**UNIVERSIDADE SANTO AMARO**
**CURSO DE GRADUAÇÃO FISIOTERAPIA**

CRISLAINE CARVALHO DE JESUS

# BENEFICIOS DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA NO TRATAMENTO DE QUEIMADURAS TÉRMICAS: REVISÃO DE LITERATURA

**SÃO PAULO**
**2021**

CRISLAINE CARVALHO DE JESUS

# BENEFICIOS DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA NO TRATAMENTO DE QUEIMADURAS TÉRMICAS: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado ao Curso de Fisioterapia da Universidade de Santo Amaro – UNISA, Como Requisito Parcial Para Obtenção do Título Bacharel em Fisioterapia.
Orientador(a) Profa. Me Silmara Patrícia Correia da Silva Macri

**SÃO PAULO**

**2021**

J56b Jesus, Crislaine Carvalho de

Benefícios do Laser de Baixa Potência no Tratamento de Queimaduras Térmicas: Revisão de Literatura / Crislaine Carvalho de Jesus. – São Paulo, 2021.

40 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Fisioterapia) – Universidade Santo Amaro, 2021.

Orientador(a): Profª. Ma. Silmara Patrícia Correia da Silva Macri

1. Queimaduras. 2. Laser. 3. Analgesia. 4. Cicatrização de Feridas. I. Macri, Silmara Patrícia Correia da Silva, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

Elaborado por Maria Lucélia S Miranda – CRB 8 / 7177

CRISLAINE CARVALHO DE JESUS

# BENEFICIOS DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA NO TRATAMENTO DE QUEIMADURAS TÉRMICAS: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Fisioterapia da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do titulo de Bacharel em Fisioterapia.

Data de Aprovação: 17/11/2021

**Banca Examinadora:**

**Orientador:** Silmara Patrícia Correia da Silva Macri

**Banca Interna:** Felipe Scassi Salvador

**Banca Externa:** Luis Henrique da Silva Nali

Conceito Final: 10,0 (DEZ)

# AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que me permitiu ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da graduação e não deixou que me faltasse saúde mental e física para chegar até o final.

Agradeço aos meus pais, Sebastiao e Josefa, pois sem eles não poderia estar aqui. Agradeço a criação que me foi dada, por me mostrarem que sou capaz e por sempre terem acreditado em mim. Ao meu esposo Bruno por todo incentivo e ajuda.

Agradeço aos meus amigos e colegas de curso Fabiana, Raquel, Maria Beatriz, Andressa, Pâmela e Leonardo por todo incentivo, companheirismo, trocas de experiências e ajuda, com vocês a minha caminhada ficou mais leve.

Agradeço aos mestres por compartilharem todo seu conhecimento comigo, pelas horas dedicadas e por todo paciência ao longo desses anos. Em especial para minha orientadora, Silmara Macri, que esteve presente me auxiliando sempre que necessitei. Obrigada pelos conselhos, incentivos. Você é um grande exemplo de mulher, mãe e profissional te amo.

*“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar no sonho que se tem.”*

*Renato Russo*

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A pele é considerada o maior órgão do corpo humano, é a parte do organismo que resguarda a superfície corporal, cuja as funções são controlar a perda de agua, proteger o corpo contra atritos, e desempenha um papel importante na manutenção da temperatura do corpo, devido a ação das glândulas sudoríparas e dos capilares sanguíneos. Entre os órgãos atingidos por queimaduras, a pele é frequentemente a mais afetada. O processo de cicatrização da pele é dividido em três fases que são fase inflamatória, proliferativa e remodelamento. As queimaduras são lesões traumáticas, provocadas por agentes externos, por uma ação direta ou indireta do calor. Segundo a Sociedade Brasileira de Queimaduras, no Brasil acontecem um milhão de casos de queimaduras a cada ano, 200 mil são atendidos em serviços de emergência, e 40 mil demandam hospitalização. O tratamento com LASER de baixa potência é um método não invasivo, indicado quando se tem o objetivo de estimular o reparo tecidual, diminuir processo inflamatório, melhorar microcirculação periférica e promover analgesia, e estimulação da cicatrização de feridas. **OBJETIVO:** Avaliar os benefícios do LASER de baixa potência no tratamento de queimaduras. **MÉTODOS:** Este estudo trata-se de uma revisão de literatura. Realizou-se uma busca na literatura de livros e nas bases de dados, LILACS, SciELO, e PubMed nos anos de 2010 a 2021 Com as terminologias registradas nos descritores em ciência da saúde (DeCS) e Medical subject headings (Mesh). Foi utilizado as terminologias na língua inglesa Burns, LASER, wound healing e analgesia, intercalados por meio do operador booleano AND e OR. **RESULTADOS:** Os resultados mostraram que a terapia a laser de baixa intensidade teve efeitos significativos na cicatrização de feridas. A função micro circulatória desempenha importante papel no processo de reparação tecidual, permitindo a chegada de células de defesa na área afetada. A modulação do fluxo sanguíneo encontra-se como um dos feitos associados a terapia LASER de baixa intensidade, sendo este associado a resultados benéficos na reparação tecidual bem como na obtenção do efeito analgésico. **CONCLUSÃO:** É possível observar que o LASER de baixa potência pode promover o aumento da regeneração tecidual no processo de reparação e uma cicatrização mais rápida e organizada no tratamento de queimaduras.



**Palavras-chave:** Queimaduras. LASER. Analgesia. Cicatrização de feridas

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The skin is considered the largest organ of the human body, it is the part of the body that protects the body surface, whose functions are to control water loss, protect the body against friction, and it does play an important role in maintaining the temperature of the body, due to the action of sweat glands and blood capillaries. Among the organs affected by burns, the skin is often the most affected. The skin healing process is divided into three phases, which are the inflammatory, proliferative and remodeling phases. Burns are traumatic injuries, caused by external agents, by direct or indirect action of heat. According to the Brazilian Society of Burns, in Brazil there are one million cases of burns per year, 200,000 are treated in the emergency services, and 40,000 require hospitalization. Treatment with low intensity LASER is a non-invasive method, indicated to stimulate tissue repair, reduce the inflammatory process, improve peripheral microcirculation, promote analgesia and to stimulate wound healing. **OBJECTIVE:** To evaluate the benefits of low intensity LASER in the treatment of burns. **METHODS:** This study is a review. A search was carried out in the literature of books and in the databases, LILACS, SciELO, and PubMed from the years of 2010 to 2021 using the terminologies registered in the health science descriptors (DeCS) and Medical subject headings (Mesh). Utilizing the terminologies from the English language Burns, LASER, wound healing and analgesia, together with the Boolean operator AND and OR. **RESULTS:** The results showed that low-intensity laser therapy had significant effects on wound healing. The microcirculatory function plays an important role in the tissue repair process, allowing the arrival of defense cells in the affected area. The modulation of blood flow is one of the feats associated with low-intensity LASER therapy, which is associated with beneficial results in tissue repair as well as in obtaining the analgesic effect. **CONCLUSION:** It is possible to observe that low intensity LASER can promote an increased tissue regeneration in the repair process and a faster and more organized healing in the treatment of burns.



**Keywords:** Burns. LASER. Analgesia. Wound healing

## Lista de siglas

| | |
|---|---|
| LASER | *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* |
| LILACS | Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde |
| PubMed | National Library of Medicine |
| SciELO | Scientific Eletronic Library Online |
| Mesh | Medical subject headings |
| DECS | Descritores em ciências da saúde |

Sumário

1. INTRODUÇÃO ..... 11

1.1 Queimaduras ..... 14

1.2 FISIOTERAPIA DERMATO FUNCIONAL EM CICATRIZAÇÃO ..... 21

1.3 LASER ..... 23

2. OBJETIVOS ..... 28

2.1 Objetivo geral ..... 28

3. METODOLOGIA ..... 29

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 30

5. CONCLUSÃO ..... 36

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS ..... 37

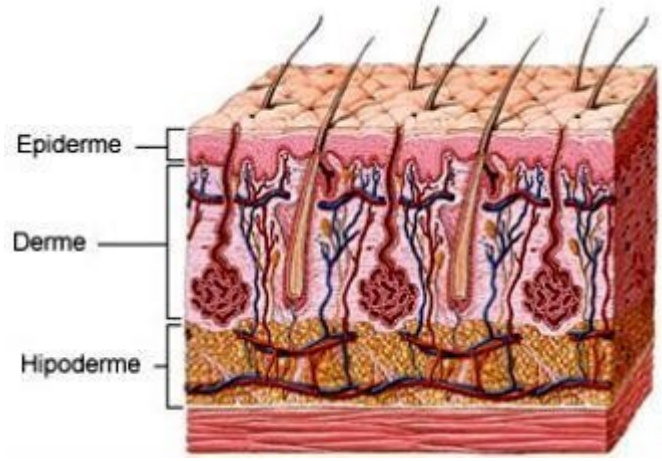
## 1. INTRODUÇÃO

A PELE:

A pele é considerada o maior órgão do corpo humano, é a parte do organismo que resguarda a superfície corporal, cuja as funções são controlar a perda de agua, proteger o corpo contra atritos, e desempenha um papel importante na manutenção da temperatura do corpo, devido a ação das glândulas sudoríparas e dos capilares sanguíneos. Entre os órgãos atingidos pelas queimaduras, a pele é frequentemente a mais afetada[1].

