queimadura; flacidez; rejuvenescimento; estrias e celulite. Já as contraindicações, segundo Albuquerque (2018) são especialmente as Síndromes dolorosas, útero gravídico; cardíacos com marca-passo; sobre tumores; osteomielite; globo ocular; diretamente sobre feridas infectadas, trombose e epilepsia.

4.2 CICATRIZAÇÃO

A cicatrização é comum ocorrer em todos os tipos de feridas, tendo como função modificar o tecido lesado por um tecido vascularizado, independente do fator que o causou. A cicatrização é um processo que ocorre logo depois do momento de lesão, envolvendo uma série de sinais bioquímicos, liberação de mediadores químicos para reparar o dano (MENDONÇA; COUTINHO-NETTO, 2009).

Segundo Fontoura (2021) a cicatrização é classificada na literatura em dois principais tipos: Por primeira intenção e segunda intenção. Por primeira intenção, ocorre uma perda tecidual pequena, normalmente são feridas cirúrgicas, onde as bordas têm a possibilidade de serem aproximadas mecanicamente. Já por segunda intenção, ocorre em feridas abertas havendo uma perda tecidual maior, impossibilitando que as bordas sejam aproximadas.

Figura 1- Representação esquemática da cicatrização por primeira e segunda intenção.

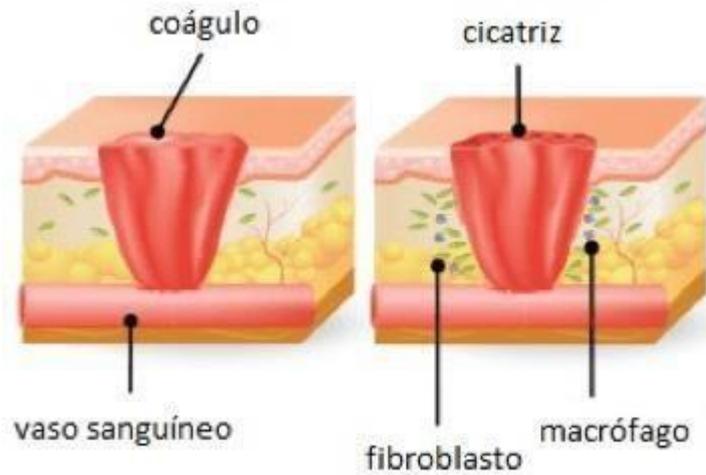


Fonte: Tamiza; Vicente; Morya, 2008.

Além disso, a cicatrização tem sido didaticamente dividida em três fases que ocorre de forma sequencial: Inflamatória, proliferativa e de remodelagem. A fase inflamatória se principia rapidamente logo depois do momento de lesão, sendo marcada pela entrada dos mediadores inflamatórios na área da lesão: Neutrófilos, macrófagos e linfócitos. Os neutrófilos passam a ser células primárias mediadoras da inflamação chegar ao local da lesão nas primeiras 24 horas, tendo como função proteger o local lesionado de bactérias e retirar vestígios de tecido morto. Cerca de 50% das células presentes no local lesionado é constituído pelos neutrófilos liberando enzimas proteolíticas, para divisão das bactérias. Partindo da fagocitose dos neutrófilos, vestígio de tecido danificado, bactérias e corpos estranhos são retirados (MEDEIROS; FILHO, 2016).

Paiva (2020) complementa falando que essa fase é caracterizada por hemostasia e inflamação. A hemostasia é iniciada durante a presença do colágeno no início da lesão. Ocorrendo também a liberação de tromboxano A2 e prostaglandina 2-a, levando a uma vasoconstrição potente. Logo após a hemostasia completa, ocorre um aumento da permeabilidade vascular e do fluxo sanguíneo, favorecendo o deslocamento das células inflamatórias até o local de cicatrização.

Figura 2- Representação esquemática da fase inflamatória.



Fonte: <https://images.app.goo.gl/3Hyh9hGCZ17JVUTWA>

Os neutrófilos apresentam uma segunda função, a de garantir a fase inicial da inflamação por meio da liberação de fatores de crescimento necessários na síntese de colágeno e angiogênese, como: PDGF (Derivado de plaquetas), TGF-B (Crescimento transformante- b), EGF (Crescimento epidérmico) e importantes constituintes da matriz extracelular que ativam os monócitos, transformando-os em macrófagos (Fibronectina e Trombospondina) (MENDONÇA; COUTINHO-NETTO, 2009).

Os macrófagos após 48 horas tornam-se as células predominantes na ferida, sendo necessário para o processo de cicatrização. Tem como função auxiliar no apoio do recrutamento, ativação celular, angiogênese, remodelagem e juntamente com os neutrófilos, removem tecido morto, vestígio de corpo estranho e fagocitam bactérias. E os macrófagos se diferenciam dos neutrófilos por permanecerem no local do ferimento até a sua cura (ISAAC et al., 2010).

De acordo com Mandelbaum et al. (2003), os linfócitos são atraídos para área de lesão pela interleucina-2 (IL-2), se tornando predominante a partir da primeira semana. Suas particularidades de como atua não é bem definido pela literatura, porém, sabe-se que fornece imunidade celular para criação de anticorpos e atua como mediador por meio da secreção de linfocinas.

A fase proliferativa tem início a partir do quarto dia após a lesão. Essa fase é constituída por três etapas: Reepitelização, desenvolvimento do tecido de granulação e angiogênese. A reepitelização tem como função reestabelecer a perda das funções que a epiderme sofreu em consequência da lesão. A membrana basal estando em perfeito estado, as células epiteliais têm

como função restaurar as camadas da epiderme: estrato lúcido, córneo, espinhoso, granuloso e germinativo. Mas se a membrana basal estiver lesada, essas células epiteliais na tentativa de manter uma barreira protetiva começam a se proliferar (ISAAC et al., 2010).

Figura 3- Representação esquemática da fase proliferativa.



Fonte: <https://images.app.goo.gl/3Hyh9hGCZ17JVUTWA>

O tecido de granulação é um tecido vermelho, vascularizado e inflamatório. É constituído por células inflamatórias, colágeno, Fibronectina, água, proteases e glicosaminoglicanas. Sua formação depende muito dos fibroblastos, sendo responsável no desenvolvimento da matriz extracelular e formação de elastina. O fator de crescimento mais importante para estimulação dos fibroblastos é PDGF, e logo depois é liberado o fator TGF- β que incentiva os fibroblastos a fornecer colágeno do tipo I para proporcionar a contração da ferida. Esse tipo de tecido ocorre em várias feridas, úlceras por pressão, queimaduras, úlceras venosas e em cicatrização por segunda intenção (OLIVEIRA, 2012).

