



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE SINOP
CURSO DE FISIOTERAPIA**

**DESIRRE SPECHT DOS SANTOS
IGOR BAUMGRATZ**

**A EFICÁCIA DOS RECURSOS FISIOTERAPÊUTICOS NO
TRATAMENTO DE PROCESSOS CICATRICIAIS INTENSOS**

**SINOP/MT
2021**

**DESIRRE SPECHT DOS SANTOS
IGOR BAUMGRATZ**

**A EFICÁCIA DOS RECURSOS FISIOTERAPÊUTICOS NO
TRATAMENTO DE PROCESSOS CICATRICIAIS INTENSOS**

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado à
Banca Avaliadora do Curso de Fisioterapia -
UNIFASIPE, Faculdade de Sinop, como requisito
final para graduação no curso de Fisioterapia.

Orientador (a) Prof.^a Lilian Garlini

**SINOP/MT
2021**

**DESIRRE SPECHT DOS SANTOS
IGOR BAUMGRATZ**

**A EFICÁCIA DOS RECURSOS FISIOTERAPÊUTICOS NO
TRATAMENTO DE PROCESSOS CICATRICIAIS INTENSOS**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Avaliadora do Curso de Fisioterapia – FASIPE, Faculdade de Sinop como requisito final para graduação no curso de Fisioterapia.

Aprovado em ___/___/_____

LILIAN GARLINI

Professora Orientadora

Departamento de Fisioterapia – UNIFASIPE

Professor (a) Avaliador (a)

Departamento de Fisioterapia – UNIFASIPE

Professor (a) Avaliador (a)

Departamento de Fisioterapia – UNIFASIPE

FABIANO PEDRA CARVALHO

Coordenador do Curso de Fisioterapia

UNIFASIPE – Faculdade de Sinop

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os que me ajudaram ao longo desta caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos sustentar.

DOS SANTOS, Desirre Specht; BAUMGRATZ, Igor. **A Eficácia dos Recursos Fisioterapêuticos no Tratamento de Processos Cicatriciais Intensos**. 2021. 53 p. Monografia de Conclusão de Curso – UNIFASIPE – Centro Universitário de Sinop.

RESUMO

A abordagem fisioterapêutica sobre processos cicatriciais é um assunto amplo e relativamente distante de um consenso, onde a aplicabilidade dos recursos varia de acordo com a fase e tipo de cicatrização que o paciente apresenta. O trabalho destrincha o processo cicatricial fisiologicamente saudável, abordando separadamente cada fase da cicatrização, e pontuando as possíveis alterações encontradas no desenrolar do reparo do tecido. É abordado também as características e variações de processos cicatriciais exagerados e, conseqüentemente, mais intensos que o fisiologicamente normal, pontuando assim como abordar cada alteração da melhor forma possível. É colocado em discussão a aplicabilidade de alguns recursos utilizados para a potencialização, ou para a indução de uma cicatrização saudável e como pode ser possível aplicar recursos popularmente benéficos de maneira errada, acarretando empecilhos para o desenrolar do processo cicatricial. E, por último, é discutido a capacidade profissional da leitura do processo cicatricial, para obter o discernimento de qual recurso utilizar e qual o tempo correto de intervir no andamento fisiológico do reparo tecidual.

Palavras-chave: Cicatrização. Derme. Fisioterapia. Tratamento.

DOS SANTOS, Desirre Specht; BAUMGRATZ, Igor. **The Effectiveness of Physiotherapeutic Resources in the Treatment of Intense Scarring Processes.** 2021. 53 pages. Course Conclusion Monograph – UNIFASIPE - University Center of Sinop.

ABSTRACT

The physical therapy approach on healing processes is a broad subject and relatively far from a consensus, where the applicability of resources varies according to the phase and type of healing that the patient presents. The work unravels the physiologically healthy healing process, separately addressing each phase of healing, and pointing out the possible changes found in the unfolding of tissue repair. It also addresses the characteristics and variations of exaggerated healing processes and, consequently, more intense than physiologically normal, thus scoring how to address each change in the best possible way. The applicability of some resources used to enhance or induce healthy healing is discussed, as well as how it may be possible to apply popularly beneficial resources in the wrong way, resulting in obstacles to the healing process. And, finally, the professional capacity of reading the healing process is discussed, in order to discern which resource to use and the correct time to intervene in the physiological progress of tissue repair.

Key-words: Dermis. Healing. Physiotherapy. Treatment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem ilustrativa da Epiderme	13
Figura 2: Imagem ilustrativa da Derme.....	15
Figura 3: Imagem ilustrativa das três fases do processo de cicatrização.....	17
Figura 4: Exemplificação gráfica da concentração relativa no decorrer dos dias do processo de cicatrização de feridas.	21
Figura 5: Fibrose abdominal após abdominoplastia.....	25
Figura 6: Cicatrizes queloidianas.	27
Figura 7: Aparelho de Ultrassom Terapêutico.	34
Figura 8: Exemplo de atadura elástica.....	36
Figura 9: Aparelho de compressão induzida por insuflação.....	37
Figura 10: Estrutura dos vasos linfáticos.....	40
Figura 11: Resultados práticos da Drenagem Linfática.....	41
Figura 12: Recurso terapêutico manual.....	43
Figura 13: Bolsa de gelo.....	45
Figura 14: Aplicação da Laserterapia.....	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Justificativa	10
1.2 Problematização	10
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo Geral	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 Procedimentos metodológicos	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Histofisiologia e anatomia do sistema tegumentar	12
2.2. Processo De Cicatrização	16
2.2.1 Fase Inflamatória	17
2.2.2 Fase Proliferativa.....	19
2.2.3 Fase de Remodelação	20
2.3 Variações de cicatrizes	22
2.3.1 Cicatrização deficiente	23
2.3.2 Cicatrização exagerada.....	23
2.4 Intervenção fisioterapêutica	29
2.4.1 Ultrassom.....	30
2.4.2 Terapia Compressiva	34
2.4.3 Drenagem Linfática	37
2.4.4 Técnicas Manuais	41
2.4.5 Crioterapia	43
2.4.6 Laserterapia	46
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

A cicatrização é um processo complexo e natural do corpo, que tem como objetivo restaurar a funcionalidade do local lesionado e devolver o equilíbrio para o corpo. A potencialização no reparo tecidual é um tema abordado por diversas áreas da saúde, buscando resultados melhores no menor espaço de tempo possível, facilitando intervenções cirúrgicas de modo geral (VIEIRA, 2012).

A intervenção plástica é um recurso cirúrgico adotado para alterar fisicamente o corpo, buscando atingir padrões impostos pela sociedade sobre a definição de beleza. Com inúmeros resultados a favor, o tratamento fisioterapêutico pré e pós cirúrgico interfere significativamente nos resultados estéticos e funcionais obtidos (DE MACEDO, 2010).

Esse avanço nos estudos, na melhora da cicatrização, pode ser consequência de diversos fatores, como a pressão imposta pela sociedade e seus padrões de beleza, ou também pela recuperação mais rápida possível de atletas de alto rendimento, visto que é o excesso da valorização social que instiga avanços tão significativos (ARANTES, 2018).

É importante destacar a utilização de cada recurso em seu devido tempo, respeitando o processo cicatricial e suas respectivas fases, reconhecidas por seus sinais e sintomas, já que as fases do reparo tecidual não são marcadas por pontos específicos, e sim um processo contínuo que sobrepõem as suas fases, sendo importante respeitar e passar por cada uma delas (PRENTICE, 2014).

Avanços no conhecimento estrutural e fisiológico do sistema tegumentar proporcionam uma aplicabilidade mais assertiva dos recursos fisioterapêuticos, já que a pele, o maior órgão do corpo humano, desempenha funções tão importantes como proteção mecânica, proteção contra raios UV, termorregulação, função imunológica, sensibilidade e percepção (ARANTES, 2018).

Segundo Garbuio (2018), o processo de reconstituição dos tecidos define a cicatrização. Esse processo é marcado por três fases sequenciais, conhecidas por: inflamatória, proliferativa e de remodelamento, onde cada fase apresenta características marcantes e extremamente relevantes para uma cicatrização saudável, que leva do momento da lesão até anos após o ato lesivo, dependendo do grau da lesão.

Resumidamente, na primeira fase do processo cicatricial (Inflamatória) ocorre três pontos marcantes, que é a hemostasia, a migração de leucócitos para o local lesado e início da cascata de reparo tecidual. Na segunda fase (Proliferativa) nota-se também três pontos

marcantes, que é a fibroplasia, a angiogênese e a reepitelização. Já a terceira fase (Remodelamento) é marcada por dois principais pontos, o aumento da resistência do tecido regenerado e a reorganização das fibras de colágeno (GARBUIO, 2018).

1.1 Justificativa

A fisioterapia, de modo geral, tem como objetivo devolver a funcionalidade da estrutura lesada, melhorando a qualidade do movimento e proporcionando melhor qualidade de vida ao paciente. A intervenção cirúrgica é uma agressão significativa para o corpo, que, se não for bem tratada, pode gerar sérias complicações. A utilização errada dos recursos fisioterapêuticos pode levar a agravos dessas complicações ou até mesmo no surgimento de outras complicações indesejadas.

A escolha do tema abordado foi também pelo interesse de destrinchar a aplicabilidade dos recursos fisioterapêuticos e como aplicá-los de modo assertivo, tendo resultados positivos em pós-operatórios.

1.2 Problematização

A falta de conhecimento dos profissionais é um problema que atormenta quase (se não todas) as profissões. Olhando para a fisioterapia, é de suma importância o conhecimento dos recursos utilizados e, até mais importante que isso, a realização de uma avaliação correta, para saber se os recursos fisioterapêuticos utilizados resultarão em efeitos positivos ou negativos naquele exato momento do processo cicatricial.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar os recursos fisioterapêuticos mais eficazes no tratamento de cicatrizes resultantes do pós-operatório de cirurgias plásticas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Compreender o funcionamento do sistema tegumentar;
- Conceituar o processo de cicatrização da pele;
- Descrever os tipos de cicatrizes;
- Detalhar os principais recursos fisioterapêuticos utilizados nas fases do processo cicatricial.