A pele é dividida em três partes: epiderme, derme e hipoderme. A epiderme é o revestimento externo, cuja função é a proteção a danos externos, proteção dos raios ultravioletas e perda de agua. A derme é a segunda camada da pele é constituída por tecido conjuntivo, vasos sanguíneos, linfáticos e nervos. A hipoderme é a camada mais profunda tem a função de manter a temperatura do corpo, é formada por células de gordura[2] (Figura 1).

Figura 1 camadas da pele.




**Fonte:** https://www.todamateria.com.br/camadas-da-pele/ [Acesso dia 10/9/2021]

- A pele desempenha as seguintes funções:

- Proteção: A queratina, protege a pele contra o atrito e contra a perda de água por evaporação. O pigmento melanina protege a pele contra a ação lesiva dos raios ultravioleta as células de Langerhans presentes na epiderme e outras

células de defesa presentes na derme protegem a pele contra a invasão de microrganismos;

- Termorregulação: A pele apresenta importante função na regulação da temperatura corpórea através da sua extensa rede vascular das suas glândulas sudoríparas e do tecido adiposo;

- Excreção: As glândulas sudoríparas eliminam vários produtos tóxicos do metabolismo celular, como ureia, amônia e ácido úrico;

- Sensorial: Através das células de Merkel e das terminações nervosas livres presentes na epiderme e também de vários tipos de terminações nervosas sensitivas presentes na derme, a pele recebe informações do meio ambiente e as envia para o sistema nervoso central;

- Metabólica: síntese de vitamina D, essencial para a absorção do cálcio nos ossos [3].

CICATRIZAÇAO DA PELE

O processo de cicatrização é dividido em três fases que são fase inflamatória, proliferativa e remodelamento. A cicatrização ocorrerá toda vez que a perda de tecido for além da derme e inicia-se com a fase inflamatória. A fase inflamatória é a preparação da ferida para a cicatrização[4].

A Inflamação tem início em 3 a 5 dias. Há uma agregação das plaquetas e depósito de fibrina, formando um coagulo sobre a lesão. A fibrina forma uma rede como treliça onde as células podem subir e se infiltrar na área que esta cicatrizando. Os neutrófilos, linfócitos e macrófagos migram sobre a rede de fibrina com o objetivo de remoção de tecidos desvitalizados a inflamação é uma etapa fundamental ao processo de cura. Os sinais da inflamação são:

- Calor: ocorre a dilatação com aumento do fluxo sanguíneo na área lesada, gerando o aumento da temperatura.

- Rubor: vermelhidão, aumento do fluxo sanguíneo que gera hiperemia.
- Edema: Ocorre devido concentração de agentes inflamatórios na área, provocando aumento de volume.

- Dor: É causada pela liberação de fatores químicos irritantes como a bradicinina, histamina e prostaglandina[2].

A fase proliferativa é a segunda fase da cicatrização com duração de 6 dias a 3 semanas nessa fase, algumas horas após a lesão, tem início a angiogenese com a formação de capilares que migram entre os tecidos para se encontrar com outros capilares. A vascularização é refeita, favorecendo o fluxo de nutrientes de forma continua para a cicatrização da lesão e formação do tecido de granulação. Nessa fase os macrófagos e monócitos são ativados, os fibroblastos proliferam produzindo colágeno extracelular[5].

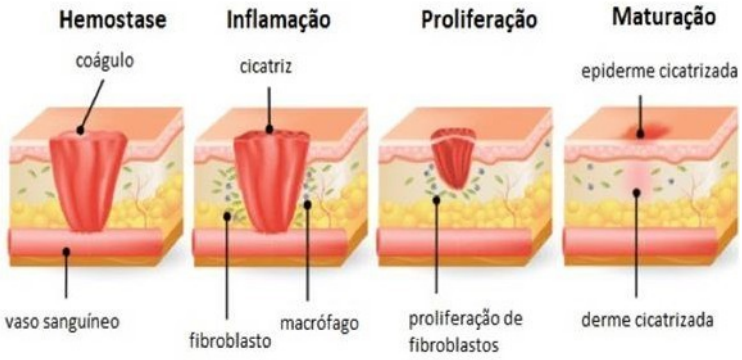
Na fase proliferativa acontece o desenvolvimento do tecido de granulação que é composto de capilares novos, matriz extracelular e colágeno que são sintetizados pelas células endoteliais, fibroblastos e queratinocitos para que haja reepitelizaçao, o crescimento do epitélio nas bordas da ferida com aspectos avermelhados na cicatriz. A fase de maturação ou remodelamento é a terceira fase da cicatrização, tem início por volta da terceira semana após o ferimento e se estende por até dois anos, dependendo do grau, extensão e local da lesão[6].

A fase de maturação ou remodelamento é caracterizada pela deposição organizada de colágeno. Durante o período de remodelamento, o tecido de granulação termina de ser formado para que inicie a maturação da ferida, ocorrendo um aumento na resistência da ferida, sem aumento na quantidade de colágeno, devido ao remodelamento das fibras da proteína. O colágeno tipo III produzido inicialmente, que é mais fino e orientado paralelamente a pele, é substituído por um colágeno mais espesso direcionado ao longo das linhas de tensão, aumentando a força tênsil da lesão. Ligações são formadas entre os feixes de colágeno, com aumento das ligações transversas e melhor alinhamento dos feixes ao longo das linhas de tensão[7].

A neo-vascularização é fundamental e, de forma mútua, a matriz de colágeno é um estímulo da angiogênese. Uma boa cicatrização depende do equilíbrio da quebra da matriz antiga através de colagenoses liberadas por macrófagos, leucócitos e maior deposição da nova matriz. Após atingir a estabilidade entre produção e destruição, que demora cerca de quatro semanas, começa a fase de maturação do colágeno, que dura de meses a anos. Os fibroblastos na periferia da ferida são diferenciados em miofibroblastos, proteínas contráteis que puxam as bordas, permitindo a contração das margens e fechamento da lesão[4].

Após a resolução do reparo, essas células sofrem apoptose, se essas células não forem destruídas, vai haver maior síntese de matriz e contração da lesão, que pode resultar em queloide, cicatriz hipertrófica. A fase aguda da cicatrização da ferida chega ao seu fim, com cessação da neoangiogênese, redução do fluxo sanguíneo, atividade celular e bioquímica, O resultado é o fechamento completo da ferida, com restauração não completa da força mecânica e formação da cicatriz. Finalmente, há a repigmentação, quando os melanócitos começam a proliferar, e isso ajuda a restaurar a cor normal da pele danificada, fechando o ciclo de cicatrização[6](Figura 2).

Figura 2: Fases da cicatrização




**Fonte**:https://profissaobiotec.com.br/curativos-bioativos-aliando-biotecnologia-ao-tratamento-de-feridas/picture1-73/? utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=picture1-73 [acesso dia 22/05/2021]

### 1.1 Queimaduras

As queimaduras são lesões traumáticas, provocadas por agentes externos, por uma ação direta ou indireta do calor. Segundo a Sociedade Brasileira de Queimaduras, no Brasil acontecem um milhão de casos de queimaduras a cada ano, 200 mil são atendidos em serviços de emergência, e 40 mil demandam hospitalização. As queimaduras estão entre as principais causas externas de morte registradas no Brasil, perdendo apenas para outras causas violentas, que incluem acidentes de transporte e homicídios, as principais possíveis causas de queimaduras são térmicas, químicas, elétricas e radioativas[8].

As queimaduras térmicas são provocadas por fatores de calor como o fogo, superfícies quentes, líquidos ferventes, vapores, excesso de exposição ao sol, ou ao frio intenso, as queimaduras químicas são provocadas por substancias químicas em

contato com a pele, ou até mesmo através das roupas, as queimaduras por eletricidade são provocadas por descargas elétricas, as queimaduras radioativas são causadas por exposição prolongada ao sol[9].

Fisíopatologicamente a queimadura compromete a integridade funcional da pele, responsável pela homeostase hidroeletrolítica, controle da temperatura interna, flexibilidade e lubrificação da superfície corporal. O comprometimento dessas funções depende da extensão e profundidade da queimadura, o trauma térmico provoca no organismo uma resposta local, traduzida por necrose de coagulação tecidual e progressiva trombose dos vasos adjacentes num período de 12 a 48 horas[10].

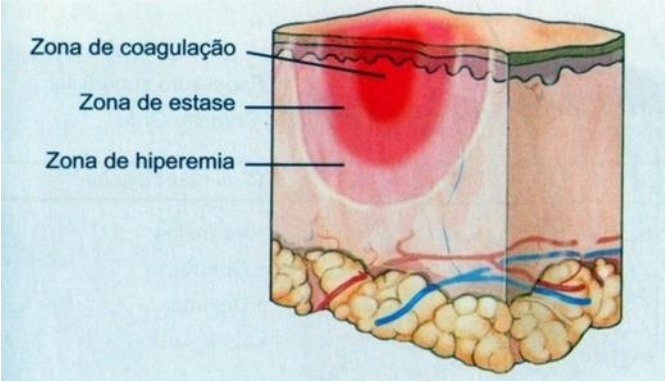
A ferida da queimadura a princípio é estéril, porém o tecido necrótico rapidamente se torna colonizado por bactérias endógenas e exógenas, produtoras de proteases, que levam à liquefação e separação da escara, dando lugar ao tecido de granulação responsável pela cicatrização da ferida, que se caracteriza por alta capacidade de retração e fibrose nas queimaduras de terceiro grau[11].