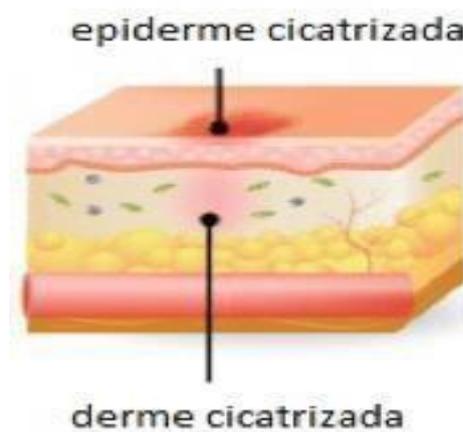
A angiogênese, inicialmente é definida como uma etapa fundamental na cicatrização, no qual, ocorre migração de células endoteliais da periferia para a borda da ferida e formação de novos vasos que suprem nutrientes e oxigênio para uma adequada cicatrização. Os eventos que ocorrem nesta etapa são regulados através dos seguintes fatores de crescimento (TNF- α , TGF- β , VEGF, FGF, PDGF), sendo provenientes dos macrófagos e células endoteliais danificadas (COMPOS; BRANCO; GROTH, 2007).

A fase inicial da angiogênese está eferente à degradação matriz extracelular, permitindo o deslocamento das células endoteliais. Diversos fatores de crescimento se mostram como potencial angiogênico, e dentre eles o TGF- β sendo produzida pelas células que são encontradas no tecido de granulação, aumentando a produção de citocinas. E o VEGF tem como função

central aumentar a permeabilidade vascular e proliferar células endoteliais (FERREIRA; BATISTA; CATÃO, 2021).

A última fase da cicatrização é a Remodelagem, sendo considerada a mais importante. Nessa fase ocorre o depósito de colágeno no local da lesão, com finalidade de reorganizar a matriz, sendo a primeira produção de colágeno tipo III. Essa reorganização da matriz se torna fundamental no processo de cicatrização, contando com a participação dos fibroblastos que secretam collagenases. Além disso, ressalta que o sucesso da cicatrização se dá pelo equilíbrio entre a síntese da nova matriz e a eliminação da antiga matriz (BITENCOURT, 2020).

Figura 4- Representação esquemática da fase de maturação.



Fonte: <https://images.app.goo.gl/3Hyh9hGCZ17JVUTWA>

Partindo desses conceitos, pode-se observar que o processo de cicatrização é um processo complexo e sistêmico, que envolve eventos bioquímicos, celulares e moleculares. Este processo está cada vez mais presente na prática clínica dos profissionais de saúde, e por ser sistêmico, ocorre uma interação entre fatores para que o resultado nesse processo cicatricial seja de forma eficiente. Ainda assim, vale ressaltar a necessidade de compreender como ocorre esse processo, sempre associado a particularidade de cada paciente, para que os profissionais possam instruir um protocolo de terapia cicatrizante satisfatória, tendo em vista que a busca pelo rápido fechamento das cicatrizes é muitas vezes o principal objetivo de tratamento para esses indivíduos na prática clínica. (OLIVEIRA; DIAS, 2012).

4.3 MICROCORRENTE E O REPARO TECIDUAL

Segundo Arantes et al. (2018), a pele é um órgão indispensável para o corpo humano, pois ela é a responsável pela proteção das estruturas internas, impedindo agressões advindas do meio externo. As lesões que a pele pode sofrer são causadas por fatores extrínsecos como, úlceras por pressão, queimaduras e cirurgias. Já as de fatores intrínsecos, como doenças vasculares, acne, presença de fungos e bactérias, além de acarretar dor, incomodo e até mesmo dificuldades nas atividades de vida diária.

Esta é formada sequencialmente por três camadas: epiderme, derme, hipoderme. A epiderme é avascular, formada por Epitélio Estratificado Pavimentoso Queratinizado e disposta em 5 camadas: Camada basal, espinhosa, granulosa, córnea e lúcida. Tem como função principal, proteger o organismo interno contra agressões externas (BERNARDO; SANTOS; SILVA, 2019).

Segundo Macedo e Tenório (2015), a derme é formada por tecido conjuntivo frouxo como, fibras de colágenos, fibras elásticas e reticulares, além disso, tem a presença de vasos linfáticos e nervos. E é subdividida em duas camadas: Papilar e Reticular.

Já a hipoderme é definida por Borges e Scorza (2016), como a camada mais interna da pele, sendo formada por um conjunto de células adiposas que depositam gordura, vaso e nervos. Nessa camada encontram-se os lipoblastos, que tem como finalidade, armazenar gordura no citoplasma, e uma vez amadurecido se sobrecarrega de gordura para transformá-los em adipócitos.

Pertencente a essas lesões, a busca por um tratamento satisfatório e um resultado mais rápido no seu fechamento, a microcorrente passou a ser um recurso elétrico bastante utilizado, pois acelera o processo de cicatrização por meio da atuação de eventos fisiológicos e bioquímicos como a inflamação, síntese de colágeno, formação do tecido de granulação e a reepitelização. (VALENTE et al., 2020).

Ferreira et al. (2020) afirmam que a estimulação elétrica de baixa intensidade com amplitude na faixa máxima de 1000 microampères vem sendo estudada em pesquisas experimentais com o objetivo de identificar sua atuação no processo de reparação tecidual.

Assim, dentro da eletroterapia, a microcorrente é um tratamento de fácil aplicação e seguro, devido ao tipo de corrente elétrica disponibilizada (AGNE, 2013). Podendo ser uma possibilidade terapêutica no reparo tecidual.

Essa modalidade terapêutica se assemelha com as correntes elétricas que são produzidas pelo corpo humano, pois recarrega as células por meio da energia elétrica, colaborando para

energia celular e favorecendo a aceleração do processo de reparo tecidual, atuando na síntese de colágeno e elastina, formação do tecido de granulação e reepitelização (POLACHINI et al, 2019).

Equipamentos como a microcorrente são configurados para assemelhar e ampliar os sinais bioelétricos do organismo humano, favorecendo o trabalho a nível celular, criando uma afinidade de corrente elétrica para equilibrar a diminuição da bioeletricidade presente no local a lesão (LEMOS; SOARES; DANTAS, 2017).

Além disso, tem sido utilizada de forma frequente como um recurso que auxilia no processo de reparo tecidual, pois, gera energia celular para o organismo, favorecendo a célula um aumento de ATP, angiogênese e síntese proteica, sendo essenciais para o processo de cicatrização (RODRIGUES, 2018).