1.4 Procedimentos metodológicos

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo, realizado através de dados científicos por meio de plataformas digitais e bancos de dados como Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Google Scholar, Scientific Electronic Library Online (Scielo). Para o levantamento de dados foram selecionados artigos de língua portuguesa e inglesa, publicados entre os anos de 2010 e 2021, a partir da combinação das seguintes palavras-chaves: Cicatrização; Reparo Tecidual; Pele; Sistema Tegumentar; Fibrose; Queloide.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histofisiologia e anatomia do sistema tegumentar

A pele é um órgão complexo do corpo humano, formado pela união de células com diferentes especialidades. Sua espessura varia de 0,5 mm a 5 mm, variando pela área ocupada do tecido, sendo em regiões mais sensíveis menos espessas e em regiões com maior atrito mais espessas, agindo como proteção para o corpo (VENUS, 2013).

Responsável pelo revestimento, o maior órgão do corpo humano, pertencente ao sistema tegumentar, tem enorme importância para dar condições de vida a inúmeros animais. A pele atua como a primeira barreira protetora do corpo, isolando o meio interno do meio externo (GOMES, 2015).

Harris (2016) defende que a pele é composta por duas camadas principais, tendo a camada mais superficial, conhecida por epiderme, que é principalmente protetora, enquanto a camada subjacente, conhecida por derme, é composta por diferentes tecidos, com funções variadas. A porção mais funcional da pele é a derme, onde nela estão localizados microsensores responsáveis pelo tato; glândulas sudoríparas e vasos sanguíneos, que contribuem também para a regulação da temperatura corporal. Entre as duas camadas, encontra-se uma estrutura conhecida por tela subcutânea, auxiliando diretamente no controle da temperatura corpórea.

Tendo como função primária a barreira protetora do indivíduo, já que isola as estruturas internas do ambiente externo, a pele é o órgão do sistema tegumentar, atuando como invólucro de revestimento, sendo essencial para o corpo humano. A pele também atua significativamente no sistema imunológico, visto que apresenta estruturas responsáveis por defender o sistema geral após o ato lesivo, eliminando o que conseguir de corpos estranhos (FILHO, 2016).

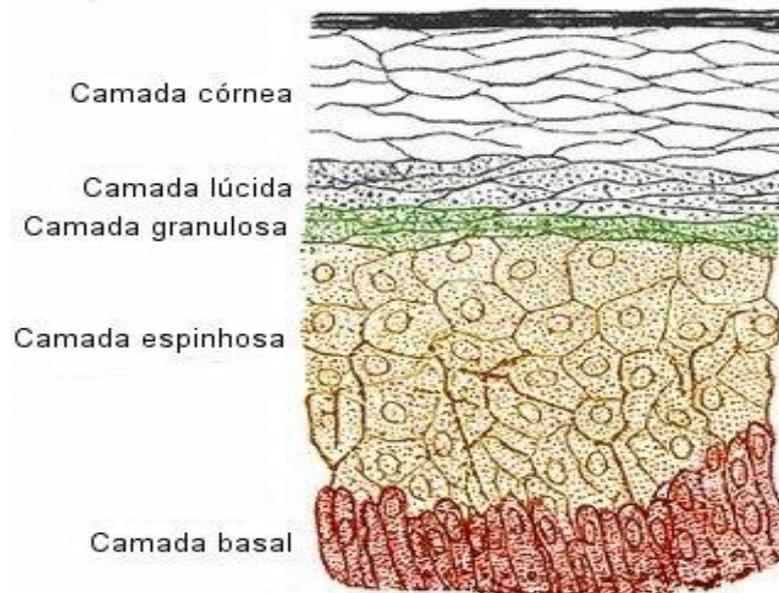
Parker (2017) defende que a pele é formada por apenas duas camadas, sendo a Epiderme a camada mais externa, formada por células achatadas e densas, que recebem os atritos vindos do meio externo, além de auxiliar na termorregulação. E a Derme, como a camada mais interna e funcional, formada por vários tipos de células e responsável tanto pela sustentação como por diversas outras funções fisiológicas.

A epiderme é a camada mais externa da pele tendo como principais funções a proteção mecânica e a termorregulação. Ela é formada por quatro tipos de células estruturais, conhecidas por Célula Basal (que se multiplica continuamente), Célula Espinhosa (multifacetada, que se

une firmemente às suas vizinhas), Célula Granular (que contém grânulos de proteína queratina) e Célula da Camada Superficial (célula morta achatada, totalmente preenchida por queratina) (ISAAC, 2010).

Além dessas quatro diferenciações de células a camada da epiderme é constituída pela Camada Basal, responsável por renovar toda a epiderme devido a sua rápida divisão celular; pelos Capilares, que são minúsculos vasos sanguíneos que fornecem aos tecidos oxigênio e nutrientes, e recolhem produtos de excreção; Papila Dérmica, superfície da derme que é formada por células mortas e achatadas e, por fim, as Hastes de Pelos, que é a parte do pelo que se projeta acima da superfície da pele (VENUS, 2013).

Figura 1: Imagem ilustrativa da Epiderme



Fonte: Bernardo (2019)

Olhando para a derme, nota-se a parte mais funcional do tecido epitelial. Formado por vasos sanguíneos, glândulas e terminações nervosas, desempenha funções fisiológicas importantes para o sistema tegumentar. A Derme abriga o Ducto Sudoríparo, que conduz o suor até a superfície da pele, Glândulas Sebáceas, que produz sebo, protege o pelo e lubrifica a pele; Folículo Piloso, que é uma bolsa da Epiderme que abriga a raiz do pelo; Bolbo Piloso que é a parte inferior do pelo, onde ocorre o crescimento; Músculo Eretor do Pelo, responsável por eriçar o pelo quando o corpo está frio; Sensor de Tato, que são terminações nervosas especializadas por captar informações externas e conduzir ao sistema nervoso central (GOMES, 2015).

Isaac (2010) explica em seu trabalho um pouco mais da anatomia da derme, localizada um pouco mais profunda em relação a epiderme, é formada por diferentes tecidos, entre eles, tecido conjuntivo denso irregular, rica em fibras de colágeno e elastina. Entre suas variadas funções, é responsável também por promover sustentação da primeira camada (epiderme) e é também a parte mais funcional do sistema tegumentar, sendo a região deste sistema com maior número de funções fisiológicas e, conseqüentemente a região deste sistema com maiores alterações patológicas.

Composta por tecido denso irregular, a segunda camada da pele, ou camada intermediária, é chamada de Derme. Localiza-se entre a Epiderme e a Hipoderme, é uma camada cutânea constituída abundantemente por fibras de elastina e colágeno. É uma camada multifuncional, responsável tanto pela sustentação da epiderme como por outras ações fisiológicas do Sistema Epitelial (BERNARDO, 2019).

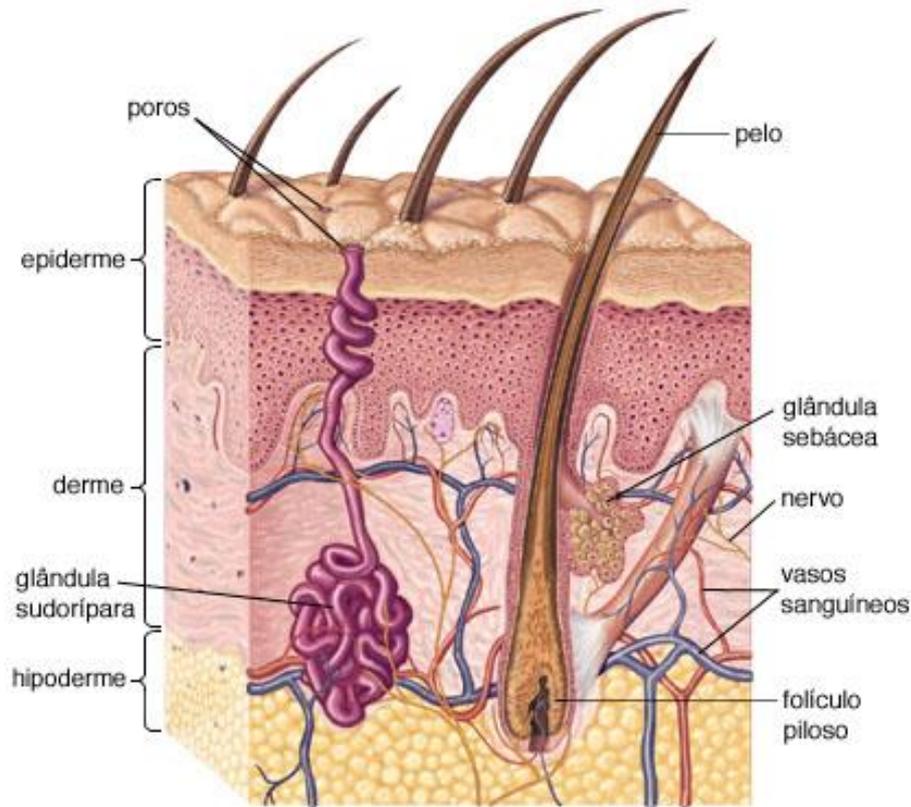
Segundo Bernardo (2019), a Derme divide-se em três camadas diferentes: Superficial ou Papilar, porção esta que mantém contato direto com a Epiderme, é composta por tecido conjuntivo frouxo, rico em fibras colágenas mais espessas, onduladas e em disposição horizontal, possui pequenos vasos linfáticos e sanguíneos, terminações nervosas, colágeno e elastina, Corpúsculo de Meissner, tendo como função principal favorecer nutrientes.