Nas grandes queimaduras, além da resposta local, o dano térmico desencadeia ainda uma reação sistêmica do organismo, em consequência da liberação de mediadores pelo tecido lesado. Ocorre extenso dano à integridade capilar, com perda acelerada de fluidos, seja pela evaporação através da ferida ou pela sequestração nos interstícios, que é agravada por subprodutos da colonização bacteriana[12].

A queimadura apresenta 3 zonas de lesão tecidual (Figura 3).

- Zona de coagulação: parte central onde ocorreu destruição de lesão máxima, sem reparo tecidual, zona necrótica.
- Zona de estase: as células foram lesionadas, mas pode ser reversível, depende da ressuscitação adequada. Não utilizar gelo, o gelo faz vasoconstrição, diminui o fluxo sanguíneo levando a zona de coagulação.
- Zona de hiperemia: lesão celular mínima, com aumento do fluxo sanguíneo devido a reação inflamatória iniciada pela queimadura[11].

Figura 3: Zonas de lesão tecidual.




**Fonte:**https://docplayer.com.br/22140297-Aula-02-cuidados-de-enfermagem-em-curativos-e-coberturas-especiais.html. [Acesso dia 22/05/2021]

As queimaduras são classificadas de acordo com a extensão da superfície corpórea queimada e a profundidade.

Queimadura de 1º grau: queimaduras superficiais que envolvem apenas a epiderme, camada superficial da pele. Os sintomas são dor, edema, vermelhidão local, são lesões secas que não produz bolhas, podem descamar e não deixam sequela, melhoram geralmente entre 3 e 6 dias[13] (Figura 4 A).

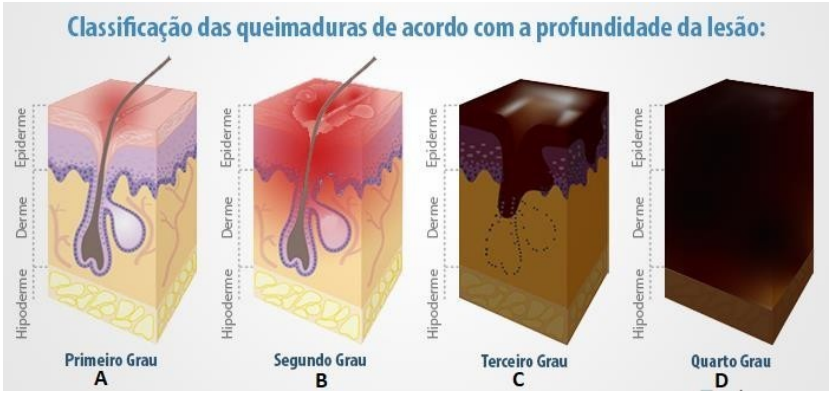
Queimaduras de 2º grau superficial: são queimaduras que envolvem a epiderme, os sintomas são dor intensa, vermelhidão, bolhas e aparência úmida da lesão a melhora pode levar até 3 semanas e não deixam cicatrizes. Queimaduras de 2º grau profunda: são queimaduras profundas e muito dolorosas, acomete a epiderme, e derme segunda camada da pele, há risco de afetar as terminações nervosas das glândulas sudoríparas e folículos capilares, causando a perca dos pelos e pele seca, a cicatrização é maior que 3 semanas, esse tipo de lesão costuma deixar cicatrizes[9](Figura 4 B).

Queimaduras de 3º grau: São queimaduras que acometem a epiderme, derme, hipoderme camada mais profunda da pele, ocorre a destruição das terminações nervosas folículos pilosos, glândulas sudoríparas e capilares sanguíneos. São lesões esbranquiçadas ou acinzentadas secas, indolor e deformantes que não curam sem apoio cirúrgico, necessitando de enxertos de pele[10] (Figura 4 C).

Queimaduras de 4º grau: são queimaduras graves que acomete a epiderme, derme, hipoderme, músculos, ossos, e até órgãos internos. Caracterizada pela carbonização dos tecidos e necrose, sendo necessário intervenção cirúrgica para

enxerto de pele. Esse grau de queimadura pode levar o indivíduo a óbito[1] (Figura 4 D).

Figura 4: Classificação das queimaduras de acordo com a profundidade da lesão




**Fonte:** https://multisaude.com.br/artigos/queimaduras/ [acesso dia 24/05/20121]

Quanto à extensão:

A extensão de uma queimadura é representada em percentagem da área corporal queimada.

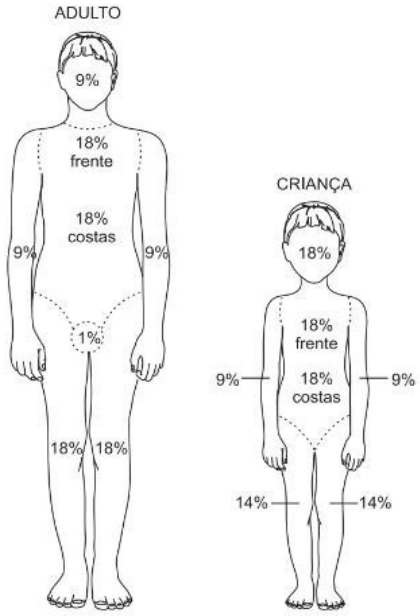
- Leves ou pequeno queimado atingem menos de 10% da superfície corporal
- Médias ou médio queimado atingem de 10% a 20% da superfície corporal
- Graves ou grande queimado atingem mais de 20% da área corporal[9].

REGRA DOS 9

A regra dos nove (Figura 5) é atribuída, a cada segmento corporal, o valor nove ou múltiplo dele. Sendo:

- Cabeça 9%
- Tronco frente 18%
- Tronco costas 18%
- Membros superiores 9% cada
- Membros inferiores 18% cada
- Genitais 1%[9].

Figura 5: Extensão da queimadura – cálculo da área corporal.




**Fonte:** Quilici, Timerman, Suporte Básico de Vida. Primeiro Atendimento na Emergência para Profissionais da Saúde. 1º Edição. São Paulo. Manole, 2011. [Acesso dia 24/05/2021]

O tratamento será de acordo com o grau da lesão, logo após o acidente, lave o local afetado com água fria e corrente, permanecendo nessa posição por alguns minutos para diminuir a temperatura do local. Na sequência, avalie a lesão, e classifique a queimadura[9].

Queimaduras de 1º e 2º grau superficial:

O tratamento consiste apenas em manter a pele e o organismo hidratados, lavar o local da lesão, Se a dor for incômoda, Faça compressas frias no local. Isso irá diminuir a dor e o edema, poderá também fazer uso de um analgésico, Não necessitam de atendimento médico, nesse grau de queimadura o tecido se regenera, geralmente cicatrizam entre 5 e 7 dias[9].

Queimadura de 3º e 4º grau:

Nesses casos, o tratamento ambulatorial consiste na avaliação, tratamento das lesões, e na reabilitação do paciente. O tratamento se inicia com a limpeza e desbridamento das bolhas, e tecidos desvitalizados, Para evitar infecções. Realizar a cobertura da lesão com curativo adequado cujo objetivo é minimizar a dor, colonização de bactérias e fungos, manter a posição funcional dos membros, diminuir perdas de

calor e líquidos. Por meio de cirurgia, remove a camada de pele afetada substituindo-a por enxertos de pele retirada de outras partes do corpo[14].

Os primeiros cuidados com o paciente queimado deve ser verificar as vias aéreas para identificar possível inalação de fumaça, observar se houve lesões muitas vezes mais graves, como traumas neurológicos, ortopédicos e viscerais, sempre que atingir face e pescoço são consideradas queimaduras graves, porque podem comprometer a permeabilidade das vias respiratórias. Nos casos de queimaduras elétricas pode haver o risco de parada cardiorrespiratória, devido a arritmias cardíacas, avaliar o agente causal, profundidade, extensão, localização da queimadura, idade, se há doenças pré existentes. Feito a avaliação do paciente deve se remover roupas e objetos, colocar um cobertor sobre o paciente para manter a temperatura corporal, se a roupa estiver aderida a lesão, só deve ser removida após analgesia[15].

O grande queimado apresenta resposta inflamatória sistêmica, e perda hídrica pela pele queimada, a vasodilatação e a hipovolemia levam a hipotensão e má perfusão sendo necessário a hidratação desse paciente que é feita pela Formula de Parkland que é muito utilizada é da seguinte forma 2 ml x % da superfície corporal queimada x peso do paciente, o recomendado para adultos é o Ringer de Lactato o valor total será dividido por 2, os 50% são fornecido nas primeiras 8 horas considerando a hora que ocorreu a queimadura, os outros 50% nas 16 horas seguintes, para queimaduras de 1º grau na utiliza o cálculo, manter o debito urinário entre 30 a 70ml/h, a reanimação hídrica é necessária para evitar quadro de choque hipovolêmico pela grande perca de plasma que o paciente teve, é essencial para manter o volume circulatório, a perfusão renal e tecidual[16].