Com base nos conceitos abordados, pode-se observar que a microcorrente acelera o processo cicatricial, promovendo a estimulação de fibroblastos da derme, auxiliando na segregação de fatores de crescimento. Além disso, diminuição de dor, inflamação e até mesmo o aumento na absorção do líquido intersticial, promovendo respostas positivas na resolução de edemas. (FERREIRA, 2020).

5 METODOLOGIA

5.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de uma revisão sistemática de literatura, sendo definida como uma forma de pesquisa que coleta dados da literatura sobre determinado assunto. Sampaio e Mancini (2007), ressaltam que as revisões são úteis para agregar informações sobre um conjunto de estudos que foram produzidos separadamente sobre determinada terapêutica, que pode apresentar resposta coincidente ou conflitante, e também identificar assuntos que precisam de evidências, intervindo na orientação para investigações futuras.

De acordo com Donato e Donato (2019), a revisão de sistemática busca agrupar todas as evidências empíricas que se adequa nos critérios de elegibilidade para que possa responder a um questionamento de uma determinada pesquisa específica. Além disso são selecionados métodos explícitos e sistemáticos, com objetivo de fornecer resultados mais confiáveis.

5.2 ESTRATÉGIAS DE BUSCA DOS ARTIGOS

De início foi realizado a busca para os resultados na Biblioteca Virtual em Saúde(BVS), para identificar em quais bases de dados haviam artigos

Em primeira busca dos resultados na PUBMED, foram utilizados os Descritores em Ciências da saúde (DeCS): “Microcurrents” AND “Tissue Repair”, resultando em 6 artigos. Após a leitura dos títulos, e dos resumos, os 6 artigos se mantiveram. Com a leitura na íntegra, 1 artigo foi excluído por ser uma revisão de literatura, 2 excluídos pela leitura na íntegra, se mantendo 3 artigos com o foco a respeito da temática.

Em segunda busca, foram utilizados os seguintes DeCS: “Microcurrents” AND “Wounds”, resultando em 10 artigos. Após a leitura dos títulos, 6 foram excluídos por aparecerem nos descritores da primeira busca. 3 excluídos por não ter relação com o tema. Com a leitura na íntegra, 1 artigo foi incluído com o foco a respeito da temática.

Porém, na primeira e na segunda busca dos resultados na PEDro e na SCIELO foram utilizados os mesmos descritores, resultando em 0 artigos.

5.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Foram consideradas análises dos artigos originais que abordaram a Microcorrente no Reparo Tecidual, incluindo pesquisas com seres humanos, em animais, estudos que almejou tratamentos em feridas, textos completos de acesso gratuito, disponível na íntegra de forma

eletrônica e dos últimos 5 anos de 2015 a 2020. E sendo excluídos outros tipos de revisão sistemática, meta-análise e pesquisas que abordem outro tipo de tratamento que não seja a Microcorrente.

Os critérios de elegibilidade dos estudos ocorreram por meio dos critérios de PICO e estão detalhados na tabela 1.

TABELA 1- Critérios de inclusão e exclusão dos estudos relacionados a revisão sistemática.

| | INCLUSÃO | EXCLUSÃO |
|-----------------------|--|---|
| P Participate | Estudo onde os participantes possuam algum tipo de ferida ou estudo que almejou tratamento em feridas. | Estudo onde os participantes apresentem outro tipo de patologia que não seja ferida ou que o estudo não seja relacionado a reparo tecidual. |
| I Intervention | Pesquisas que utilizem como recurso elétrico a Microcorrente. | Outras formas terapêuticas, mesmo que sejam utilizadas no Reparo Tecidual. |
| C Comparision | Não se aplica. | Não se aplica. |
| O Outcome | A utilização da Microcorrente em Reparo Tecidual em seres humanos e/ou in vitro. | Não se aplica. |

5.3 SELEÇÃO DOS ESTUDOS E EXTRAÇÃO DOS DADOS

Esta fase passou por 5 etapas consecutivas.

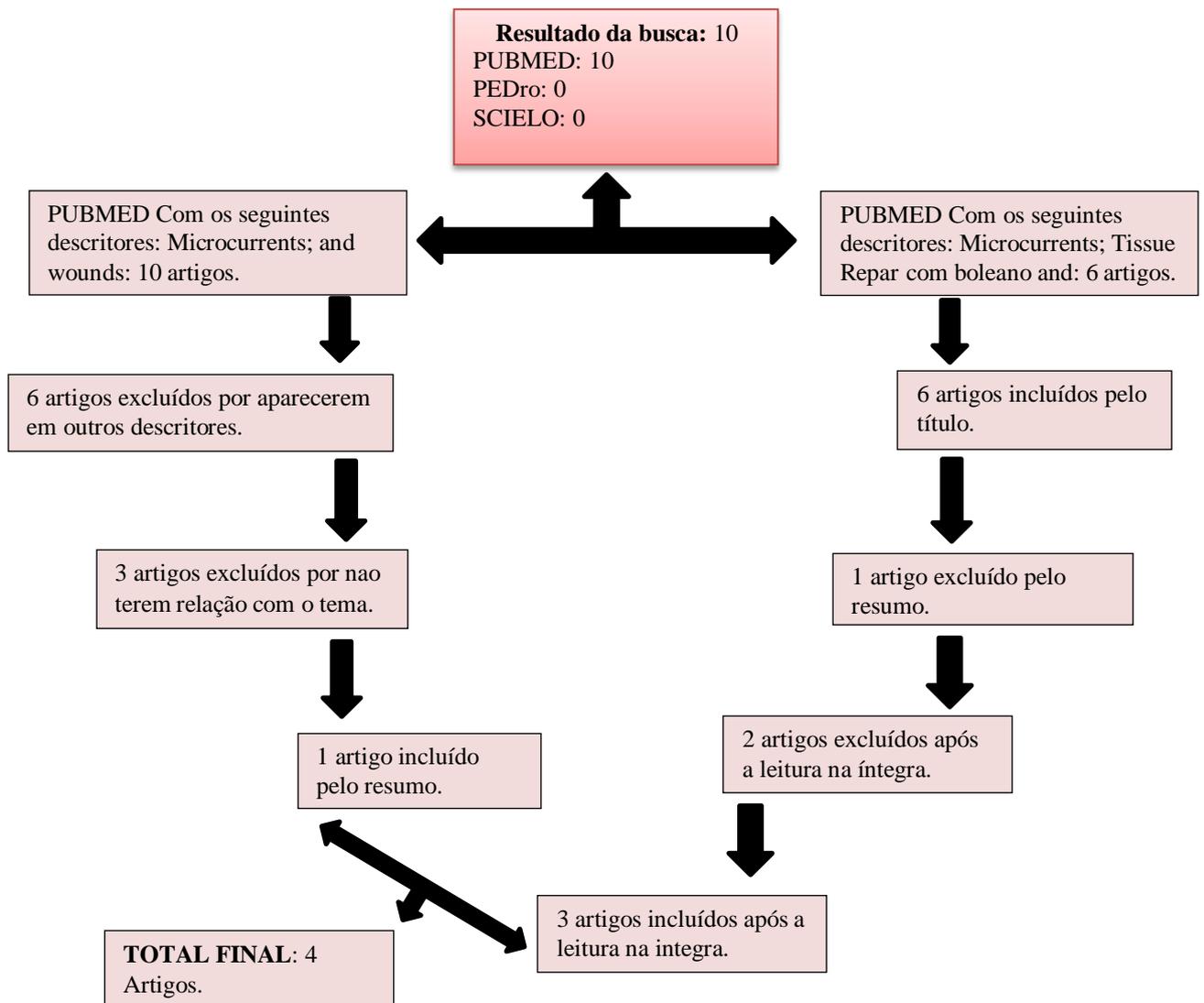
Etapa 1: Foi iniciada pela busca nas bases de dados já selecionadas: Scielo, lilacs e Pedro, utilizando os seguintes descritores: por intermédio do booleano AND.