A segunda região da Derme é a Profunda ou Reticular, que desempenha a função de fornecer oxigênio e nutrientes para a pele. É formada por tecido conjuntivo denso não modelado, com fibras de colágeno mais espessas em disposições horizontais, formado por colágeno, elastina, terminações nervosas, vasos linfáticos e sanguíneos, glândulas e base dos Folículos Pilosos (MIKESH, 2013).

E, por fim, a terceira região que é a Adventicial, constituída por folículos Pilo sebáceos, glândulas e vasos, é abundantemente encontrado feixes finos de colágeno, e aleatoriamente, estão dispersos na Derme também glândulas sebáceas e sudoríparas, pelos e unhas (VENUS, 2013).

Por apresentar função de captar informações no meio externo para o interno, a Derme apresenta cinco tipos de sensores diferentes principais: Terminações Nervosas Livres, sensoras de temperatura, toque leve, pressão e dor; Corpúsculo Meissner, localizados principalmente nas palmas das mãos, nas plantas dos pés, lábios, pálpebras, órgãos genitais externos e mamilos, respondem assim a pressão leve; Disco de Merkel, localizados especialmente nas áreas de pelos, respondendo assim ao toque levíssimo e a pressão leve; Corpúsculo de Ruffini, que respondem ao toques e pressões contínuas; Corpúsculo de Pacini, que reage a pressões mais fortes e sustentadas (HARRIS, 2016).

Figura 2: Imagem ilustrativa da Derme.



Fonte: Bernardo (2019).

A última camada é a Hipoderme, ou Camada subcutânea, tem funções de armazenamento de substâncias utilizadas como fonte de energia, proteção física com a absorção de impactos e auxilia na composição da manta térmica. É constituída principalmente de adipócitos, considerada também um órgão endócrino independente (ISAAC, 2010).

No decorrer da vida, a pele passa por várias transformações, começando por sua formação embrionária, que ocorre na formação de três folhas germinativas, sendo elas: Ectoderma, Mesoderma e o Endoderma, onde cada folheto se multiplica e se transforma, dando origem aos órgãos e sistemas do corpo humano (MIKESH, 2013).

A constituição da pele humana e seus anexos são resultados das transformações do Ectoderma e do mesoderma. De acordo com Bernado (2019) o Ectoderma curva-se, formando um tubo neuronal, e a porção externa desenvolve-se dando origem a camada Epiderme e aos anexos cutâneos da pele. Já a porção interna desenvolve-se dando origem a parte interna do tubo, camada essa nomeada neuroectoderma, que origina os nervos, receptores sensoriais =, sistema nervoso periférico e o sistema nervoso central. A pele e o sistema nervoso são formados de células extremamente próximas, o que explica a ligação íntima e direta entre os dois sistemas (Epitelial e Nervoso) (BERNARDO, 2019).

2.2. Processo De Cicatrização

O processo de cicatrização pode ser definido como a reconstituição do tecido cutâneo, tendo como objetivo devolver ao tecido a estrutura e função que desempenhava antes do ato lesivo. Esse processo é dividido em 3 fases: Inflamatória, Proliferativa e de Remodelação, que ocorrem nessa sequência, de forma coordenada, e devem ser respeitadas para uma cicatrização saudável (LAUREANO, 2011).

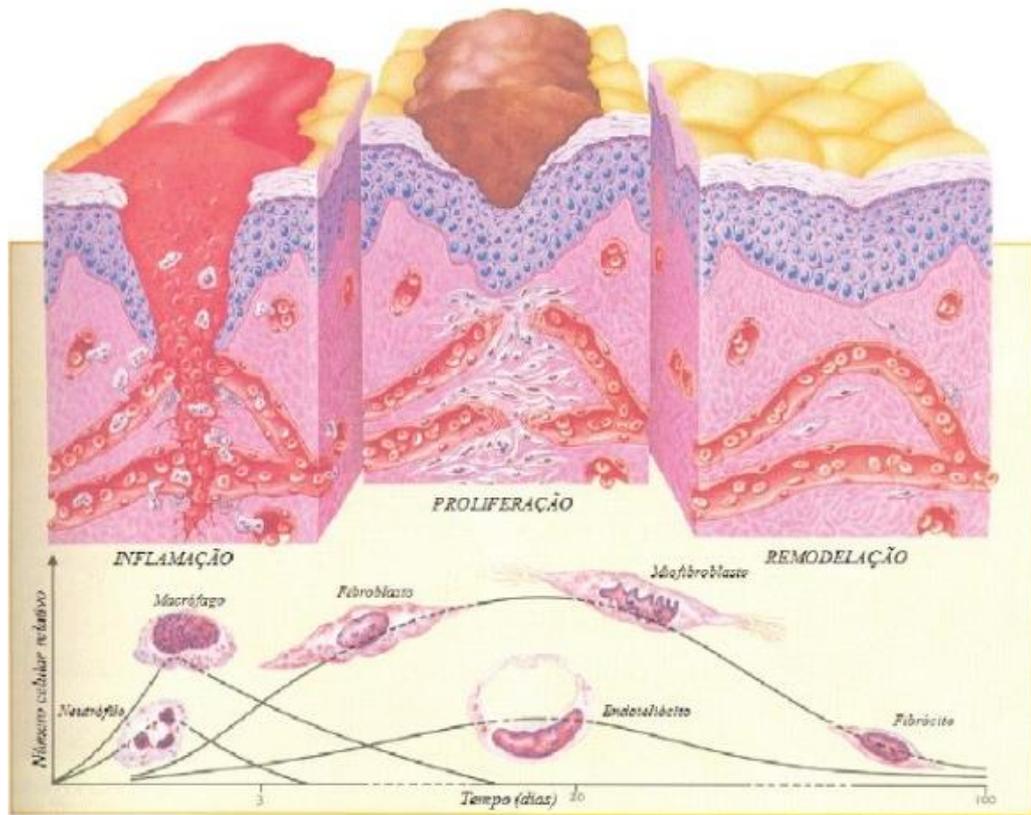
A cicatrização de feridas ocorre em três fases, sendo elas Fase Inflamação, Fase de Formação de Tecido de Granulação e Fase de Remodelação. Qualquer modificação em uma das fases pode resultar em cicatriz patológica, assim como cicatriz hipertrófica e queiloide (KAREN, 2020).

Mesmo a formação de cicatriz ser um processo fisiológico e natural do corpo humano, durante o processo pode ocorrer alterações que desencadeiam outros problemas fisiológicos, sejam eles funcionais ou estéticos, acarretando alteração da qualidade de vida do sujeito (FERNANDES, 2014).

Em outras palavras, pode-se definir ligeiramente o processo cicatricial como a substituição do tecido lesado por tecido conjuntivo vascularizado, seja uma lesão traumática ou necrótica. Esse processo fisiológico, no primeiro momento após a lesão, busca a hemostasia do tecido. E, para que se possa interferir positivamente, se faz necessário o conhecimento amplo sobre tal processo, auxiliando na leitura correta da lesão e detectando qual é a fase que se encontra o processo, estimulando corretamente que ele ocorra (PRISTO, 2012).

A substituição do tecido lesado com um novo tecido conjuntivo vascularizado caracteriza o processo cicatricial, seja a lesão oriunda de um trauma ou por morte celular gradual. Nos dois casos, respeita-se o desenrolar do processo cicatricial, iniciando pela fase inflamatória, responsável pela etapa vascular e celular. Posteriormente, a fase proliferativa, onde forma-se o tecido de granulação. E, por último, a fase de remodelação, com a ativação das fibras de colágeno (FILHO, 2016).

Figura 3: Imagem ilustrativa das três fases do processo de cicatrização.



Fonte: Isaac (2010).

2.2.1 Fase Inflamatória

O marco inicial para o processo de cicatrização é o ato lesivo, apresentando suas características típicas de uma inflamação, que tem seus sinais marcantes dentro de 24 a 48 horas, podendo persistir até 2 semanas. Com isso o colágeno da Matriz Extracelular (MEC) fica exposto, assim permitindo que ocorra ativação das plaquetas, a sua, adesão, junção e secreção de inúmeros mediadores facilitadores da coagulação, buscando a hemostase do local lesado (LAUREANO, 2011).

Nessa primeira fase, representada pela resposta inicial de defesa do local lesionado, mesmo se o padrão não for uniforme, as durações em intensidades da reação, são determinadas tanto pela capacidade racional do organismo quanto pela gravidade da lesão. (VIEIRA, 2012).

A fase inflamatória induz a agressão das plaquetas, que resulta no processo de coagulação do sangue e, por tanto, na formação de um molde de fibrina que ocupa o espaço aberto da ferida. No caso de procedimentos cirúrgicos, o mecanismo lesivo é o trauma mecânico resultante do instrumento cirúrgico. Sendo assim, a inflamação serve para neutralizar e eliminar o agente agressor, desencadeando uma sequência de eventos sincronizados que resultarão no reparo do tecido (VIEIRA, 2012).

A primeira fase é dividida em 2 principais etapas: etapa vascular e etapa celular, que ocorrem simultaneamente dentro da fase Inflamatória do processo cicatricial, estruturando todo o processo de reparo do tecido cutâneo (TIVERON, 2018)

O evento inicial quando ocorre uma ferida é um tampão de plaquetas que reduz o extravasamento do sangue para fora dos vasos, e começam os sinais de citocinas. Durante este evento inicia-se a cascata de coagulação e promovendo amplificação e seleção de células para a retirada de tecido desvitalizado. (MEDEIROS, 2016).

Olhando para etapa vascular, o principal objetivo é restaurar a hemostasia do local lesado e desempenhar o processo de coagulação. Como já falado anteriormente, as plaquetas são as primeiras células a atuar no local lesado, ativando macrófagos, induzindo a ativação de células responsáveis na coagulação e iniciando o processo de construção de novos vasos, que terá uma intensificação na fase Proliferativa, com a angiogênese (LAUREANO, 2011).