Analgesia:

- Para adultos:
  Dipirona de 500mg a 1 grama em injeção endovenosa (EV) ou Morfina 1ml ou 10mg diluído em 9ml de solução fisiológica a 0,9%, considerando-se que cada 1ml é igual a 1mg, administre de 0,5 a 1mg para cada 10 hg de peso.
- Para crianças:
  Dipirona de 15 a 25mg/kg em EV, ou Morfina 10mg diluída em 9ml de SF a 0,9%, administre de 0,5 a 1mg para cada 10kg de peso[17].

PROCEDIMENTOS

Para promover a resfriamento da lesão água deve ser em temperatura ambiente entre 12-18ºC. Os benefícios desse procedimento são alivio da dor, diminuição da formação de edemas, redução de infecções, cicatrização mais rápida. Os cuidados com as lesões deve ser de acordo com o agente etiológico causador[18].

- Componente químico: irrigação com solução fisiológica 0,9% em temperatura ambiente, por 10 a 20 minutos, fazer cobertura estéreis com componentes não aderentes a lesão.
- Componente químico pó: deve ser feito a escovação desse produto químico.
- Agente causador elétrico: verificar entrada e saída da eletricidade no corpo do paciente para identificar danos aos órgãos internos, o tratamento deve ser feito de acordo com a gravidade[19].

Desbridamento Cirúrgico: Indicado praticamente em todos os casos de queimaduras de segundo e terceiro graus. Deve ser realizado no centro cirúrgico, sob anestesia. O procedimento envolve a retirada mecânica de todo o tecido necrótico epiderme/derme, além da remoção de secreções e de contaminantes, como restos de roupa, tem o objetivo de se obter a limpeza da ferida queimada, ferida desbridada deve ser protegida por um curativo aberto ou fechado, quando se usa um agente antibacteriano ou desbridante de ação tópica[20].

Os medicamentos tópicos mais comumente utilizados são os cremes de sulfadiazina de prata, a sulfadiazina de zinco, salicilato de sódio, enzimas colagenases, nitrato de cério e acetato de mafenida. Outras opções, mais recentes, são curativos que em sua composição apresentam a prata Elemental, com ação antibacteriana prolongada, ou antissépticos. O curativo aberto é realizado aplicando-se este medicamento diretamente na lesão, o que deve ser repetido em intervalos regulares, dependendo do medicamento tópico. No curativo fechado, após a aplicação do medicamento tópico, a área da ferida é coberta por um curativo, geralmente gaze de malha fina, algodão ortopédico e atadura de crepom[21].

Excisão: É indicada nas lesões de terceiro grau ou queimaduras de segundo grau profundo que evoluíram para terceiro grau, ou com infecção. O objetivo é remover o tecido queimado, até que se atinja tecido viável, permitindo que aquela área seja enxertada, obtendo a cura ou fechamento das lesões das queimaduras. É geralmente realizada em etapas de 10% a 15% da área corporal, iniciando-se 48-72h após a

queimadura, após o controle agudo do paciente realizada no centro cirúrgico, sob anestesia[22].

Enxerto: O enxerto de pele é realizado para se obter o fechamento da ferida de terceiro grau. Pode ser realizado imediatamente após a excisão, ou mais tardiamente, em feridas que evoluíram com tecido de granulação. No caso de feridas excisadas, o enxerto de pele é aplicado diretamente no leito obtido por meio da excisão[19].

Critérios de transferência de pacientes para unidades de tratamento de queimaduras:

- Queimaduras de 2° grau em áreas maiores do que 20 % da superfície corporal queimada em adultos.
- Queimaduras de 2° grau maiores do que 10% da superfície corporal queimada em crianças.
- Queimaduras de 3° grau em qualquer extensão.
- Lesões na face, nos olhos, no períneo, nas mãos, nos pés e em grandes articulações.
- Queimadura elétrica.
- Queimadura química.
- Lesão inalatória ou lesão circunferencial de tórax ou de membros[23].

## 1.2 FISIOTERAPIA DERMATOFUNCIONAL EM CICATRIZAÇÃO

O tratamento do trauma térmico, elétrico, químico ou radioativo pode durar muitos anos. A participação do fisioterapeuta dermatofuncional também é essencial no pré e pós-operatório de cirurgias reparadoras, quanto mais cedo a fisioterapia for iniciada, melhores devem ser os resultados e a recuperação do paciente[24].

A atuação do fisioterapeuta na equipe multidisciplinar é fundamental para a reabilitação do paciente, visto que sequelas deixadas pelo trauma da queimadura, e da cirurgia de enxerto como o edema, aderência do enxerto aos tecidos vizinhos, contratura do tecido cicatricial, amplitude de movimento diminuída, podem retardar o processo de reparação tecidual, quanto a qualidade de vida do paciente[25].

Após a alta hospitalar, o paciente necessita de acompanhamento ambulatorial, nesse período, os objetivos são traçar um plano de condutas para tratar e evitar cicatrizes hipertróficas, tratar e evitar limitações funcionais, mobilizar tecidos moles, aumentar ADM, orientar exercícios e alongamentos domiciliares, orientar e adaptar o uso de vestes compressivas, tratar as sequelas de cicatrizes hipertróficas com massoterapia, utilizando manobras de deslizamento, rolamento, amassamento, liberando aderências e melhorando o aspecto macroscópico da área, através da formação de cicatrizes mais elásticas e uniforme[26].

Fisioterapia tem como principal recurso para o tratamento de pacientes acometidos por essas lesões, Após a cicatrização, o paciente pode ficar com dificuldades de movimentação, impedindo, inclusive, a função orgânica do membro, o acompanhamento do fisioterapeuta ajuda a retomar a movimentação da área afetada de maneira que as sequelas não afetem a execução das atividades diárias. Para isso, existem técnicas que amenizam cicatrizes com foco em devolver a função motora do membro[27].

Compressão: Será imprescindível uma vez que acelera a maturação da cicatriz e minimiza a formação de cicatriz hipertrófica, a pressão exercerá controle sobre a formação de cicatriz hipertrófica por afinamento da derme, alteração da estrutura bioquímica do tecido cicatricial, diminuição do fluxo sanguíneo e reorganização dos feixes de colágeno para a cicatriz e diminuição do conteúdo de água no tecido. As malhas compressivas proporcionam cicatrizes planas e uniformes, pois reorganizam as fibras do tecido em recuperação por meio de vestes compressivas com pressão em torno de 20 a 25 mmHg. Quanto mais cedo o tecido cicatricial é exposto à pressão, melhor o resultado[28].

Bandagem elástica autoaderente: pode ser usada para as mãos e os dedos dos pés. Essa bandagem adere apenas nela mesma e pode ser posta sobre o curativo antes das feridas terem cicatrizado e ajuda a minimizar o edema e controlar a formação de cicatrizes[29].

Massagem: tem papel fundamental na reabilitação do paciente queimado, tem a finalidade de melhorar a aparência cicatricial e liberar aderências, tornando-o mais elástico e uniforme. As modalidades de massagem utilizadas nas cicatrizes hipertróficas são a massagem clássica para melhorar a circulação e facilitar a penetração de agentes lubrificantes, drenagem linfática para atenuar edemas e linfedemas. Algumas técnicas de massoterapia que podem ser utilizadas nas

cicatrizes como as vibrações, pressões que devem ser acompanhadas de fricção para mobilizar a cicatriz nos planos profundos estiramentos que combatem a capacidade de retração das fibras de colágeno, amassamento que modifica a espessura do tecido, melhora a fibrose e suprime as aderências, pinçamento que atua sobre a fibrose[30].

Eletroterapia: é definida com terapia de corrente elétrica de baixa intensidade, a fim de estimular diferentes sistemas orgânicos. Esse recurso é importante no tratamento das cicatrizes e feridas dentre suas diversas modalidades, pode-se evidenciar a aplicação da corrente alternada, pois é importante para tratar aderências de tendões ao tecido cicatricial[25].

Ultrassom: tratamento mediante vibrações mecânicas com uma frequência superior a 20.000 Hz, sendo que as frequências utilizadas no ultrassom terapêutico oscilam entre 0,7 e 3 MHz. No tratamento de cicatrizes hipertróficas preconiza-se o uso do modo contínuo por aumentar a mobilidade da cicatriz madura, aumentar sua extensibilidade colágena onde o tecido cicatricial pode ser suavizado e assim mobilizado de forma eficaz, o que se torna um tratamento indispensável nas cicatrizes hipertróficas pós-queimadura[31].

O procedimento minimiza o endurecimento tecidual. Quando o ultrassom é aplicado com potências de 1 a 3 W/cm2 durante 5 a 8 minutos é eficaz no tratamento das cicatrizes hipertróficas porque aumenta a mobilidade de cicatrizes maduras.

### 1.3 LASER

A palavra LASER é, uma sigla para *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation,* em português significa Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação, a luz LASER possuem características únicas, que nenhuma outra luz possui. O LASER pode ser classificado em LASER de alta potência ou cirúrgicos, com efeitos térmicos apresentando propriedades de corte, vaporização e hemostasia, e LASER de baixa potência ou terapêuticos, apresentando propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e de bioestimulação[32] (Figura 6).

Figura 6: Aparelho Laser

**Fonte:** https://ibramed.com.br/site/equipamentos/laserpulse/ [acesso dia 26/05/2021]

LASERTERAPIA DE BAIXA INTENSIDADE:

O LASER, possui o meio ativo de substâncias sólidas, líquidas e gasosas, esse meio ativo sofre excitação com a energia externa, fazendo com que a energia se transforme em fótons e seja estimulada com crescimento em progressão geométricas refletidas por espelhos[31].