Etapa 2: A partir dos artigos achados, foi realizado uma exploração dos títulos para excluir aqueles que não tem relação com o foco da pesquisa.

Etapa 3: Foi feita uma exploração dos resumos, sendo possível detectar aqueles que constavam nos critérios de inclusão e exclusão da pesquisa.

Etapa 4: A Análise dos artigos foi realizado por meio da construção de uma tabela constando título, autor, ano, metodologia e resultados para analisar quais irão entrar nos critérios de inclusão e exclusão.

Etapa 5: Por fim, os estudos foram lidos na íntegra,

Fluxograma 1-Identificação e seleção dos artigos para revisão sistemática.

5.4 AVALIAÇÃO DE DADOS

Para garantir a validade dessa pesquisa, os estudos foram analisados e selecionados de forma detalhada. Logo após, lidos completamente na íntegra aqueles que foram incluídos nos resultados.

Estes resultados foram apresentados em forma de tabela correspondendo aos objetivos da pesquisa, constando pontos importantes que são observados nos estudos (identificação, título, autores, ano, número de publicação, objetivos, resultados, métodos).

5.5 ANÁLISE DOS DADOS

Nesta fase a análise dos dados foram realizados por intermédio de tabelas apresentando os estudos que foram selecionados, sendo construído através do Microsoft Office Word 2016, constando pontos importantes como: Título, autor, ano, tipo de estudo, resultados obtidos e a conclusão.

Logo após a seleção dos estudos incluídos, de acordo com os critérios de inclusão, estes foram analisados e discutidos a luz da literatura que utilizaram o mesmo método de tratamento.

5.6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta etapa foi realizado a descrição dos resultados encontrados nos artigos selecionados, e estes resultados foram apresentados por intermédio de tabelas, tendo como objetivo organizar a distribuição das informações e ainda fazer com que o leitor tenha uma visão mais abrangente dos dados descrito

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para realização da pesquisa “Microcorrentes no reparo tecidual: uma revisão sistemática” foi analisado 04 artigos pesquisados em 03 bases de dados, porém, os incluídos foram todos da base de dados Pubmed, como demonstra a tabela a seguir:

TABELA 2 – Distribuição de artigos pelas bases de dados.

| BASE DE DADOS | FREQUÊNCIA | PERCENTUAL |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| PUBMED | 04 | 100% |
| SCIELO | 0 | 0 |
| PEDRO | 0 | 0 |
| Total | 04 | 100% |

FONTE: Dados da pesquisa, 2022

Os estudos analisados foram selecionados a partir do critério de inclusão dos últimos 5 anos, sendo encontrados artigos entre os anos 2019 e 2021, conforme tabela abaixo.

TABELA 3 - Distribuição de artigos por ano de publicação.

| ANO | FREQUÊNCIA | PERCENTUAL |
|--------------|-------------------|-------------------|
| 2019 | 02 | 50% |
| 2020 | 01 | 20% |
| 2021 | 01 | 20% |
| Total | 04 | 100% |

FONTE: Dados da pesquisa, 2022

As feridas são definidas como uma agressão que altera a integridade cutânea, sendo ela superficial ou profunda, comprometendo a funcionalidade da pele. É uma condição que afeta qualquer indivíduo, independente de sexo, idade, grupo social. De forma geral, essas lesões acarretam encargos como dor, infecções graves, redução da mobilidade, além de implicar de forma direta o estado emocional e financeiro. Dentre as principais feridas, se destacam as úlceras em membros inferiores, onde 80% destes são resultantes de insuficiência venosa, 5 a 10% de origem arterial e as demais de etiologia neuropática (DA SILVA et al., 2020).

A tabela 3 apresenta as diferentes patologias tratadas com a microcorrente conforme os artigos analisados. 1 artigo utilizou a microcorrente em Feridas Crônicas (Lesão por Pressão) e 1 artigo em Ferimento submetido por cirurgia em ratos, simulando um ferimento. Dois estudos foram realizados in vitro, a fim de evidenciar os efeitos da microcorrente no processo de

cicatrização em reparo tecidual.

TABELA 4 - Distribuição da amostra por tipo de patologia tratada.

| ARTIGOS | PATOLOGIA TRATADA |
|--|------------------------|
| Microcurrent Stimulation Triggers MAPK Signaling and TGF- β 1 Release in Fibroblast and Osteoblast-Like Cell Lines | In vitro |
| A novel microcurrent dressing for wound healing in a rat skin defect model | Procedimento Cirúrgico |
| Monophasic Pulsed Current Stimulation of Duty Cycle 10% Promotes Differentiation of Human Dermal Fibroblasts into Myofibroblasts | In vitro |
| Wireless Direct Microampere Current in Wound Healing: Clinical and Immunohistological Data from Two Single Case Reports | Lesão por pressão |

FONTE: Dados da pesquisa, 2022

Dentre as patologias tratadas, observa-se que a maioria dos estudos evidenciou o uso da microcorrente em lesões por pressão, que de acordo com Macedo et al. (2021), Lesão por Pressão é definida como uma área de pele ou tecido lesado profundamente na pele, normalmente sobre uma proeminência óssea, resultante de pressão prolongada ou intensa, isolada ou combinada com forças de cisalhamento. É classificada como uma patologia complexa e multifatorial, desencadeada por fatores extrínsecos como a presença do indivíduo permanecer em uma mesma posição por longos períodos, e fatores intrínsecos como desnutrição, insuficiência vasomotora, vasoconstrição periférica, alterações no índice de massa corporal, presença de doenças crônicas, incontinência urinária e fecal.