A resolução da lesão começa com a hemostasia através da vasoconstrição e formação de coágulo, levando à cessar o sangramento. A hemostasia é obtida através da ativação das plaquetas e da cascata de coagulação (GAUGLITZ, 2011).

Olhando agora para a etapa celular, nota-se um aumento significativo dos Neutrófilos, célula esta responsável por eliminar os corpos estranhos, como sujeiras, bactérias entre outros intrusos. Após a limpeza, ocorre um aumento significativo de Macrófagos, que coordenará as ações das outras células, para que efetuem suas ações no tempo certo. São os Macrófagos também que promovem a quebra das células que não são mais relevantes no local (TIVERON, 2018).

Os Neutrófilos atuam principalmente na defesa do corpo contra agentes agressores, como bactérias e tecidos mortos decorrente do ato lesivo. Os Neutrófilos atuam na liberação de várias enzimas responsáveis por repartir e fagocitar os corpos indesejados presentes no local lesado. Além da protease, os Neutrófilos produzem radicais livres reativos de oxigênio, que combinadas com o cloro, auxiliam a ferida a ficar menos vulneráveis a bactérias. Então, são imprescindíveis para um reparo tecidual saudável (MEDEIROS, 2016).

Os Macrófagos são considerados as células reguladoras mais importantes da fase Inflamatória, e é através do aumento significativo dessa célula que é notado um processo transitório da fase Inflamatória para a fase Proliferativa, já que os Macrófagos contribuem significativamente na produção do tecido de granulação e na angiogênese (LAUREANO, 2011).

Os macrófagos, também, como os neutrófilos, eliminam corpos estranhos presentes no local lesado através do processo de fagocitose dessas estruturas e da secreção de proteases

específicas. Além dessa função, os macrófagos são responsáveis pela liberação de inúmeras citocinas e fatores de crescimento, apoiam a ativação e recrutamento celular, são responsáveis pela síntese de Matriz Extracelular, pela angiogênese, e a remodelação do tecido (MEDEIROS, 2016).

Além das funções já citadas, os macrófagos ainda estimulam a formação de fibroblastos, a síntese do colágeno pelos fibroblastos e a neoformação de vasos sanguíneos no tecido lesado. Sendo assim, os macrófagos se tornam indispensáveis para uma cicatrização adequada e saudável, já que são responsáveis por tantas tarefas. E, diferente dos neutrófilos, os macrófagos permanecem dentro do tecido lesado até o final do processo cicatricial completo (GAUGLITZ, 2011).

2.2.2 Fase Proliferativa

A fase proliferativa apresenta traços marcantes de reconstrução tecidual. É nesta fase cicatricial que ocorre a produção de uma nova barreira permeável (reepitelização), a formação de novos vasos sanguíneos (angiogênese) e a reestruturação da integridade da derme (fibroplasia) (LAUREANO, 2011).

Segundo Tauana Vieira (2012), resumidamente, conclui que nesta fase do processo cicatricial (fase proliferativa) ocorre a formação do tecido de granulação, rico em Matriz Extracelular. Marcando entre o terceiro a quinto dia após o ato lesivo a formação do tecido de granulação, decorrente da proliferação dos fibroblastos e das células endoteliais, formando assim um novo tecido conectivo para substituir o tecido lesado. Após isso, alguns fibroblastos começam a se transformar em miofibroblastos e células musculares lisas. Quando o processo de reepitelização é finalizado, origina-se uma nova membrana basal, dando segmento a borda da lesão, fechando assim a nova epiderme.

A Reepitelização é conhecida pela reconstituição da permeabilidade da epiderme após o ato lesivo e só é possível pela ação de vários mecanismos, como a migração e diferenciação de queratinócitos, diferenciação do neo-epitélio e reestruturação da membrana basal (LAUREANO, 2011).

A fase proliferativa normalmente segue e interpõe-se à fase inflamatória, sendo caracterizada pela proliferação e migração epitelial sobre a matriz provisória no interior da ferida, característico do processo de reepitelização (LEAL, 2014).

Neste processo de Reepitelização também ocorre um aumento significativo na proliferação de queratinócitos, além da migração dessas células de regiões saudáveis para o

local lesado. Essas células são fundamentais para o cobrimento da lesão e, posteriormente, iniciam o processo de transformação, dando origem a um novo epitélio (ISAAC, 2010).

Outra característica marcante da fase proliferativa da cicatrização é a angiogênese, ação essa que define a formação de novos vasos sanguíneos partindo de vasos pré-existentes sentido ao tecido reparado. É de suma importância para o tecido que a angiogênese ocorra, já que os neovasos possibilitam a formação do tecido de granulação por conta da disponibilidade de oxigênio, nutrientes e recrutamento de células inflamatórias (TIVERON, 2018).

E a Fibroplasia, o terceiro ponto marcante que caracteriza a fase proliferativa. É conhecida pelo aumento marcante da síntese de colágeno, envolvendo a migração e proliferação de fibroblastos. Neste processo, ocorrem várias transformações estruturais dos fibroblastos que auxiliam tanto na síntese de novas proteínas, como na formação de uma variação fenotípica, conhecida por miofibroblastos, que tem função significativa na contração do tecido reparado (LAUREANO, 2011).

2.2.3 Fase de Remodelação

A Fase de Remodelação é o processo final do reparo tecidual. Nessa fase o local lesado está repleto de miofibroblastos, aglomerados após a síntese desta proteína no final da fase proliferativa (segunda fase cicatricial). É importante ressaltar que os miofibroblastos estão apenas se aglomerando na fase proliferativa, desempenhando sua função principal na fase de remodelamento. É correto marcar a transição destas duas fases pelo aumento excessivo de miofibroblastos no local a ser reparado (ISAAC, 2010).

Para Vieira (2012) a fase de remodelamento marca a evolução da cicatriz constituída, podendo levar anos para chegar a uma cicatrização ideal. Nessa fase nota-se o aumento do volume de colágeno e o alinhamento das fibras na direção da maior tensão da ferida. Vieira também classifica a fase de remodelamento como o resultado final do tecido de granulação que é composto por miofibroblastos de aspecto inativo, fusiformes, fragmentos de tecido elástico, matriz extracelular, colágeno denso e poucos vasos sanguíneos.

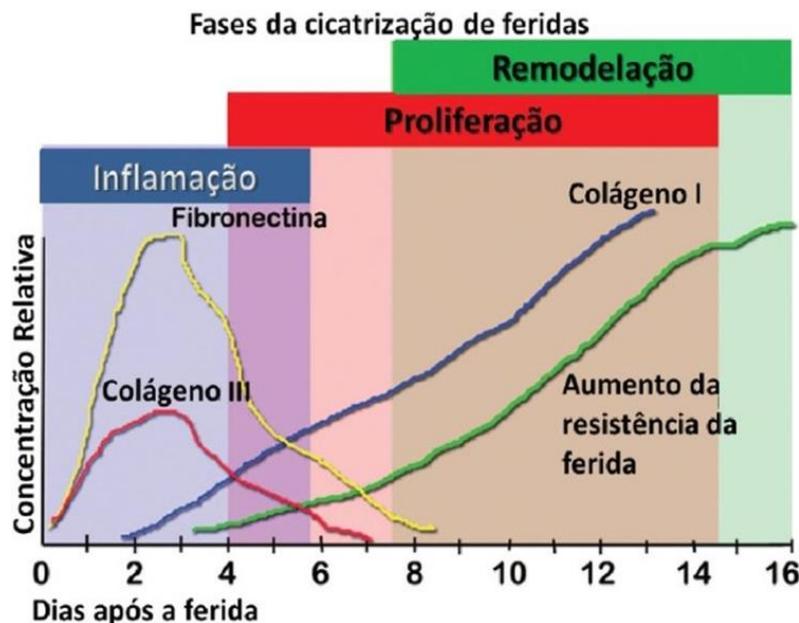
No início da fase de remodelamento, nota-se o começo da ativação dos miofibroblastos, que além de intensificar a contração da ferida, começam a ser substituídas por colágeno do tipo III, um fenótipo de colágeno precoce, que posteriormente será substituído por colágeno do tipo I, que é um fenótipo mais maduro de colágeno, possibilitando ao tecido reparado o desempenho, se não igual, muito próximo ao que era antes do ato lesivo, caso o processo cicatricial seja respeitado e bem executado pelo corpo (LAUREANO, 2011).

O colágeno é o principal elemento estrutural de vários tecidos moles encontrados no corpo humano, como em dentes, pele, veias, cartilagens, ossos, tendões e músculos, formando o principal tipo de fibra extracelular, sendo também a proteína mais abundante, representando de 25% a 30% de todas as proteínas do corpo humano (CHAGAS, 2018).

Sendo assim, Tiveron (2018) define o colágeno como uma glicoproteína da Matriz Extracelular, formada por uma cadeia alfa (três cadeias polipeptídicas unidas), enroladas em uma formação helicoidal, formando assim uma tripla hélice, onde cada molécula da extremidade fica livre para se conectar a outro colágeno.

O colágeno tipo I forma fibras espessas, mecanicamente estáveis, com pouca flexibilidade e responsáveis pela resistência do tecido às forças de tensão, estando presente em estruturas rígidas como tendões, ossos e cartilagens, enquanto o tipo III está amplamente presente nos tecidos contendo colágeno tipo I, com exceção do osso, e se mostra em abundância em órgãos relacionados com elasticidade e maior flexibilidade, como pulmão e vasos sanguíneos, é caracterizado como um tipo de colágeno imaturo, considerado jovem, pois as fibras reticulares são constituídas de uma única camada, uma certa quantidade deste colágeno é necessário para manter desenvolvimento normal de tensão e contração do órgão, estando também bem expressos na fase de cicatrização de feridas, devido à sua capacidade de formar ligações cruzadas rápidas e estabilizar precariamente o local de reparo, havendo uma diminuição do colágeno tipo I e um aumento do tipo III cicatrizante, à medida que o tecido de granulação se expande e o remodelamento progride. Durante o processo de cicatrização de feridas, as células de tecido nativas migram para repovoar o local da lesão e iniciam a produção de proteínas de matriz extracelular específicas de tecido. (CHAGAS, 2018, p. 16).