A luz emitida pelo LASER é monocromática, apenas uma cor é emitida, é colimada os fótons estão dispostos paralelamente, é uma luz que não se dispersa, possui ondas coerentes e sincronizadas na mesma direção[33].

Os tipos de LASERs mais utilizados são Hélio-Neônio (HeNe) e Arseneto de Gálio (AsGa). Hélio e neônio é indicado para lesões superficiais em até 0,8 cm de profundidade, o comprimento da onda é de 630 a 670nm, pulso continuo, cor vermelha. Arseneto de gálio é indicado para lesões profundas, atingindo aproximadamente 1,8 cm de profundidade, o comprimento da onda é de 780 e 904,4nm, o modo é pulsado, a luz emitida é o infra vermelho, luz não visível[32].

Os principais cromóforos da pele são a água, a melanina e a hemoglobina. Os efeitos são induzidos pelo processo de fotobioestimulação, assim a área tratada tende à homeostase, ou seja, ao estado de normalização celular[34].

O feixe de luz é direcionado ao tecido-alvo, e após a sua absorção pelos cromóforos, que são conjuntos de átomos de uma molécula responsável por refletir a cor, são gerados os efeitos primários, secundários e terapêuticos[35].

BENEFICIOS DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE NA QUEIMADURA

Os efeitos do LASER de baixa intensidade estão relacionados com a quantidade de energia absorvida, a qual promove a fotobiomodulação celular, podem

promover a bioestimulação ou a bioinibição. Doses mais altas irradiadas nos tecidos acima de 8 J/cm2 promovem efeitos inibitórios e devem ser evitadas para uso terapêutico. Enquanto doses mais baixas entre 1 e 8 J/cm2, quantidade de energia depositada por área medida estimulam a atividade celular[34].

Os efeitos primários do LASER são bioquímicos, bioelétricos, e bioenergéticos. Efeitos bioquímicos: estimulação e liberação de substancias como a histamina, bradicinina e serotonina. Interfere nas reações enzimáticas normais, aumentando o estimulo na produção de ATP, levando o aumento da mitose, diminui a produção de prostaglandina efeito anti-inflamatório, produção de glicerina e prolina que estimulam o colágeno e favorece a cicatrização, efeito fibrinolítico de quebrar a fibrina evitando a má qualidade da cicatrização no tecido[36].

Efeitos bioelétricos a potencialização da bomba de sódio e potássio, que favorece a manutenção do potencial de membrana equilibrando a atividade funcional celular. Efeito bioenergéticos Proporciona uma energia suficiente para estimular a normalização do equilíbrio de tecidos e células recuperando o trofismo[37].

Os efeitos secundários do LASER são na microcirculação e trofismo. Na microcirculação o laser proporciona uma paralisação dos esfíncteres pré-capilares devido a ação da histamina, que favorece no aumento da circulação. Os efeitos no trofismo é o aumento da produção de ATP, que favorece o aumento da mitose, e a cicatrização dos tecidos[38].

A radiação emitida pelos LASERS de baixa potência tem demonstrado efeitos analgésicos, anti-inflamatórios e cicatrizantes bastante no processo de reparo tecidual, em virtude das baixas densidades de energia usadas e comprimentos de onda capazes de penetrar nos tecidos[39].

Os efeitos terapêuticos da radiação do LASER de baixa intensidade sobre os tecidos são decorrentes da absorção da energia luminosa e sua transformação em energia química, promovendo efeitos biológicos[40].

- Efeito analgésico: o LASER promove a remoção das substâncias relacionada a dor.

- Efeito anti-inflamatório: inibe a produção das prostaglandinas favorecendo o aumento do pH da região.

- Efeito antiedematoso: favorece na melhora da microcirculação capilar linfática.
- Efeito cicatrizante: aumento da mitose favorecendo na redução de cicatrizes hipertróficas, reduzindo a altura da cicatriz, o eritema e a elasticidade do tecido[37].

O LASER de baixa intensidade é indicado quando se tem o objetivo de estimular o reparo tecidual, diminuir processo inflamatório, melhorar microcirculação periférica e promover analgesia. LASER de baixa intensidade é um método não invasivo, indolor com efeito da analgesia local, redução de edema, ação anti-inflamatória e estimulação da cicatrização de feridas de difícil evolução[41].

Os efeitos da radiação LASER sobre os tecidos dependem da absorção de sua energia e da transformação desta em determinados processos biológicos. Tanto o comprimento de ondas da radiação como as características óticas do tecido, é parte dos fenômenos que regem a absorção, pois o efeito sobre a estrutura viva depende principalmente da quantidade de energia depositada e do tempo em que foi absorvida[42].

A função micro circulatória desempenha importante papel no processo de reparação tecidual, permitindo a chegada de células de defesa na área afetada. A modulação do fluxo sanguíneo encontra-se como um dos feitos associados a terapia LASER de baixa intensidade, sendo este associado a resultados benéficos na reparação tecidual bem como na obtenção do efeito analgésico[43].

A ação primária da aplicação do LASER para controle do edema e da inflamação ocorre por meio da interrupção da formação de substratos intermediários necessários para a produção de mediadores químicos inflamatórios[44].

As quininas, histaminas e prostaglandinas. Sem esses mediadores químicos, a interrupção do estado homeostático corporal é minimizada e a extensão da dor e do edema é reduzida. A energia do LASER otimiza a permeabilidade da membrana celular, que regula as pressões osmóticas hidrostáticas intersticiais. Portanto, durante o trauma do tecido, o fluxo de fluido para os espaços intercelulares é reduzido[36].

APLICAÇAO DO LASER

Técnica de gradeamento é o método utilizado com mais frequência e deve ser empregada sempre que possível, a área de tratamento é dividida em uma grade de centímetros quadrados, com cada centímetro quadrado estimulado por tempo

especifico, não se deve desenhar linhas e pontos na pele do paciente, pois isso pode absorver parte da energia da luz, se for necessário tratar áreas abertas, uma toalha de plástico clara e esterilizada poderá ser colocada sobre o ferimento para permitir o contato com a superfície[34].

Outra alternativa é a técnica de rastreamento na qual não há contato entre a ponta do LASER e a pele, a ponta do aplicador deve ser mantida entre 5 e 10 mm do ferimento[45].

A dose ou densidade de energia do LASER é relatada como Joules por centímetro quadrado (J/cm2). Um Joule é igual a 1 W/s, a dose depende de 1 debito do LASER em mw, tempo de exposição em segundos e área da superfície do feixe de laser em cm2. A dose deve ser calculada precisamente para que sejam padronizados tratamentos e estabelecidas diretrizes de tratamento para lesões especificas[46].

CONTRA INDICAÇÕES DO LASER

- Região ocular, por promover lesões irreversíveis na retina.
- Região periocular em pessoas com glaucoma.
- Gestantes sobre o útero grávido.
- Irradiação na glândula tireoide, principalmente em casos de hipertireoidismo.
- Sobre as gônadas.
- Tecidos tumorais pelos efeitos fotobioestimulantes.
- Pessoas em tratamento dos medicamentos à base de tetraciclina, fenotiazinas e griseofulvina, que são medicamentos fotossensibilizantes, pelo risco de se desenvolverem fotodermatites.
- Em casos de hemorragia pela vasodilatação induzida pelo laser, o que pode contribuir para o agravamento do quadro.
- Após a aplicação de substâncias inflamáveis ou voláteis.
- Epilepsia.
- Pacientes com carcinoma ativo ou sob suspeita, irradiação direta sobre o útero em gestação, áreas de hemorragias e dificuldades cognitivas[47].

# 2. OBJETIVOS

## 2.1 Objetivo geral

Avaliar os benefícios do LASER de baixa potência no tratamento de queimaduras.

## 2.2 Objetivo específico

Verificar os benefícios do LASER de baixa potência na dor, na cicatrização tecidual, regeneração tecidual e no processo inflamatório.

## 3. METODOLOGIA

Este estudo foi realizado através de uma revisão bibliográfica. A coleta de dados foi realizada entre os meses de fevereiro a setembro de 2021 Realizou-se uma busca na literatura de livros e nas bases de dados, LILACS (Base de dados da literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde), SciELO (Scientific Eletronic Library Online), PubMed (mantido pela National Library of Medicine) nos anos de 2010 a 2021.

A busca nos bancos de dados foi realizada de acordo com as terminologias registradas nos Descritores em Ciência da Saúde (DeCS), Medical subject headings (Mesh), pela biblioteca virtual em saúde que permite o uso da terminologia comum em português, inglês e espanhol. Foi utilizado as terminologias na língua inglesa Burns, LASER, wound healing e analgesia, intercalados por meio do operador booleano AND e OR.

Critérios de inclusão:

- Publicações dos últimos 11 anos sendo eles: ensaios clínicos, relatos de caso e revisão de literatura.
- Artigos que apresentavam maiores coerências relacionados ao tema em discussão benefícios do LASER de baixa potência no tratamento de queimaduras térmicas.
- Artigos entre ambos os sexos mulheres e homens.