Quando se refere ao tratamento de lesões, a busca pela rápida cicatrização e consequentemente uma estética satisfatória, a utilização das correntes elétricas de baixa intensidade cresceu, dentre elas encontra-se a Microcorrente ou MENS (Microcurrent Electrical Neuromuscular Stimulation) (KOLERO et al., 2012).

O uso da microcorrente tornou-se uma nova opção de tratamento nas Lesões por Pressão, que segundo Pinheiro et al, (2020), isso se deve especialmente pelos seus efeitos, pois, atua sobre os tecidos em nível celular restaurando a bioeletricidade e representa um excelente instrumento para promover vascularização durante o processo de cicatrização. Em concordância, Silva et al, (2019), afirma que a microcorrente acelera em até 500% a produção do trifosfato de adenosina (ATP), sendo encarregado pela síntese proteica e regeneração

tecidual, estimulando os fibroblastos, células fixas do tecido conjuntivo e que produz as fibras de colágeno, elastina e reticulina.

E ainda, Castro et al, (2020), afirma que a microcorrente promove o crescimento de fibroblastos, além de apresentar potencial analgésico, antiedematoso e bactericida, favorecendo a recuperação de tecidos desvitalizados.

TABELA 5 - Distribuição da amostra por parâmetros utilizado, tempo de tratamento e finalização do processo de cicatrização.

| ARTIGOS | PARÂMETROS UTILIZADOS | TEMPO DE TRATAMENTO/ COMPLETA CICATRIZAÇÃO |
|---------------------------|---|---|
| Konstantinou et al., 2020 | As células NIH3T3 e MG-63 foram restritas de soro e em seguida expostas a microcorrentes até que as cargas de O ₂ , iniciando por -414, -916, -1672 e -3100 μ C fossem transferidas. A estimulação das foi realizada em placas de cultura de células de vidro, onde o fio de retorno do aparelho foi colocado sob a placa de cultura de células de vidro e a cabeça de tratamento do aparelho foi posicionada na distância adequada da placa (aproximadamente 10-12 cm do fundo da placa), até que o som de bipe contínuo parou de emitir. | As células foram incubadas por 24h, logo após serem estimuladas com a microcorrente. A largura do intervalo de repovoamento de arranhões foi medida e registrada após 0, 24, 48 e 72 h. Os sobrenadantes das culturas de células NIH3T3 e MG-63 foram coletados em 4, 6, 8, 24 e 48 h após a mesma transferência anteriormente de μ C O ₂ . As células foram estimuladas em diferentes momentos após a exposição a microcorrentes (1,5, 2 e 3 h após a exposição de NIH3T3 a -916 μ C O ₂ e 8 h após a exposição de células MG-63 para -414 μ C O ₂ . Foi visivelmente identificado que houve um aumento significativo no fechamento da ferida e na taxa de proliferação vistas nas células estimuladas por microcorrente, efeitos que foram dependentes da ativação de MAPKs ERK1/2 ou p38 em ambas as linhagens celulares, sugerindo que a proliferação e migração celular induzida por microcorrente é mediada pela sinalização de MAPKs. |
| Yu et al., 2019 | O ES sem fio foi integrado a uma almofada de algodão medicinal ou (MCD), e o aparelho elétrico foi examinado usando um medidor de energia universal. O MCD foi molhado com solução salina ou água e, em seguida, fixado na ferida. As feridas do grupo gaze vaselina (VG) foram cobertas com um pedaço de VG, enquanto as feridas do grupo MCD foram cobertas com o MCD, e as do grupo Controle (Con) foram deixadas sem tratamento após a desinfecção com iodopovidona. | Os ratos Wistar foram mantidos por 12 horas em jejum. Após procedimento foram observados por 14 dias (2 SEMANAS), em específico no 3, 7 e 14 dia. Além disso, os grupos passaram por observações histológicas no 3, 7 e 14 dia. No dia 3, o grupo Con e o grupo VG apresentaram: Grande acúmulo de células inflamatórias e a espessa escarrose fora da ferida e uma resposta inflamatória moderada. Enquanto o grupo MCD, a extensão da resposta inflamatória foi significativamente aliviada. No dia 7, o tecido de granulação era explícito na derme e a formação de novos capilares sanguíneos, sendo o evento biológico primário. Foi observada no grupo MCD que havia uma aumenta extensão proliferativa, quando comparada com os grupos Con e VG. No dia 14, as células epidérmicas migraram para cobrir toda a ferida e o processo de epitelização terminou gradualmente. No grupo VG, apresentou uma epiderme imatura, enquanto o grupo MCD |