Figura 4: Exemplificação gráfica da concentração relativa no decorrer dos dias do processo de cicatrização de feridas.



Fonte: Isaac (2010).

2.3 Variações de cicatrizes

Como já explicado, o processo cicatricial é uma cascata de eventos, correlacionados da primeira à última fase, podendo ser reconhecida por suas características individuais. É importante ressaltar que cada cicatrização é única, seja pelo local lesado, seja pelo sistema fisiológico do corpo de cada indivíduo, ou também pelos estímulos que o processo cicatricial receberá, podendo assim, um mesmo indivíduo ter mais de um tipo de cicatrização (VIEIRA, 2012).

A cicatrização de feridas é um processo dinâmico e variável, que consiste em três fases contínuas, que se sobrepõem, e que são rigorosamente programadas sendo de suma importância passar por cada uma delas. Qualquer fator que cause alteração, cessação ou prolongamento do processo, pode levar a uma cicatrização prolongada ou lesão crônica prejudicando a capacidade de cicatrização. (LEAL, 2014).

A avaliação é um ponto chave do tratamento, onde a leitura do processo cicatricial feita pelo profissional da saúde deve ser a mais fidedigna possível com relação ao estado da lesão, podendo assim elaborar um plano de tratamento onde realmente os estímulos gerados no paciente resultem em efeitos positivos para o tecido. É na avaliação também onde a maioria dos profissionais erram, escolhendo recursos que não favorecerão o processo cicatricial e, conseqüentemente, não apresentarão resultados positivos, muitas vezes até atrapalhando a cicatrização normal (GOMES, 2015).

Então, nota-se a relevância de uma avaliação correta antes de qualquer estímulo sobre um processo de cicatrização. Segundo Vieira (2012), o paciente pode apresentar três características de cicatrização, sendo elas: Normal, onde o organismo respeita as fases cicatriciais, sem alterações relevantes no processo; Exagerado, onde as fases de reparo ocorrem de maneira excessiva, ou quando há intensificação em alguma das fases, acarretando em fibroses intensas, aderências, dores, retrações, edemas persistentes, cicatrizes hipertróficas e/ou queloides; e Deficientes, quando o organismo tem a deficiência de cicatrizar sozinho, dependendo de recursos fisioterapêuticos para o auxílio do reparo.

Guedes (2014) defende nomeia as três variações de cicatrizes como atróficas, hipertróficas e queloidianas, onde todas elas são sequelas de uma lesão, podendo ter dimensões variadas, e não podendo ser igualadas a reparação, visto que o tecido cutâneo volta ao seu formato e composição original na reparação saudável.

Olhando para as características ideais de um processo cicatricial, deve-se respeitar uma sequência de eventos fisiológicos, que é: 1º hemóstase rápida; 2º inflamação; 3º diferenciação de células mesenquimais, proliferação e migração para o local da ferida; 4º angiogênese; 5º

reepitelização; e, por último, 6º síntese adequada e alinhamento de colágeno para proporcionarem resistência ao tecido cicatricial (ISAAC, 2010).

2.3.1 Cicatrização deficiente

Leal (2014) defende que uma cicatrização deficiente é multifatorial, visto que apresentam alterações locais, como, por exemplo, a oxigenação e processos infecciosos, ou então alterações sistêmicas, que estão voltados ao estado geral do sujeito, como a idade, obesidade, diabetes, estado nutricional, entre outros.

Inúmeros são os fatores que podem resultar em uma cicatrização deficiente no desenrolar do processo cicatricial. Existem fatores locais, como infecções e falta de oxigenação, ou então fatores sistêmicos relacionados com os estados que o indivíduo apresenta, como a idade, obesidade, diabetes, estado nutricional. Vale ressaltar a ligação e influência desses fatores para o desenrolar adequado do processo de reparo tecidual (LEAL, 2014).

A oxigenação do local lesado é de suma importância, visto que as células envolvidas no processo de reparo necessitam produzir ATP para ter energia suficiente para exercer suas funções. O oxigênio atua também na prevenção contra infecções, induz a angiogênese, promove a diferenciação, migração e a reepitelização dos queratinócitos, eleva a proliferação de fibroblastos e a síntese de colágeno, e potencializa a contração do tecido (TIVERON, 2018).

O atraso no processo de reparo tecidual em idades mais avançadas pode ser melhor compreendido quando associado ao atraso na infiltração de células T, para o local lesado, caracterizando assim uma resposta inflamatória fora dos padrões normais. Sendo assim, as outras ações decorrentes da cicatrização também sofrem retardos, como a reepitelização, a angiogênese e a síntese de colágeno (LEAL, 2014).

A nutrição do paciente é outro ponto a ser levado em consideração, visto que a falta de determinados nutrientes forma um meio favorável para um processo cicatricial deficiente. Sendo assim, acompanhar o estado nutricional do paciente pode favorecer a potencialização do reparo tecidual (HARRIS, 2016).

2.3.2 Cicatrização exagerada

Um dos possíveis defeitos cicatriciais devido a um processo cicatricial exagerado, é a desregulação entre a proliferação e a apoptose dos fibroblastos, que resulta, na maioria das vezes, em fibroses teciduais, visto que há o excesso na produção de Matriz Extracelular e pelo elevado índice de mitoses dos fibroblastos (MIKESH, 2013).

Sendo assim, Vieira (2012) recomenda intervenção fisioterapêutica logo após o ato lesivo, desde as primeiras fases cicatriciais.

A fibrose está associada à existência de defeitos na cicatrização em função do excesso de produção de matriz extracelular e pelo elevado índice de mitose dos fibroblastos dérmicos, existindo, portanto, desregulação entre a proliferação e a apoptose dessas células. Deste modo, entende-se que, para evitar a formação de fibrose, deve-se atuar terapêuticamente logo no início da resposta à agressão tecidual, quando ocorre a síntese de colágeno (VIEIRA, 2012, p.7).

Filho (2016) explica, que o aumento exagerado dos processos cicatriciais resulta, na maioria das vezes, em fibroses, visto que a produção de Matriz Extracelular não estará relacionada com o reparo da lesão na maioria das células. Pelo acúmulo excessivo, e desordenado, de colágeno surge este distúrbio funcional.

Segundo Harris (2016), o colágeno é a proteína mais abundante do corpo humano, chegando a mais ou menos 30% da somatória de todas as proteínas do corpo. É válido ressaltar também suas principais funções, que são a resistência e integridade tecidual de órgãos e diversos outros tecidos. E, olhando para o tecido lesado, logo após a fase inflamatória, este tecido começa a ser substituído por tecido cicatricial, tecido este rico principalmente em fibras de colágeno, tendo o excesso reabsorvido naturalmente no decorrer do processo de cicatrização, com maior intensidade de reabsorção na fase de remodelamento (terceira, e última, fase do processo cicatricial).

A fibrose caracteriza-se então em uma disfunção na produção excessiva de colágeno de forma desorganizada e desordenada, criando um aspecto de ondulações, acarretando repuxamento e/ou dor ao paciente (MIKESH, 2013).

Sendo assim, Gomes (2015) afirma que a fibrose é uma consequência de defeito no processo de cicatrização, onde ocorre o excesso na produção de Matriz Extracelular junto ao elevado número de mitoses dos fibroblastos dérmicos, acarretando assim na desregulação entre a proliferação e a apoptose dessas células.

Vieira (2012) defende que a atuação fisioterapêutica deve ocorrer logo após o ato lesivo, coordenando e reparando as fases para que respeitem o processo fisiológico do reparo tecidual.

Na figura 5 a seguir, nota-se a fibrose na região abdominal, após um procedimento de lipoaspiração com abdominoplastia, com alto grau de aderência:

Figura 5: Fibrose abdominal após abdominoplastia.



Fonte: Vieira (2012)

De acordo com a figura postada acima, observa-se uma fibrose abdominal com aderência após ato cirúrgico de Abdominoplastia. Também, pode-se observar as ondulações, repuxamentos teciduais e, como citado por Vieira, aderências entre os diversos tecidos do abdômen (VIEIRA, 2012).

Para a formação da Fibrose, a primeira fase desta disfunção tecidual é uma resposta inflamatória, na qual o organismo em processo de reparo libera citocinas e fatores de crescimento, que desencadeiam e estimulam a produção exagerada de Matriz Extracelular (GOMES, 2015).

A produção excessiva de matriz extracelular pode ocorrer por conta de diversas células diferentes, como: (1) formação de miofibroblastos por transdiferenciação epiteliomesenquimal; (2) células variadas presentes na circulação, como células-tronco multipotentes, células mesenquimais indiferenciadas, células com marcadores mieloides, fibrócitos circulantes; (3) fibroblastos residentes (FILHO, 2016).

As células que sintetizam MEC podem ter diferentes origens: fibroblastos residentes; células estreladas ou periquitos existentes em torno de capilares e vênulas menores, que podem diferenciar-se em miofibroblastos, (células semelhantes às células estreladas do fígado, com o mesmo potencial de se diferenciar em miofibroblastos, tem sido descritas nos pulmões, nos rins e no pâncreas, nos quais podem gerar fibrose); precursores vindos da circulação, como células-tronco multipotentes, células mesenquimais indiferenciadas ou células com marcadores mieloides (CD44+), além dos chamados fibrócitos circulantes (estes são frequentes na circulação, mas sua participação na fibrose de órgãos foi documentada apenas em modelos experimentais de fibrose pulmonar, com pouca atuação em doenças humanas); em algumas condições experimentais, especialmente em modelos de fibrose renal e pulmonar, demonstrou-se que miofibroblastos podem originar-se por um processo de transdiferenciação epiteliomesenquimal, a partir de células tubulares renais e de pneumócitos do tipo I do pulmão. No entanto, faltam ainda evidências convincentes para demonstrar a importância da transdiferenciação no processo de fibrose (FILHO, 2016, p. 1764).