Critérios de exclusão:

- Artigos publicados antes do ano de 2010.
- Artigos que não fossem relacionados ao tema.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Resumo dos estudos que aplicaram Laser para o tratamento de queimaduras.

| Titulo | Autor/Ano | Objetivo | Metodologia | Resultado |
|---|---|---|---|---|
| Efeito do LASER de baixa intensidade na cicatrização de queimaduras de 3º grau em ratos. | Moraes et.al. 2011 | Verificar o efeito do laser de baixa potência AlGaInP com diferentes dosagens energéticas na cicatrização de queimaduras de 3° grau em ratos Wistar. | Realizou-se um estudo experimental e prospectivo utilizando-se 36 ratos Wistar, fornecidos pelo Biotério da Universidade Federal de Goiás (UFG) | A aplicação do laser AlGaInP na dose de 3 J/cm² foi mais eficaz nas fases iniciais da cicatrização enquanto que na dose de 6 J/cm² foi melhor na fase mais tardia da lesão, uma vez que, na dose de 3J/cm² foi observado menor área de necrose e na dose de 6 J/cm² favoreceu a produção de colágeno aos 7 dias e maior reepitelização aos 21 dias. |
| O laser fracionado não ablativo fornece melhora em longo prazo de cicatrizes de queimaduras maduras - um ensaio clínico randomizado e controlado com avaliação histológica. | Taudorf et.al. 2015 | Avaliar o resultado clínico e histológico a longo prazo do laser fracionado de Erbium: Glass de 1.540 nm, visando componentes superficiais e profundos de cicatrizes de queimaduras maduras. | Áreas de cicatrizes lado a lado foram randomizadas para controle não tratado ou três tratamentos a laser fracionados não ablativos mensais usando peças de mão superficiais e extra-profundas. O acompanhamento dos pacientes foi de 1, 3 e 6 meses. | A aparência da cicatriz melhorou com os tratamentos a laser (P <0,001 vs. não tratado) e a histologia em 6 meses melhorou a remodelação do colágeno. |
| Os efeitos da terapia a laser de baixa intensidade em queimaduras de terceiro grau infectadas por Staphylococcus aureus em ratos diabéticos. | Reza et.al. 2016 | Verificar os efeitos do laser de baixo nível em queimaduras de terceiro grau. | Trinta ratos diabéticos foram divididos em dois grupos: o grupo controle e o grupo LBI. Queimaduras de terceiro grau foram induzidas com uma haste de metal aquecida e, a seguir, foram contaminadas com S. aureus. As feridas do grupo LLL foram irradiadas com LLL (685nm) diariamente por cinco dias consecutivos, iniciando três dias após | Redução em áreas da ferida nos grupos de controlo e LLL foram significativamente diferentes somente na 21 r dia (p <0,05). O número médio de bactérias no grupo LLL foi significativamente menor (p <0,05) do que no grupo controle.O número de macrófagos, novos vasos sanguíneos, fibroblastos e deposição elevada de colágeno no grupo LLL aumentou |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | a indução. A área da ferida foi medida 3, 5, 8, 14 e 21 dias após a queimadura. No final do ensaio, as amostras de pele foram colhidas. | significativamente em comparação com o grupo controle (p <0,05). A resistência média à ruptura das cicatrizes no grupo controle foi significativamente menor (p <0,05) do que no grupo MIE. |
| Intervenção precoce com laser fracionado não ablativo para melhorar a cicatriz cutânea - Um ensaio clínico randomizado e controlado sobre o impacto do tempo de intervenção e dos níveis de fluência. | Karmisholt et.al. 2017 | Investigar o efeito clínico do laser fracionário não ablativo realizado em três momentos iniciais em uma faixa de níveis de fluência versus cicatrizes de controle. | Um ensaio randomizado, controlado, intra-individual com NAFL de 1540 nm de vidro de érbio versus nenhum tratamento a laser em dezesseis indivíduos que receberam 10 feridas padronizadas de biópsia por punção de espessura total. Uma única exposição a NAFL foi aplicada a feridas de teste 1 dia antes, imediatamente após ou 2 semanas após o ferimento. Três níveis de fluência forneceram depósitos de energia profundos e superficiais (faixa de 30-70 mJ / micro feixe). O desfecho primário compreendeu o escore total da parte do observador do Paciente-Observador-Scar-Assessment-Scale (POSAS), realizado por avaliação cega no local em 3 meses de acompanhamento. | 2 semanas após o ferimento melhora induzida em comparação com controles não tratados. Nenhuma diferença significativa na discromia foi detectada entre as cicatrizes tratadas e as de controle. A histologia mostrou mudanças sutis em direção a feixes entrelaçados de colágeno mais maduros em cicatrizes tratadas com NAFL em comparação com os controles. |
| Efeito da terapia a laser de baixa intensidade no processo de cicatrização da área doadora em pacientes com úlcera de | Vaghardoost et.al. 2018 | Verificar os efeitos do laser no processo da inflamação e cicatrização de feridas. | 18 doadores foram selecionados e divididos em duas partes aleatoriamente, uma como grupo laser (A) e outra como controle (B) | Os resultados mostraram que a terapia a laser de baixa intensidade teve efeitos significativos na cicatrização de feridas. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| queimadura de grau 3 após cirurgia de enxerto de pele um ensaio clínico randomizado. | | | | |
| Efeito da fotobiomodulação em cicatrizes infantis. | Alsharnoubi et.al. 2018 | Analisar a eficácia da terapia a laser de baixa potência no tecido cicatricial pós-queimadura em crianças | Incluiu 15 crianças, com idades entre 2 e 10 anos, apresentando cicatrizes de queimaduras. Eles receberam laser de diodo e tratamento tópico. Cada cicatriz foi dividida em duas metades. Metade foi tratada com terapia a laser e tratamento tópico (área de estudo), e a outra metade foi tratada apenas com tratamento tópico (área de controle) | Melhoria significativa foi relatada na área estudada em comparação com a área de controle. |
| Tratamentos a laser na cicatrização precoce de feridas melhoram a aparência da cicatriz: um estudo randomizado de feridas divididas com exposições fracionadas a laser não ablativos vs. controles não tratados | Karmisholt et.al. 2018 | Avaliar clinicamente a formação de cicatrizes após três exposições a laser fracionado não-ablativo (NAFL), visando as fases de inflamação, proliferação e remodelação da cicatrização de feridas em pacientes vs. controles não tratados. | Um ensaio clínico randomizado foi realizado usando um desenho de ferida dividida para avaliar metades de feridas excisionais tratadas com NAFL 1540 nm versus nenhum tratamento a laser. | As metades das cicatrizes tratadas com NAFL mostraram melhora em comparação com as metades de controle não tratadas no total de POSAS: tratadas com NAFL, mediana 11, intervalo interquartil (IQR) 9-12 vs. controle, mediana 12, IQR 10 -16; P = 0 • 001. Os subitens POSAS mostraram que as metades tratadas com NAFL eram significativamente menos vermelhas e mais flexíveis e apresentavam um relevo mais suave do que os controles não tratados. |
| Efeitos da laserterapia de baixa intensidade na cicatrização de úlceras nos pés em pessoas com diabetes mellitus. | Brandão et.al.2020 | Identificar os efeitos da laserterapia de baixa intensidade na cicatrização do pé diabético. | Revisão sistemática nas bases de dados PubMed, LILACS, SciELO, CINAHL, Cochrane, Web of Science e Scopus, em que foram identificados 73 artigos, dos quais seis foram incluídos na amostra final, após verificação dos critérios de elegibilidade. | Efeitos da laserterapia a efetividade na progressão do processo de reparo tecidual do pé diabético, alívio da dor, ação anti-inflamatória, aumento da perfusão tecidual da lesão e melhora da resposta vascular e do sistema nervoso. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Um estudo clínico prospectivo randomizado controlado sobre o tratamento de cicatriz hipertrófica após queimadura por laser de dióxido de carbono fracionado combinado com injeção de gordura autóloga | Huang et.al.2021 | Verificar os efeitos clínicos do laser de dióxido de carbono fracionado combinado com injeção de gordura autóloga no tratamento da cicatriz hipertrófica após queimadura. | A amostra foi alocada com 12 pacientes com cicatriz hipertrófica após queimadura. Uma cicatriz foi selecionada de cada paciente e dividida em duas cicatrizes de áreas iguais, no grupo de laser isolado foi tratada apenas com laser de dióxido de carbono fracionado, enquanto a cicatriz no grupo de tratamento combinado foi injetada com gordura granular autóloga e, em seguida, tratada com laser de dióxido de carbono fracionado. As cicatrizes nos dois grupos foram tratadas uma vez a cada 2 meses, no total 3 vezes. | Seis meses após o último tratamento, as pontuações do mVSS de cicatrizes no grupo de tratamento combinado e no grupo apenas com laser foram significativamente menores do que antes do primeiro tratamento (13,5 ± 0,7) e (13,8 ± 0,6) pontos, t = 8,805, 9,010, P <0,01). O número efetivo de tratamento de cicatriz no grupo de tratamento combinado foi significativamente maior do que no grupo de laser sozinho (P<0,05). Não houve agravamento da cicatriz, infecção ou outras reações adversas durante o tratamento das cicatrizes em ambos os grupos. |

As queimaduras são lesões traumáticas de origem térmica, química ou elétrica. O tratamento consiste em minimizar as sequelas que as queimaduras podem acarretar, ainda se discute muito em relação aos efeitos do LASER no processo de cicatrização tecidual. Esse trabalho vem mostrar que o LASER de baixa potência pode ser um grande aliado para o tratamento de queimaduras.