| | | |
|---------------------------|--|---|
| Uemura et al., 2021 | <p>Foram utilizados HDFs primários advindos de uma mulher de 33 anos. Os HDFs foram cultivados em meio Eagle modificado de Dulbecco (DMEM), utilizando baixa quantidade de glicose suplementado com 10% de soro fetal bovino e 5% de solução de penicilina-estreptomicina em uma incubadora. O meio de cultura foi atualizado eletrodos de platina sendo posicionados em ambos os lados de um prato e devidamente interligado ao aparelho de estimulação elétrica. Os HDFs foram submetidos a estimulação de corrente pulsada monofásica (intensidade, 200 μA; frequência, 2 Hz) por 24h. HDFs sem ES foram usados como controles. Ciclos de trabalho de 10%, 50% ou 90% foram adaptados para confirmar a influência das diferenças nos ciclos de trabalho.</p> | <p>estava bem reepitelizado e acompanhado por uma camada de queratina.</p> <p>Os HDFs foram semeados e cultivados por 24 h, após isso submetidos a estimulação elétrica (ES) por mais 24 h. Para o ensaio da contração do gel, as células foram misturadas com solução de colágeno e incubadas por 1 h e observadas em 24 e 48 h pós ES.</p> <p>Foi percebido que a viabilidade celular foi diminuída nos grupos de 50% e 90%, sendo que no grupo de 10% não diminuiu. O número de células após ES no grupo de 90% foi reduzido para menos de 70%, mas não houve diferenças significativas entre os grupos de controle e estímulo. Esses resultados descritos indicam que a toxicidade celular pode ocorrer à medida que o ciclo de trabalho se aproxima de 100%, e a corrente contínua e o ciclo de trabalho alto podem suprimir a proliferação celular. Todos esses resultados obtidos indicam que o ES do grupo de 10% promoveu a capacidade contrátil das HDFs com diferenciação de miofibroblastos, se mantendo durante e após a aplicação da ES.</p> |
| Lagoumintzis et al., 2019 | <p>Paciente 1: foi tratado com a WMCS utilizando corrente de 1,5 μA por 45 min, três vezes por semana, por um total de 9 meses;</p> <p>Paciente 2: foi tratado com a WMCS utilizando corrente de 1,5 μA 45min, diariamente por um total de 15 dias.</p> <p>O WMCS é foi conectado por meio de um eletrodo neutro; E a distância da cabeça do dispositivo foi de 12 a 15 cm</p> | <p>Paciente 1: foi tratado pelo WMCS por 45 min, três vezes por semana, por um total de 9 meses; Paciente 2: foi tratado pelo WMCS 45 min, diariamente por um total de 15 dias.</p> <p>Foi percebido que após 3 meses de tratamento com WMCS, as bordas da ferida apresentou uma redução nítida nas dimensões. Após um período de 6 meses de tratamento, foi observado um fechamento de 50% da área total do ferimento, enquanto mais de 90% de fechamento da ferida e rebrota da pele normal foram observados ao final de um total de 8 a 9 mês de tratamento.</p> <p>Dentre esses eventos celulares foram detectados a coloração de hematoxilina e eosina, sinais de agregação ativa de granulócitos com alguns sinais de inflamação após sessões de tratamento de 1 mês com WMCS. Uma supressão da inflamação após o tratamento com WMCS (2 meses), conforme evidenciado, seguida por um aumento na atividade miofibroblástica e uma agregação de granulócitos reduzida. Após 3 meses de tratamento foi confirmado ainda uma atividade miofibroblástica estabelecida e agregação de granulócitos quase totalmente diminuída.</p> |

FONTE: Dados da pesquisa, 2022

Os parâmetros utilizados foram divergentes, assim como, os tipos de equipamento. No primeiro estudo, duas células foram cultivadas, a NIH3T3 e MG-63. De início foram restritas

de soro e logo em seguida expostas a microcorrente até que as cargas de O₂, iniciando por -414, -916, -1672 e -3100 μC fossem transferidas. A estimulação das foi realizada em placas de cultura de células de vidro, onde o fio de retorno do aparelho foi colocado sob a placa de cultura de células de vidro e a cabeça de tratamento do aparelho foi posicionada na distância adequada da placa (aproximadamente 10-12 cm do fundo da placa), até que o som de bipe contínuo parou de emitir. Konstantinou et al. (2020), afirma que foi perceptível a fosforilação máxima de ERK nas células NIH3T3 quando transferido -916 μC O₂. Em relação as MG-63, foi evidente a fosforilação máxima de ERK após a transferência de -414 μC O₂, e logo começaram a diminuir.

No segundo estudo, foi utilizado uma microcorrente em formato de curativo, com o uso de solução salina utilizado na almofada medicinal a qual era trocado a cada três dias. Esse novo curativo de microcorrente (MCD) baseado no princípio da reação de oxidação-redução utilizado no estudo de Yu et al. (2019), consistia principalmente em nanopartículas de prata, partículas de zinco (Aladdin Industrial Inc., China) e uma almofada de algodão medicinal. As nanopartículas de prata ou partículas de zinco foram totalmente misturadas com um aglomerante biocompatível para gerar uma pasta de prata ou zinco com concentrações especificadas, e as pastas foram pulverizadas em um lado da almofada de algodão medicinal com 2 mm de espessura usando um método de matriz de pontos e o outro lado da almofada era coberto com uma película fina que proporcionava umidade e ventilação. Na hora da utilização, o MCD foi umedecido com solução salina estéril ou água e, em seguida, fixado na ferida.

O terceiro estudo, de Uemura et al. (2021) foram utilizados HDFs primários adivindos de uma mulher de 33 anos. Os HDFs foram cultivados utilizando baixa quantidade de glicose suplementado com 10% de soro fetal bovino e 5% de solução de penicilina-estreptomicina em uma incubadora. Logo após foram semeados em uma placa de cultura de tecidos por 24 h. No meio de cultura, foi posicionado eletrodos em ambos os lados de um prato e corretamente interligado ao aparelho de estimulação elétrica. Os HDFs foram submetidos a estimulação de corrente pulsada monofásica (intensidade, 200 μA ; frequência, 2 Hz) por 24h. Já os HDFs sem Estimulação elétrica (ES) foram usados como controles. Ciclos de trabalho de 10%, 50% ou 90% foram adaptados para confirmar a influência das diferenças nos ciclos de trabalho.

No quarto estudo, foi utilizado microcorrente com intensidade de 1,5 μA nas duas mulheres atendidas por um tempo de 45 minutos por atendimento, porém, com diferença na quantidade de sessões semanais e no tempo total de acompanhamento. A paciente 1 recebia o atendimento 3 vezes por semanas em 9 meses e a paciente 2, diariamente por um tempo total

de 15 dias.

TABELA 6 - Distribuição de artigos por desfecho.

| TÍTULO/ AUTORES | DESFECHO |
|---------------------------|---|
| Konstantinou et al., 2020 | Com base nos dados obtidos, foi bem identificado que a ativação das MAPKs ERK 1/2 e p38, através da fosforilação, induz a migração e proliferação celular, enquanto ambas as respostas celulares estão envolvidas no processo de cicatrização de feridas. Foi também visivelmente observado que houve um aumento significativo no fechamento da ferida e na taxa de proliferação vistas nas células estimuladas por microcorrente, onde esses efeitos foram dependentes da ativação de MAPKs ERK1/2 ou p38 em ambas as linhagens celulares, sugerindo que a proliferação e migração celular induzida por microcorrente é mediada pela sinalização de MAPKs. |
| Yu et al., 2019 | Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que o MCD teve um impacto significativo no processo de cicatrização e pode acelerar a cicatrização de feridas, por meio da indução proliferativa, do alívio de processo inflamatório, aumento dos fatores de crescimento e a aceleração de epitelização. |
| Uemura et al., 2021 | Este trabalho sugere que dentre os ciclos de trabalho (10%, 50% e 90%) influência a diferenciação dos miofibroblastos e a viabilidade celular do HDF, onde o grupo de 10% é o ciclo de trabalho é o mais efetivo das microcorrentes pulsadas monofásicas para a formação do tecido de granulação, o que induz a cicatrização da lesão por pressão. |
| Lagoumintzis et al., 2019 | Diante dos resultados obtidos nesse estudo, foi concluído WMCS mostra resultados nítidos que, seus efeitos suprime as reações inflamatórias reduzindo a agregação de granulócitos, seguido por estimular a atividade miofibroblástica e a formação de fibras de colágeno. |