Outra variação de cicatrização exagerada é a formação de quelóide, ou também a cicatrização hipertrófica, ambos formam uma cicatriz exagerada e grosseira. A diferença entre as duas alterações fisiológicas é que a cicatrização hipertrófica se limita ao local lesado, enquanto o quelóide ultrapassa a extensão da lesão inicial com o tecido cicatricial. Outra diferença entre as duas alterações é quanto a regressão da cicatriz, onde na cicatrização hipertrófica muitas vezes a regressão é espontânea, enquanto em quelóides nota-se um aspecto tumoral, não apresenta regressão espontânea e tende a expandir além da lesão (FERNANDES, 2014).

Concordando com a diferenciação de Fernandes (2014), Guedes (2014) diferencia a cicatriz hipertrófica do quelóide pelo crescimento fibroblástico, onde em cicatrizes queloidianas tal crescimento ultrapassa as margens do trauma inicial, atingindo assim uma proporção maior do que a área lesada.

Segundo Fernandes (2014), as cicatrizes que evoluem para quelóide estão associadas muitas vezes a uma predisposição genética e, também, a questões raciais, tendo maior incidências em negros e orientais. Ele também define que tal alteração cicatricial é considerado também um tumor intradérmico, benigno, resultado do excesso na produção de colágeno, decorrente de uma cicatrização exagerada.

Em algumas literaturas, o tecido queloidiano é interpretado como um tumor intradérmico benigno, resultante de uma produção excessiva de colágeno, sendo assim padronizada também como um processo cicatricial exagerado. A predisposição genética é im fator influente no desenvolvimento de tal alteração fisiológica, mas podendo ocorrer de forma aleatória e espontânea (FERNANDES, 2014).

A figura 6 abaixo, representa os aspectos macroscópicos de uma cicatriz que desenvolveu quelóide:

Figura 6: Cicatrizes queloidianas.



Fonte: Filho (2016).

Como já relatado, a camada dérmica é formada, por algumas estruturas, entre elas, fibras elásticas, gordura, e colágeno, tendo o último item como participante direto na formação de queleide (ISAAC, 2010).

Histologicamente, é correto afirmar até então que tanto a cicatriz hipertrófica como a cicatriz queloidiana são formados pelo mesmo tecido, visto que microscopicamente não apresentam diferença alguma, seja em microscópios óticos ou eletrônicos. Sendo assim, ambos são formados por tecido fibroso denso (GUEDES, 2014).

Concordando com a diferenciação de Fernandes (2014), Guedes (2014) diferencia a cicatriz hipertrófica do queleide pelo crescimento fibroblástico, onde em cicatrizes queloidianas tal crescimento ultrapassa as margens do trauma inicial, atingindo assim uma proporção maior do que a área lesada.

Como já relatado, a camada dérmica é formada, por algumas estruturas, entre elas, fibras elásticas, gordura, e colágeno, tendo o último item como participante direto na formação de queloide (ISAAC, 2010).

Segundo Fernandes (2014), a cicatriz queloidiana está associada muitas vezes a uma predisposição genética e, também, a questões raciais, tendo maior incidências em negros e orientais. Ele também define que o queloide é como um tumor intradérmico, benigno, resultado do excesso na produção de colágeno, decorrente de uma cicatrização exagerada.

O queloide é uma das possíveis alterações de cicatrizes exageradas, sendo padronizada também como um tumor benigno, é desenvolvida a partir da produção e deposição exagerada de colágeno. A alteração pode ser decorrente de predisposição genética ou aleatoriamente, dependendo do estado nutricional, por exemplo. Outro fator influente é a ligação racial, visto que em negros e orientais a probabilidade é maior de tal alteração (FERNANDES, 2014).

Histologicamente, é correto afirmar até então que tanto a cicatriz hipertrófica como a cicatriz queloidiana são formados pelo mesmo tecido, visto que microscopicamente não apresentam diferença alguma, seja em microscópios óticos ou eletrônicos. Sendo assim, ambos são formados por tecido fibroso denso (GUEDES, 2014).

Os sintomas que uma cicatriz queloidiana pode apresentar varia do local e do processo da cicatrização, podendo apresentar dor, limitações de movimentos, pruridos, entre outros. Além das complicações físicas, o sujeito pode apresentar alterações psicológicas, visto que esta alteração cicatricial não é favorável esteticamente (BERNARDO, 2019).

As cicatrizes que acarretam em processos queloidianos podem se apresentar alteração de coloração, variando de uma cicatriz rosada (normal) a uma coloração roxa (alterada), não apresentando regressão espontânea (FERNANDES, 2014).

O fator que desencadeia esta alteração cicatricial não é conhecido ainda, porém, há algumas alterações genéticas que facilitam tal desenvolvimento. Já sua fisiopatologia é parcialmente clara, marcado por um aumento significativo na proliferação e deposição de fibroblastos, tendo por consequência o acúmulo de Matriz Extracelular, principalmente pelo aumento excessivo da síntese de colágeno (VENUS, 2013).

“A fisiopatologia da formação de cicatriz queloidiana ainda não é bem compreendida, devido a sua causa multifatorial e complexidade” (KAREN, 2020, p. 9).

Os melanócitos influenciam significativamente na proliferação e desenvolvimento de fibroblasto, na deposição de Matriz Extracelular, no aumento da síntese de colágeno, e ativação de sinalização TGF-Beta, processos estes envolvidos no desenvolvimento de um processo cicatricial patológico. (KAREN, 2020).

2.4 Intervenção fisioterapêutica

A fisioterapia tem como objetivo devolver ao corpo o equilíbrio com a menor perda possível de funções e movimentos estruturais, chegando o mais próximo do estado estrutural que se encontrava antes do ato lesivo. Sendo assim, devolver a função para qualquer estrutura demanda conhecimento sobre os recursos aplicados, julgando assim o que será positivo para cada tipo de cicatrização (COSTA, 2016).

Os recursos encontrados no espaço fisioterapêutico são amplos, mas olhando para a aplicabilidade correta pode restringir assim os recursos que resultarão em efeitos positivos para o reparo tecidual saudável, ou então se olharmos a aplicabilidade dos recursos e avaliarmos em cada fase cicatricial, pode notar quais recursos realmente estimulam positivamente tal reparo dentro do processo cicatricial como um todo (MOREIRA, 2013).

Concordando com a observação de Flores (2011) é tarefa fisioterapêutica a preparação do paciente para o processo cirúrgico, a aceleração do reparo estrutural e funcional, além de controlar e prevenir complicações comuns. Sendo assim, é válido ressaltar a importância da intervenção fisioterapêutica dermato-funcional nos processos pré e pós-operatórios, lembrando assim que o sucesso não depende unicamente da atuação cirúrgica, mas de todos os envolvidos no procedimento.

A potencialização cicatricial é um assunto histórico, sendo abordado ano após ano, década após década, século após século, como uma corrida para o desenvolvimento que está longe de ser dominado com precisão, levando em conta a complexidade do processo e a variação de organismo para organismo, implicando assim a aplicabilidade dos conhecimentos de maneira padronizada na sociedade (COSTA, 2016).

A atuação fisioterapêutica no tratamento de pacientes, que visam um reparo tecidual saudável no menor espaço de tempo possível, abrange remediações quanto a hematomas, edemas, equimoses, necrose tecidual, irregularidade da superfície cutânea, cicatrizes hipertróficas, queloides, fibroses, aderências teciduais, hipoestesia, entre outras alterações, exigindo assim do profissional o conhecimento de tais processos fisiológicos e a aplicabilidade correta dos recursos terapêuticos, possibilitando assim gerar resultados positivos no tratamento (VIEIRA; NETZ, 2012).

Olhando então para o desenrolar da história, observa-se pontos que instigaram o desenvolvimento de recursos que resultam em um processo cicatricial mais rápido, como nas grandes guerras, onde quanto mais rápido os soldados se recuperavam, mais rápido poderiam retornar ao combate. Ou então em atletas de alto rendimento, que dependem da recuperação

mais rápida para poder voltar a suas atividades. Ou também na exigência da sociedade e seus padrões de beleza, utilizando recursos cirúrgicos para alcançar o corpo idealizado (COSTA, 2016).

2.4.1 Ultrassom

Os primeiros relatos do ultrassom ocorreram no ano de 1877, onde o pesquisador John William Strutt lançou a “Teoria do Som”. A primeira aplicação veio na Primeira Grande Guerra, sendo utilizada nas embarcações submarinas, nomeadas Sonar, para detectar estruturas e poder atacar ou desviar, como outras embarcações ou icebergs, por exemplo (CANCELLIERO, 2018).

Em 1928, o físico soviético Sergei Sokolov iniciou testes para aplicação do ultrassom no ramo metalúrgico, buscando detectar falhas, texturas diferentes, tamanhos reais e localizações específicas. Segundo a teoria do físico, a onda propagada iria até o objeto e, através da leitura do eco que retorna ao aparelho, seria possível coletar todas essas informações. Foi possível constatar que a onda acústica pode ser classificada em infrassons, sons e ultrassons (OLIVEIRA, 2012).

Sua primeira aplicação fisioterapêutica veio entre os anos de 1920 e 1930, de forma empírica, aplicada em atletas de futebol da Europa, onde buscava tratamentos variados como o de artrite reumatoide ou a remissão de doença de Parkinson associado a neurocirurgia, por exemplo, buscando avanços esportivos que os colocariam muito à frente de outras equipes em diversos esportes (BRUNING, 2016).