Para Rodrigues et. al os efeitos do LASER de baixa intensidade estão relacionados com a quantidade de energia absorvida, a qual promove a fotobiomodulação celular, podem promover a bioestimulação ou a bioinibição[34].

De acordo com Caetano et. al os efeitos primários do LASER são os efeitos bioquímicos, bioelétricos e bioenergéticos. Os efeitos bioquímicos estimulam e liberam substancias enzimáticas que auxiliam a produção de colágeno favorecendo uma melhor cicatrização e inibindo efeitos inflamatórios[36].

Efeitos bioelétricos agem na manutenção do potencial de membrana equilibrando a atividade funcional celular. Efeitos bioenergéticos Proporciona uma energia suficiente para estimular a normalização do equilíbrio de tecidos e células recuperando o trofismo[37].

Os efeitos secundários do LASER na microcirculação proporciona uma paralisação dos esfíncteres pré-capilares devido a ação da histamina, que favorece no aumento da circulação. Os efeitos no trofismo é o aumento da produção de ATP, que favorece o aumento da mitose, e a cicatrização dos tecidos[38].

De acordo com Moraes et. al (2011) a aplicação do LASER na dose de 3J/cm2 foi eficaz nas fases iniciais da cicatrização, enquanto na dose de 6J/cm2 foi melhor na fase mais tardia da lesão, favorecendo produção de colágeno e reepitelizaçao[45.]

Para Taudorf et. al (2015) o tratamento com o LASER de baixa potência demonstrou melhoras qualitativas na aparência da cicatrização e remodelação do colágeno[46].

Para Reza et. al (2016) o LASER de baixa potência acelera o processo de cicatrização, aumentando significativamente a quantidade de macrófagos, vasos sanguíneos, fibroblastos e deposição elevada de colágeno no em pacientes com queimaduras de 3° grau que foram submetidas a cirurgia de enxerto[47].

Segundo Karmesholt et. al (2017) o tratamento com o LASER nas fases iniciais da queimadura otimiza a cicatrização e melhora a espessura da queimadura. A histologia mostrou mudanças sutis em direção a feixes entrelaçados de colágeno mais maduros nas cicatrizes[48].

Segundo Vaghardoost et. al (2018) o tratamento com o LASER teve efeitos no processo de cicatrização de feridas, que obteve resultados de cicatrizes menos vermelhas e mais flexíveis apresentando um relevo mais suave da cicatriz[49].

De acordo com Alsharnoubi et. al (2018) o tratamento com LASER de baixa potência obtiveram efeitos significativos na cicatrização após queimadura, obteve uma melhor espessura[50].

Nos estudos de Karmisholt et. al (2018) o tratamentos a LASER demonstraram efeitos no processo inflamatório na cicatrização precoce de feridas melhorando a aparência da cicatriz apresentando um relevo mais suave.

Nos estudos de Brandao et. al (2020) o LASER de baixa intensidade estimula o reparo tecidual, minimiza o processo inflamatório, melhora a microcirculação periférica e promove analgesia[39].

Para Huang et. al (2021) o LASER de dióxido de carbono fracionado combinado com injeção de gordura autóloga no tratamento da cicatriz hipertrófica após a queimadura pode reduzir significativamente a dor e os sintomas de coceira da cicatriz e melhorar a espessura, textura e congestão da cicatriz. O tratamento combinado tem efeito sinérgico e menos reações adversas, proporcionando um tratamento mais eficaz para pacientes com cicatriz hipertrófica[53].

## 5. CONCLUSÃO

Nos vários estudos que analisaram as respostas celulares e teciduais referente a estimulação do LASER de baixa potência foram verificados efeitos terapêuticos como analgésico, anti-inflamatório, antiedematoso e cicatrizante. Para a maioria dos estudos o efeito cicatrizante é o que mais se destaca.

A maior produção de ATP proporciona aumento da atividade mitótica e assim tendo o aumento da regeneração tecidual no processo de reparação, é possível observar que o laser de baixa intensidade pode promover um processo cicatricial mais rápido e de melhor qualidade, sendo assim uma preciosa indicação para tratamento de queimados pela sua capacidade de induzir cicatrização rápida e organizada. Assim, comprova-se os benefícios da Laserterapia no tratamento de queimaduras, ressaltando a necessidade da continuação dos estudos para tornar essa prática cada vez mais embasada cientificamente.

## 6. REFERÊNCIAS


1. Karren,KJ; Hafen,BQ; Limmer,D; Mistovich, JJ. Primeiros Socorros Para Estudantes. 10ª Edição. Estados Unidos. Manole, 2013 [acesso 22 de outubro de 2020]

2. Oliveira, IVPM; Dias, RVC. Cicatrização de Feridas: Fases e Fatores de Influência, 2012. [acesso dia 28 de abril de 2021]

3. Bernardo,AFC; Santos, K; SILVA, DP. Pele: Alterações Anatômicas e Fisiológicas do Nascimento a Maturidade. Revista Saúde em Foco. 11ª Edição, 2019. [acesso dia 19 de maio de 2021]

4. Isaac, C; Ladeira, PRS; Rêgo, FMP; Aldunate, JCB; Ferreira, MC. Processo de Cura das Feridas: Cicatrização Fisiológica, 2010. [acesso dia 28 de abril de 2021]

5. Andrade, AG; Lima, CF; Albuquerque, AKB. Efeitos do Laser Terapêutico no Processo de Cicatrização da Queimaduras. Revista Brasileira de Queimaduras, 2010. [acesso dia 21 de abril de 2021]

6. Andrade, MGL; Camelo, CN; CARNEIRO, JA; Terencio, KP. Evidencias de Alterações do Processo de Cicatrização de Queimaduras em Indivíduos Diabéticos. Revista Brasileira de Queimaduras, 2013. [acesso dia 28 de abril de 20121]

7. Laureano, A; Rodrigues, AM. Cicatrização de Feridas, 2011. [acesso dia 28 de abril de 2021]

8. Sanches, PHS; Sanches, JA; Nogueira, MJ; Perondi, NM; Sugai, MH; Justulin, AF; Vantine, GR; Neto, OT. Perfil epidemiológico de crianças atendidas em uma Unidade de Tratamento de Queimados no interior de São Paulo. Revista Brasileira de Queimaduras, 2016. [acesso dia 22 de outubro de 2020]

9. Sousa, LMM. Suporte Básico a Vida. 1ª Edição. São Paulo. Erica, 2014 [acesso dia 21 de março de 2021]

10. Bianchi, MV; Calcagnotto, GN; Cobalchini, GR. Novos Desafios no Atendimento de Urgência. 1º Edição. Caxias do Sul. Roca, 2012. [acesso dia 23 de outubro de 2020]

11. Quilici, AP; Timerman, S. Suporte Básico de Vida. Primeiro Atendimento na Emergência para Profissionais da Saúde. 1º Edição. São Paulo. Manole, 2011. [acesso dia 23 de outubro de 2020]

12. Griggs, C; Goverman, J; Bittner, E; Levi. Sedation and Pain Management in Burn Patients.2017. [acesso dia 25 de outubro de 2020]. Disponivel em: Doi: 10.1016 / j.cps.2017.02.026

13. Moraes, MGV. Atendimento Pré-Hospitalar. Treinamento da Brigada de Emergência do Suporte Básico ao Avançado. 1ª Edição. Érica, 2010. [acesso dia 22 de outubro de 2020]

14. Santos, NCM. Urgência e Emergência do Atendimento Pré-hospitalar a Sala de Emergência. 7º Edição. Erica, 2018. [acesso dia 25 de outubro de 2020]

15. Filho,RF; Nigri,CD; Freitas,GM; Filho,FV. Superfície corporal queimada vs. tempo de internação. Análise dos últimos 15 anos. Revista Brasileira de Queimaduras, 2014. [acesso dia 10 de abril de 2021]

16. Pan, R; Silva, MTR; Fidelis, TLN; Vilela, LS; Monteiro, CAS; Nascimento, LC. Conhecimento de profissionais de saúde acerca do atendimento inicial intra-hospitalar ao paciente vítima de queimaduras, 2018 [acesso dia 11 de abril de 2021]. Disponivel em: Doi: https://doi.org/10.1590/1983-1447.2018.2017-0279.

17. Castro, RJA; Leal, PC; Sakata, RK. Tratamento da Dor em Queimados, 2013 [acesso dia 11 de abril de 2021]. Disponível em: Doi https://doi.org/10.1590/S0034-70942013000100013.