FONTE: Dados da pesquisa, 2022

Todos os estudos analisados apresentaram efeitos benéficos importantes para o processo de cicatrização. No primeiro estudo, foi possível concluir que a microcorrente induz a migração e proliferação celular, ambas envolvidas no processo de cicatrização de feridas. O estudo 2, evidenciou que é possível acelerar a cicatrização de feridas, por meio da indução proliferativa, do alívio de processo inflamatório, aumento dos fatores de crescimento e a aceleração de epitelização. No terceiro estudo, foi relatado que 10% é o ciclo de trabalho¹ mais efetivo das

¹ O ciclo de trabalho é a relação liga-desliga da estimulação (UEMURA et al., 2021)

microcorrentes pulsadas monofásicas para a formação do tecido de granulação, o que induz a cicatrização de feridas crônicas, como a lesão por pressão. O quarto estudo finaliza atentando para os efeitos da microcorrente nos mecanismos de regeneração fisiológica dos tecidos do corpo.

Arantes et.al (2018), em seu estudo descreve sobre os efeitos fisiológicos e terapêuticos importantes no processo de reparação tecidual como: reestabelecimento da bioeletricidade tecidual, aumento na síntese de ATP celular, analgesia, anti-inflamatório e bactericida.

Em concordância, Ferreira et.al (2020), afirma que a microcorrente utilizada como modalidade terapêutica no reparo tecidual tem sido usada com sucesso pois promove a estimulação dos fibroblastos da derme, auxilia na segregação de fatores de crescimento, aumento do número de fibroblastos, maior alinhamento das fibras de colágeno, conferindo resistência tênsil ao tecido.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise dos resultados, foi observado que dentro das principais patologias tratadas, evidenciou-se que a maioria dos estudos sobre o uso da microcorrente citado nas pesquisas foi em Lesões por Pressão, onde, mesmo os estudos sendo *in vitro*, os pesquisadores relatavam sobre a microcorrente na Lesão por Pressão.

Em relação aos parâmetros, os 4 estudos analisados foram divergentes, assim como, os tipos de equipamento. Além disso, apresentaram tempo de tratamento diferente até a completa cicatrização.

No primeiro estudo, as células NIH3T3 e MG-63 foram expostas a microcorrente até que as cargas de O₂, iniciando por - 414, -916, -1672 e -3100 μC fossem transferidas.

No segundo estudo, foi utilizado uma microcorrente em formato de curativo, com o uso de solução salina utilizado na almofada medicinal a qual era trocado a cada três dias. Esse novo curativo de microcorrente (MCD) baseado no princípio da reação de oxidação-redução utilizado no estudo de Yu et al. (2019), consistia principalmente em nanopartículas de prata, partículas de zinco (Aladdin Industrial Inc., China) e uma almofada de algodão medicinal.

O terceiro estudo, de Uemura et al. (2021) os HDFs foram submetidos a estimulação de corrente pulsada monofásica (intensidade, 200 μA ; frequência, 2 Hz) por 24h. Já os HDFs sem Estimulação elétrica (ES) foram usados como controles. Ciclos de trabalho de 10%, 50% ou 90% foram adaptados para confirmar a influência das diferenças nos ciclos de trabalho.

No quarto estudo, foi utilizado microcorrente com intensidade de 1,5 μA nas duas mulheres atendidas por um tempo de 45 minutos por atendimento.

Sendo assim, os estudos analisados apresentaram efeitos importantes para o processo de cicatrização. Concluindo que a microcorrente induz a migração e proliferação celular, aceleração no reparo tecidual, por meio da indução proliferativa, do alívio de processo inflamatório, aumento dos fatores de crescimento e a aceleração de epitelização. Além disso, formação do tecido de granulação, o que induz a cicatrização de feridas crônicas, como a lesão por pressão.

Se faz necessário ainda que se tenha mais estudos em diferentes tipos de feridas com padronização de parâmetros, tempo de tratamento detalhado, descrição da finalização da cicatrização e efeitos da corrente elétrica.

REFERÊNCIAS

- AGNE, Jones Eduardo. **Eletrotermofototerapia**. 4. ed. Santa Maria: Andreoli, 2013.
- ALBUQUERQUE, Angélica Pontes et al. O efeito da microcorrente sobre o acuponto zusanli nos modelos de dor incisiva, inflamatória e neuropática em ratos wistar. 2018.
- ARANTES, Pamela Barbosa et al. Utilização da microcorrentes no processo de cicatrização. **Diálogos Interdisciplinares**, v. 7, n. 3, p. 215-222, 2018.
- BERNARDO, A. F. C.; SANTOS, K.; SILVA, D. P. Pele: alterações anatômicas e fisiológicas do nascimento à maturidade. **Revista Saúde em Foco**, v. 1, n. 11, p. 1221-33, 2019.
- BITENCOURT, Tamires de Assis. Cicatrização de feridas e o uso de nutracêuticos como meio terapêutico. 2020.
- BORGES, Fabio dos Santos. **Dermato-funcional: modalidades terapêuticas nas disfunções estéticas**. 2.ed. São Paulo: Phorte, 2010.
- BORGES.F.S; SCORZA,F.A. Terapêutica em estética conceitos e técnicas. **Editora Phorte**, Edição 1, p.381-425, São Paula-SP, 2016.ISBN:978-85-7655-606-0.
- CAMPOS, Antonio Carlos Ligocki; BORGES-BRANCO, Alessandra; GROTH, Anne Karoline. Cicatrização de feridas. **ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)**, v. 20, n. 1, p. 51-58, 2007.
- CASTRO, Aline Silva et al. EFEITOS DA MICROCORRENTES NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS EM RATOS DIABÉTICOS. **Revista CPAQV–Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida| Vol**, v. 12, n. 2, p. 2, 2022.
- COSTA, Sharin de Assis; DE FREITAS, Angela Miranda; SANTOS, Carina Oliveira dos. Efeitos da aplicação de microcorrente no processo de reparo tecidual de queimaduras. **Fisioterapia Brasil**, v. 11, n. 2, 2010.
- DA SILVA, Silvânia Miranda et al. Perfil clínico das pessoas com feridas atendidas pelo ambulatório de enfermagem em estomaterapia. **Revista Enfermagem Atual In Derme**, v. 92, n. 30, 2020.
- DONATO, Helena; DONATO, Mariana. Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática. **Acta Médica Portuguesa**, v. 32, n. 3, 2019.
- ESQUISATTO, Marcelo Augusto Marretto. MICROCORRENTE E ARNICA MONTANANA CICATRIZAÇÃO EM RATOS. **Revista Ensaios Pioneiros**, v. 3, n. 1, p. 37-46, 2019.
- FERREIRA, Alieny Cristina Duarte; BATISTA, Ana Luzia Araújo; DE VASCONCELOS CATÃO, Maria Helena Chaves. A atuação da laserterapia na angiogênese e no reparo tecidual. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, 2021.