Inicialmente, o UST era aplicado com o objetivo de gerar aquecimento de tecidos profundos, principalmente quando a lesão era em tecidos moles. Com o passar dos anos, e o desenvolvimento dos recursos e conhecimentos, o ultrassom passou a ser utilizado para o tratamento de diversas lesões, como por exemplo lesões articulares ou então para o reparo tecidual (CANCELLIERO, 2018).

O UST é um recurso muito estudado atualmente para o melhor domínio dentro dos procedimentos clínicos, buscando extrair ao máximo os resultados positivos que ele pode proporcionar. É um recurso utilizado a mais de seis décadas e ainda é gerador de muitas dúvidas e controvérsias quanto a sua aplicabilidade mais fidedigna e, conseqüentemente, positiva para o reparo tecidual (ITAKURA, 2012).

O ultrassom é também um recurso fisioterapêutico amplamente aplicável no tratamento de pacientes visto que possui ações físicas, biofísicas e terapêuticas a energia acústica emitida

do aparelho e, por possuir ações com efeitos ricamente variados, é utilizado no tratamento de diversas patologias (BRUNING, 2016).

Os irmãos Pierre e Jacques Curie deram início ao UST após a descoberta do efeito piezoelétrico, onde ocorre a transformação de uma onda elétrica em uma onda mecânica, ou vice-versa. No aparelho, dentro do cabeçote há um cristal responsável por tal transformação (FARCIC, 2012).

O aparelho desempenha a função de transformar a energia elétrica em sonora, porém, em frequência mais alta do que a perceptível por ouvidos humanos, produzindo uma vibração mecânica capaz de induzir transformações moleculares, reações fisiológicas e alteração de temperatura, por exemplo (BLUME *et al.* 2017).

Concordando com as afirmações, Farcic (2012) afirma também que uma corrente elétrica flui por um cristal, responsável por transformar uma corrente em outra, transformando então a corrente elétrica em ondas sonoras de alta frequência. É um recurso com diversas aplicabilidades clínicas, porém, seus parâmetros estão sempre sendo discutidos.

O UST é amplamente aplicável dentro da fisioterapia, podendo dividir seus efeitos em térmicos, através de estímulos por ondas contínuas ou pulsadas com alta intensidade, resultando em aumento da temperatura tecidual, e não térmicos através de estímulos em pulsações com intensidades médias ou baixas, resultando em micromassagem e cavitação estável dentro dos tecidos (CANCELLIERO, 2018).

Concordando com isso, Itakura (2012), também divide a aplicação do UST com efeitos térmicos e efeitos não térmicos, mas ressalta que na teoria é fácil tal diferenciação, porém, na prática clínica os dois se aproximam, visto que há a interação mecânica e térmica simultaneamente.

A capacidade de penetração do estímulo gerado pelo aparelho terapêutico pode chegar a 5cm ou mais, variando de acordo com a individualidade biológica de cada indivíduo. Os efeitos produzidos por essa estimulação são variáveis, como o aumento da capacidade elástica do colágeno, modificação do fluxo sanguíneo local, alteração da velocidade de condução do estímulo nervoso, potencialização da atividade enzimática e, ainda, alteração da capacidade contrátil dos músculos esqueléticos (BLUME *et al.* 2017).

A profundidade e o tempo de duração a exposição ao estímulo estão diretamente ligados a potência imposta ao aparelho, variando de 1 a 3 MHz. Quanto mais baixa for a potência, menor será o atrito para penetração, podendo alcançar tecidos mais profundos, já com potências mais elevadas o atrito limita sua penetração, produzindo aquecimento tecidual mais rápido e superficial (PRENTICE, 2014).

O tempo de duração da aplicação do estímulo é discutido por diversos autores. Para Webster, o tratamento com estímulo contínuo pode variar de 5 a 10 minutos, e 15 minutos no máximo quando o estímulo for pulsado. Já para Chantraine, a utilização do UST pode variar de 4 a 10 minutos de acordo com a fase da patologia. Uma terceira opinião, vinda de Kahn, defende que a dosagem adequada fica entre 1 e 8 minutos, variando de acordo com o local anatômico, das condições do tratamento, e se é superficial ou subaquática. Kahn fala ainda que na maioria dos tratamentos a utilização ideal é entre 2 e 3 minutos (BRUNING, 2016).

Outro ponto importante na modulação é a frequência do feixe sonoro emitido, que caracteriza a intensidade do estímulo imposta ao tecido biológico. Quanto menor a frequência do feixe sonoro, maior será a profundidade de penetração, já que menos energia será dissipada ao entrar em contato com o tecido biológico. A mesma lógica pode ser aplicada ao inverso, onde quanto maior a frequência do feixe sonoro, menor será a profundidade de penetração (FARCIC, 2012).

“Quanto maior a frequência emitida, maior será o aquecimento tecidual. O UST permite uma variação de frequência de 0,75 a 3 MHz” (PRENTICE, 2014, p. 364-365).

O UST Contínuo caracteriza-se pela emissão constante de ondas sonoras, trabalhando 100% do tempo na estimulação do tecido. Já o UST Pulsado intercala o tempo de estimulação com o tempo de exposição ao estímulo, onde é chamada o tempo de exposição ao estímulo de Ciclos de Trabalho. A maioria dos geradores de UST apresentam ciclos pré-ajustados de 20 ou 50% (PRENTICE, 2014).

Outro ponto importante é o tamanho da ERA do transdutor (cabeçote onde fica alojado o cristal piezoelétrico e que entrará em contato com o paciente), visto que na maioria dos estudos não são encontradas as dimensões utilizadas, deixando assim margem para questionamentos quanto a sua aplicabilidade correta, já que a ERA determina também o tempo de aplicação (CANCELLIERO, 2018).

Segundo Machado (2011), as respostas vindas da aplicação do UST envolvem o aumento de anticorpos e leucócitos no local lesado, produção de hiperemia, ação trófica e ação espasmolítica, analgesia, aumento da extensibilidade dos tendões, facilitar a absorção de edemas, destruição de macromoléculas, a eliminação de macronódulos, a correção da isquemia em áreas lipodistróficas, a melhora do metabolismo lipídico com o aumento da lipase.

Segundo os resultados mostrados no estudo de Farcic (2012), o Ultrassom Terapêutico apresentou resultados relevantes em reparos de lesões em tendões, ossos, músculos, sistema tegumentar e neural, variando seus resultados de acordo com a formação e funcionamento estrutural e fisiológico.

Os testes aplicados para potencialização do reparo tendíneo mostrou resultados satisfatórios quanto a ação anti-inflamatória, auxílio no processo de angiogênese, melhor sintetização das fibras de colágeno, mesmo que de forma desorganizada, aumento do processo de fibroplasia. Resultados estes proporcionados pela aplicação do Ultrassom Terapêutico. No entanto, as propriedades mecânicas e funcionais dos tendões flexores pós-tratamento não foram amplamente satisfatórios visto que não apresentaram a funcionalidade desejada após o tratamento apenas com este recurso (ITAKURA, 2012).

Nos testes de reparo ósseo, os resultados encontrados não foram satisfatórios, não encontrando alterações significativas na densidade mineral óssea após aplicação do Ultrassom Terapêutico, comprovado por exames radiológicos. Mesmo assim, a utilização de tal recurso influencia positivamente no reparo ósseo, visto a aceleração metabólica proporcionada por sua aplicação, com conseqüente aumento da síntese de colágeno, permitindo e auxiliando assim na aceleração da consolidação óssea (FARCIC, 2012).

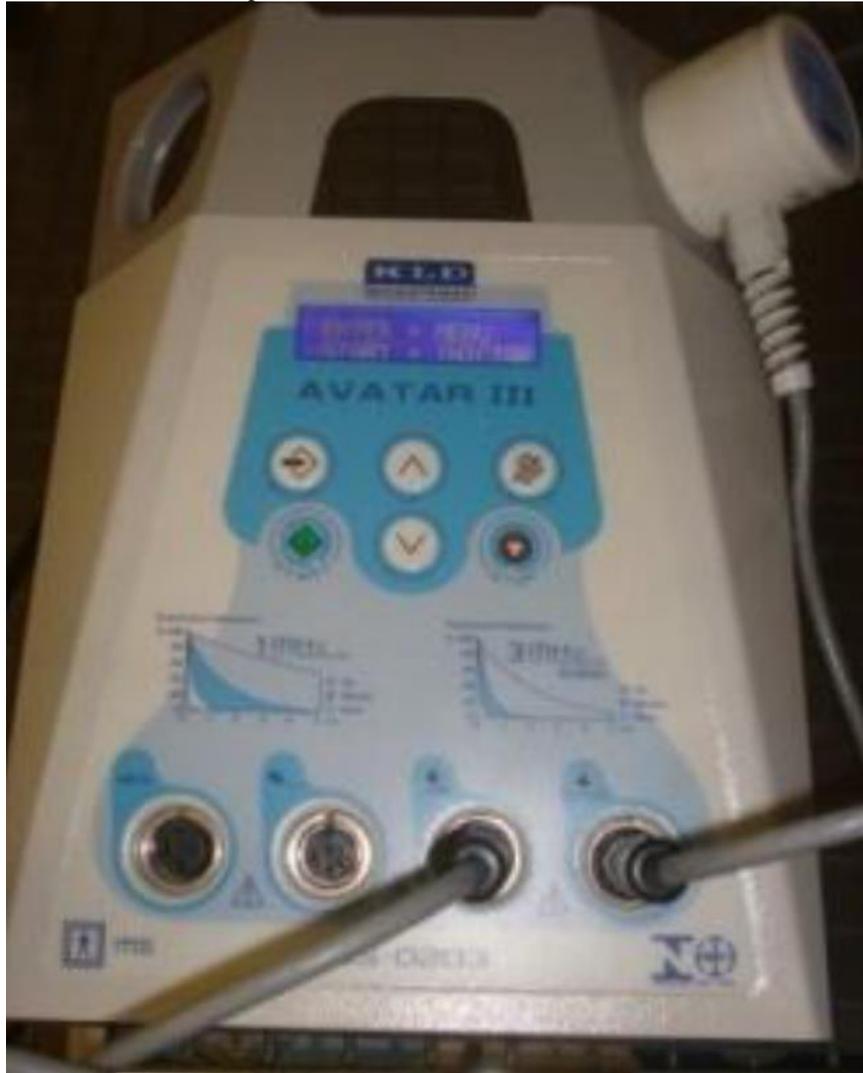
A reparação muscular não apresentou dados e argumentos suficientes para agregar significativamente no reparo do tecido, apresentando assim pontos positivos e negativos que, quando apresentados, entram em divergências literárias. Os efeitos do Ultrassom em tecidos musculares lesados geram um aumento metabólico, controle inflamatório, potencialização na sintetização de colágeno, porém essa deposição é desorganizada e desordenada, podendo evoluir para complicações desnecessárias como fibroses, queloides, cicatrizes hipertróficas, aderências, complicações essas que podem ser evitadas com a utilização de outros recursos (BRUNING, 2016).