18. Henrique, DM; Silva, LD; Costa, ACR; Rezende, AMB; Santos, JAS; Menezes, MM; Maurer. Controle de Infecção no Centro de Tratamento de Queimados. Revista Brasileira de Queimaduras, 2013. [acesso dia 15 de abril de 2021]

19. Santos, CA; Santos, AA. Assistência de Enfermagem no Atendimento Pré-Hospitalar ao Paciente Queimado. Revista Brasileira de Queimaduras,2017. [acesso dia 15 de abril de 2021]

20. Bruxel, CL; Possamai, LM; Pires, FKS; Silva, JB. Manejo Clinico do Paciente Queimado, 2018. [acesso 19 de abril de 2021]

21. Tavares, WS; Silva, RS. Curativos Utilizados no Tratamento de Queimaduras. Revista Brasileira de Queimaduras, 2015. [acesso dia 19 de abril de 2021]

22. Bolgiani, NA; Serra MCVF. Atualização no Tratamento Local das Queimaduras. Revista Brasileira de Queimaduras, 2010. [acesso dia 19 de abril de 2021

23. Dias, LDF; Oliveira AF; Ferreira LM. Unidade de Tratamento de Queimaduras da Universidade Federal de São Paulo,2015. [acesso dia 19 de abril de 2021]

24. Oliveira, TM; Costa, CB; Boulhosa, FJS; Costa, LRN; Macedo, RC; Silva, PKE; Picanço, PG; Lima, GM. Fisioterapia em Grande Queimado. Revista Brasileira de Queimaduras, 2015 [acesso dia 21 de abril de 2021]

25. Dunpath, T; Chetty, V; Reyden, DVD. Acute burns of the hands – physiotherapy perspective. 2016. [acesso dia 25 de outubro de 2020]. Disponível em: Doi: 10.4314 / ahs.v16i1.35.

26. Mudawarima, T; Chiwaridzo, M; Jelsma, J; Grimmer, K; Muchemwa, FC. A systematic review protocol on the effectiveness of therapeutic exercises utilised by physiotherapists to improve function in patients with burns. 2017. [acesso dia 25 de outubro de 2020]. Disponível em: Doi: 10.1186 / s13643-017-0592-6.

27. Silva, AFR; Oliveira, LP; Vale, MB; Batista, KNM. Analise da Qualidade de Vida de Pacientes Queimados Submetidos ao Tratamento Fisioterapêutico Internados no Centro de Tratamento de Queimados, 2013. [acesso dia 01 de maio de 2021]

28. Coutinho, BBA; Balbuena, MB; Silva, TF; Saad, FT; Almeida, KG; Almeida, PYNG. Uso de Retalhos Microcirúrgicos em Pacientes Queimados, 2012. [acesso dia 01 de maio de 2021]

29. Fonseca, AF; Rafael, CPA; Manoel, LN; Pavanelli, IL; Santos, KA; Junior, PRR; Moreno, BGD; Nascimento, GB. Efeito Agudo da Bandagem Elástica no Tratamento de Cicatrizes de Pacientes com Sintomas Musculoesqueléticos, 2019. [acesso dia 01 de maio de 2021]. Disponível em: Doi: https://doi.org/10.33233/fb.v20i2.2843.

30. Marques, CMG; Dutra, LR; Tibola, J. Avaliação Fisioterapêutica da Cicatrização de Lesões Por Queimaduras, 2015. [acesso dia 10 de maio de 2021]

31. Prestes, RB. O Uso da Fisioterapia Dermato-Funcional em Pacientes Queimados, 2013. [acesso dia 10 de maio de 2021]

32. Hill, P; Owens, P. Milady Laser e Luz. 1º Edição. Cengage Learning,2016. [acesso dia 01 de novembro de 2020]

33. Lins, RDAU; Dantas, EM; Lucena, KCR; Catão, MHCV; Garcia, AFG; Neto, LGC. Efeitos Bioestimulantes do Laser de Baixa Potencia no Processo de Preparo, 2010. [15 de maio de 2021]. Disponível em: Doi: https://doi.org/10.1590/S0365-05962010000600011.

34. Rodrigues, AA; Petri,TC. Eletroterapia Facial e Corporal Avançada. Sagah,2018. [acesso dia 14 de novembro de 2020]

35. Silva, MKO; Gomes, KS; Cardoso, MPC; Liberato, FRC; Barbieri, DGFV. A Utilização do Laser nos Tratamentos Fisioterápicos, 2014. [acesso dia 15 de maio de 2021]

36. Caetano, HRS; Zanuto, EAC. Ação da Laserterapia de Baixa Intensidade Sobre Parâmetros Bioquímicos, 2013. [acesso dia 20 de maio de 2021]

37. Kuehlmann B, Stern-Buchbinder Z, Wan DC, Friedstat JS, Gurtner GC. Beneath the Surface: A Review of Laser Remodeling of Hypertrophic Scars and Burns. Adv Wound Care (New Rochelle). 2019 Apr 1;8(4):168-176. doi: 10.1089/wound.2018.0857. Epub 2019 Apr 3. PMID: 31832273; PMCID: PMC6906753.

38. Klifto KM, Asif M, Hultman CS. Laser management of hypertrophic burn scars: a comprehensive review. Burns Trauma. 2020 Jan 16;8:tkz002. doi: 10.1093/burnst/tkz002. PMID: 32346540; PMCID: PMC7175764.

39. Brandao, MG,SA; Ximenes,MA,M; Ramalho,AO; Veras,VS; Barros, LM; Araujo, TM. Effects of low-level laser therapy on the healing of foot ulcers in people with diabetes mellitus, 2020. [acesso dia 20 de março de 2021]. Disponível em: Doi: https://doi.org/10.30886/estima.v18.844_PT.

40. Prentice, WE. Modalidades Terapêuticas para Fisioterapeutas. 4º Edição. AMGH, 2014. [acesso dia 01 de novembro de 2020]

41. Amjadi A, Mirmiranpor H, Khandani S, Sobhani SO, Shafaee Y. Efeito da irradiação de comprimento de onda do laser intravenoso em interleucinas: IL-1α, IL-1β, IL6 em ratos diabéticos. Laser Ther. 31 de dezembro de 2019; 28 (4): 267-273. doi: 10.5978 / islsm.19-OR-18. PMID: 32255918; PMCID: PMC7087337. [acesso dia 29 de maio de 2021]

42. Pereira, KAOP; Pereira, LP; Bacelar, IA; Wachesk, CC. Laserterapia. Revista Saude em Foco. 10º, 2018. [acesso dia 29 de maio de 2021]

43. Ferreira, AGA. Aplicação do Laser de Baixa Intensidade no Processo de Cicatrização de Ferida Cirúrgica: Padronização dos Parâmetros Dosimétricos, 2016. [acesso dia 30 de maio de 2021]

44. Starkey, C. Recursos Terapêuticos em Fisioterapia. 4º Edição. Manole, 2016. [acesso dia 14 de nobembro de 2020]

45. Moraes JM, Mendonça DEO, Moura VBL, Oliveira MAP, Afonso CL, Júnior RLS. Efeito do laser de baixa intensidade na cicatrização de queimaduras de 3º grau em ratos. 2011. [acesso dia 28/092021]

46. Taudorf EH, Danielsen PL, Paulsen IF, Togsverd-Bo K, Dierickx C, Paasch U, Haedersdal M. Non-ablative fractional laser provides long-term improvement of mature burn scars-a randomized controlled trial with histological assessment. Lasers Surg Med. 2015 Feb;47(2):141-7. doi: 10.1002/lsm.22289. Epub 2014 Aug 22. PMID: 25154734. [acesso 28/092021]

47. Reza R, Takhtfooladi MA. The effects of low level laser therapy on Staphylococcus aureus infected third-degree burns in diabetic rats. 2016. doi.org/10.1590/S0102-865020160040000005 [acesso dia 28/09/2021]

48. Karmisholt KE, Wenande E, Thaysen-Petersen D, Philipsen PA, Paasch U, Haedersdal M. Early intervention with non-ablative fractional laser to improve cutaneous scarring-A randomized controlled trial on the impact of intervention time and fluence levels. Lasers Surg Med. 2018 Jan;50(1):28-36. doi: 10.1002/lsm.22707. Epub 2017 Aug 16. PMID: 28815643. [acesso dia 29/09/2021]

49. Vaghardoost R, Momeni M, Kazemikhoo N, Mokmeli S, Dahmardehei M, Ansari F, Nilforoushzadeh MA, Sabr Joo P, Mey Abadi S, Naderi Gharagheshlagh S, Sassani S. Effect of low-level laser therapy on the healing process of donor site in patients with grade 3 burn ulcer after skin graft surgery (a randomized clinical trial). Lasers Med Sci. 2018 Apr;33(3):603-607. doi: 10.1007/s10103-017-2430- 4. Epub 2018 Jan 24. PMID: 29368069. [acesso dia 28/09/2021]

50. Alsharnoubi J, Mohamed O, Fawzy M. Photobiomodulation effect on children's scars. Lasers Med Sci. 2018 Apr;33(3):497-501. doi: 10.1007/s10103-017-2387-3. Epub 2017 Nov 24. Erratum in: Lasers Med Sci. 2021 Mar;36(2):473. PMID: 29177979. [acesso dia 28/09/2021]

51. Karmisholt KE, Banzhaf CA, Glud M, Yeung K, Paasch U, Nast A, Haedersdal M. Laser treatments in early wound healing improve scar appearance: a randomized split-wound trial with nonablative fractional laser exposures vs. untreated controls. Br J Dermatol. 2018 Dec;179(6):1307-1314. doi: 10.1111/bjd.17076. Epub 2018 Sep 30. PMID: 30101519. [acesso dia 29/09/2021]

52. Huang Z, Chen Y, Wang P, Zheng DW, Zong YL, Lyu GZ. [A prospective randomized controlled clinical study on the treatment of hypertrophic scar after burn by fractional carbon dioxide laser combined with autologous fat injection]. Zhonghua Shao Shang Za Zhi. 2021 Jan 20;37(1):49-56. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.cn501120-20200104-00002. PMID: 33499569. [acesso dia 29/09/2021]