FERREIRA, Tereza Cristina dos Reis et al. Os efeitos das microcorrentes e do exercício terapêutico na úlcera diabética. **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, Vol.12, Nº. 3, 2020.

FONTOURA, Fernanda Baseggio. Efeito de terapias compressivas no tempo de cicatrização de úlceras venosas: uma revisão integrativa. 2021.

MACEDO, Suellen Pereira Rodrigues et al. Efeitos da fotobiomodulação no tratamento de úlceras por pressão: Revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e32810212597-e32810212597, 2021.

OGLIARI, Camila; KASPCCHAK, Fernanda. RECURSOS FISIOTERAPÊUTICOS NO TRATAMENTO DE LESÕES POR PRESSÃO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA. 2021.

PINHEIRO, Carolina Gonçalves et al. A ATUAÇÃO DA FISIOTERAPIA NO REPARO TECIDUAL: A VISÃO DE ACADÊMICOS EM FISIOTERAPIA. **Revista Interdisciplinar Encontro das Ciências-RIEC| ISSN: 2595-0959**, v. 3, n. 2, 2020.

SILVA, Adria Rafaela Barbosa et al. ATUAÇÃO DA FISIOTERAPIA NO TRATAMENTO DE LESÕES POR PRESSÃO: REVISÃO DE LITERATURA. **Revista CPAQV–Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida| Vol**, v. 11, n. 1, p. 2, 2019.

ISAAC, Cesar et al. Processo de cura das feridas: cicatrização fisiológica. **Revista de Medicina**, v. 89, n. 3-4, p. 125-131, 2010.

KONSTANTINOUE, et al. **Microcurrent Stimulation Triggers MAPK Signaling and TGF- β 1 Release in Fibroblast and Osteoblast-Like Cell Lines**. 2020 19;9(9):1924. doi: 10.3390/cells9091924.

KORELO, Raciele Ivandra Guarda et al. Aplicação da microcorrente como recurso para tratamento de úlceras venosas: um estudo piloto. **Revista latino-americana de enfermagem**, v. 20, n. 4, p. Tela 1-Tela 8, 2012.

LAGOUMINTZIS G, et al. **Wireless Direct Microampere Current in Wound Healing: Clinical and Immunohistological Data from Two Single Case Reports**. 2019 Sep 5;9(3):107. doi: 10.3390/bios9030107.

LEMOS, ACM; SOARES, E; DANTAS, KTB. A utilização da microcorrente em úlceras por pressão. **Rev Fun Care Online**. v. 9, n. 4, p. 922-925, 2017.

LIEBANO, Richard Eloin. Eletroterapia Aplicada à Reabilitação: Dos Fundamentos às Evidências. Thieme Revinter, 2021.

MACEDO, Almeida; COSTA, Monique. Tratamento de rugas: Uma revisão bibliográfica sobre Carboxiterapia, Radiofrequência e Microcorrente. **Revista Visão Universitária**, v. 2, n. 1, 2015.

MANCINI, M. C. Estudos de Revisão Sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. 2007.

MANDELBAUM, Samuel Henrique; DI SANTIS, Érico Pampado; MANDELBAUM, Maria Helena Sant'Ana. Cicatrização: conceitos atuais e recursos auxiliares-Parte I. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 78, n. 4, p. 393-408, 2003.

MARTELLI, Anderson et al. Microcorrente no processo de cicatrização: revisão da literatura. **Archives of Health Investigation**, v. 5, n. 3, 2016.

MEDEIROS, Aldo Cunha; DANTAS-FILHO, Antônio Medeiros. Cicatrização das feridas cirúrgicas. **Journal of surgical and clinical research**, v. 7, n. 2, p. 87-102, 2016.

MENDONÇA, Ricardo José de; COUTINHO-NETTO, Joaquim. Aspectos celulares da cicatrização. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 84, n. 3, p. 257-262, 2009.

OLIVEIRA, Aline Costa de et al. Qualidade de vida de pessoas com feridas crônicas. **Acta Paulista de enfermagem**, v. 32, n. 2, p. 194-201, 2019.

OLIVEIRA, Ilana Vanessa Pristo; DIAS, Regina Valéria da Cunha. **Cicatrização de feridas: fases e fatores de influência**. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 6, n. 4, p. 267-271, 2012.

OLIVEIRA, Vanessa Carvalho. A eletroestimulação por microcorrentes na revitalização facial. 2011.

PAIVA, Carolina Bonfim de et al. Avaliação do Bevacizumabe como modulador em modelo experimental de cicatriz palpebral de coelhos, 2020.

RODRIGUES, Belle Virginia da Silva Coimbra et al. Avaliação do Efeito da Microcorrente na Reparação de Feridas Cutâneas em Ratos. **UNICIÊNCIAS**, v. 22, n. 2, p. 62-65, 2018.

SILVEIRA, Isabelle Andrade et al. Eletroterapia em úlceras venosas: uma revisão integrativa. **Revista Enfermagem Atual In Derme**, v. 77, n. 15, 2016.

STEFFANI, Jovani Antônio et al. **Uso de microcorrentes na cicatrização tecidual**. *Evidência*, v. 11, n. 1, p. 43-50, 2011.

TAMIZA, Maria de Fátima. et al. Biologia da ferida e cicatrização. **Medicina (Ribeirão Preto Online)**, v. 41, n. 3, p. 259-264, 2008.

UEMURAM, et al. **Monophasic Pulsed Current Stimulation of Duty Cycle 10% Promotes Differentiation of Human Dermal Fibroblasts into Myofibroblasts**. 2021 18;24(2):145-152. doi: 10.1298/ptr.E10064.

YU C et al. **A novel microcurrent dressing for wound healing in a rat skin defect model**. 2019 23;6(1):22 doi: 10.1186/s40779-019-0213-x.

VALENTE, Daniela Rocha et al. microcorrente no tratamento pós-operatório da cirurgia de abdominoplastia: estudo de caso. *Revista Brasileira Interdisciplinar de Saúde*, 2020.