O tecido tegumentar apresenta resultados similares aos resultados dos tecidos musculares. Os dois tecidos apresentam complexidades e variações de estruturas elevadas quando comparado aos tendões e ossos, necessitando assim um reparo mais coordenado, para que ocorra um processo saudável e funcional para o organismo (FARCIC, 2012).

Em tecidos neurais, os resultados da aplicação do Ultrassom Terapêutico foram poucos e incertos, mas apresentaram influência positiva quando a lesão é parcial, auxiliando no reparo do tecido principalmente pela aceleração metabólica local (OLIVEIRA, 2012).

A figura 7 a seguir, refere-se ao ultrassom terapêutico abordado.

Figura 7: Aparelho de Ultrassom Terapêutico.



Fonte: Alves (2013).

2.4.2 Terapia Compressiva

A Terapia Compressiva pode ser uma das várias ferramentas utilizadas na potencialização do reparo tecidual, tendo sua aplicabilidade garantida em tratamentos protocolares de úlceras ou em pós-operatórios, por exemplo, quando os pacientes não se encaixam nas contraindicações (NICOLSI, 2015).

A terapia compressiva consiste na aplicação de um sistema de compressão próprio, com a utilização de ligaduras específicas, meias de compressão ou equipamento de compressão pneumática intermitente (MARTINHO, 2012).

A compressão pode partir de ataduras compressivas, meias elásticas e compressão pneumática e a pressão exercida varia de leve (quando inferior a 20mmHg), moderada (quando maior ou igual a 20mmHg até inferior a 40mmHg), forte (quando maior ou igual a 40mmHg

até inferior a 60mmHg) a muito forte (quando maior ou igual a 60mmHg), sendo a intensidade moderada ou forte as mais utilizadas em protocolos de reparos teciduais (NICOLSI, 2015).

Olhando para as Ataduras compressivas, existem dois tipos: ataduras inelásticas e elásticas, tendo sua aplicabilidade variada de acordo com a melhor opção clínica, necessitando a compreensão de seus funcionamentos para obter melhores resultados (SALOMÉ, 2012).

Constituída por uma atadura impregnada de óxido de zinco e formando um molde semissólido que realiza compressões externas, a mais conhecida e tradicional atadura inelástica é a Bota de Unna. A Short-strech é outro exemplo de atadura inelástica. A principal desvantagem das ataduras inelásticas são oferecer baixas pressões quando o paciente se encontra em repouso (QUEIROZ, 2012).

Comparando então, as ataduras elásticas, fornecem maior estiramento da atadura e menor amplitude de variação da pressão entre a contração e o repouso muscular, tendo sua pressão mais constante. Destacam-se as ataduras multicamadas, principalmente as de três ou quatro camadas elásticas (NICOLSI, 2015).

Em pacientes com dificuldade de aplicar as ataduras elásticas, adota-se como recurso compressivo a utilização de meias elásticas, facilitando o uso do recurso para os pacientes. Vale ressaltar que não apresentam resultados expressivamente positivos quando associadas as outras ataduras elásticas aplicadas por responsáveis da saúde (MARTINHO, 2012).

Outra opção rica em resultados favoráveis embasada no recurso compressivo abordado é a pressão pneumática intermitente, executada por algumas câmaras de ar que, ao ser inflada e desinflada por uma bomba elétrica, proporcionam picos de pressão que se igualam a pressão exercida na contração muscular. Uma forma de potencializar seus benefícios é a utilização simultânea de ataduras compressivas, sendo abundantemente utilizadas em protocolos de paciente com redução da mobilidade ou fraqueza dos membros inferiores (SALOMÉ, 2012)

Outro fator a ser levado em consideração para a escolha do recurso compressivo além dos resultados mais que satisfatórios, são os reduzidos valores, levando em consideração o tratamento completo. É possível notar diferença significativa de valores, evitando investimentos em outras técnicas com valores elevados (QUEIROZ, 2012).

Observando os princípios da Terapia Compressiva, Martinho (2012) explica que os princípios foram baseados na Lei de Laplace, onde, para uma tensão na aplicação da pressão externa por meias, ligaduras ou aparelhos é igual a pressão em toda a superfície aplicada, a sobreposição das camadas pode responder de forma diferente conforme o diâmetro do local aplicado.

Sendo assim, a aplicação de tal recurso em membros morfológicamente normais, nota-se pressão mais elevada em regiões distais, reduzindo gradualmente ao se aproximar de regiões proximais. Com isso, a Terapia Compressiva corretamente aplicada proporciona aumento do retorno venoso, promove a drenagem de metabólitos, reduz significativamente a hipertensão venosa, controla e reduz mediadores e conseqüentemente sintomas inflamatórios, reduz edemas e reduz o exudado da ferida, promovendo a potencialização cicatricial (SALOMÉ, 2012).

As principais contraindicações relatadas por Martinho (2012) para tal recurso são doenças arteriais (exceto com supervisão ou recomendação médica), insuficiência cardíaca não compensada (devido ao aumento do fluxo cardíaco possibilitando uma sobrecarga vascular), doenças de pequenos vasos ou vasculite, dermatite em fase aguda e pele friável ou delicada (que podem desencadear úlceras de pressão).

Martinho (2012) também destaca a importância da aplicabilidade correta de tal recurso, visto que para tal aplicação é exigido ao profissional da saúde a competência e domínio sobre os efeitos e aplicabilidade e, ainda assim, é onde mais encontram limitações, visto a falta de preparo e domínio destes profissionais, muitas vezes não alcançando os resultados almejados por tal recurso.

A figura 8, apresentada abaixo, é um exemplo de atadura elástica utilizada no recurso fisioterapêutico de compressão para auxiliar o reparo tecidual.

Figura 8: Exemplo de atadura elástica.



Fonte: Passini e Agacy (2020)

E, após o exemplo de atadura elástica, a Figura 9 representa um recurso mais atual e elaborado, com o aparelho de compressão induzida por insuflação mecânica.

Figura 9: Aparelho de compressão induzida por insuflação.



Fonte: Passini e Agacy (2020)

2.4.3 Drenagem Linfática

A Drenagem Linfática é um recurso indispensável em lesões com quadros inflamatórios intensos. Sua criação veio do casal biólogo e dinamarquês estrid Vodder e Emil Vodder, no ano de 1936, tendo sua aplicabilidade clínica rapidamente empregada em tratamentos de linfedemas diversos. Tal técnica foi baseada em longas e diversas experiências com técnicas massoterapêuticas testadas pelo casal (OZOLINS, 2018).

Um ponto chave no descobrimento de tal recurso foi a percepção de aumento dos linfonodos cervicais em quadros gripais diversos, onde, após certos estímulos manuais, eram absorvidos fisiologicamente pelo organismo. A partir desta observação, desenvolveu-se a técnica e aperfeiçoamento do recurso mais utilizado em pós cirúrgicos estéticos, por exemplo (DE GODOY, 2020).

Ainda no ano de 1936, o casal Vodder publicou, em Paris, os primeiros estudos comprovando a eficácia do recurso e, apresentado formalmente ao mundo, foi aplicado por diversas áreas sejam elas estéticas ou terapêuticas. Nos últimos anos, intensificou-se a aplicabilidade da drenagem linfática por fisioterapeutas, visando principalmente o tratamento

de linfedemas, sejam eles, traumáticos, pós-operatórios estéticos, ortopédicos, ou qualquer outra ação lesiva que desencadeie edema (DE GODOY).

Objetivamente, Costa (2016) explica que a principal aplicabilidade da drenagem linfática manual é para retirada do excesso de líquido presente no interstício, que caracteriza um edema. Ele explica também que o recurso não apresenta risco significativo, apenas se for mal aplicado imprimindo força excessiva nos movimentos, não respeitando a velocidade da técnica, ou também aplicando em sentidos errados.

Outra definição, que corrobora com a afirmação de Costa (2016) é a de Ozolins (2018), explicando que o edema nada mais é que o acúmulo indesejado de líquido no compartimento intersticial extracelular ou então em outras cavidades corporais decorrentes da diminuição da pressão coloidosmótica, aumento da pressão hidrostática, aumento da permeabilidade vascular (inflamações) e/ou diminuição da capacidade da drenagem fisiológica executada pelo sistema linfático.

Edemas persistentes evoluem rapidamente para outras complicações, sendo uma delas o desenvolvimento de cicatrizes exageradas e mais intensas que o necessário para o desenvolvimento de um reparo tecidual saudável. Sendo assim, a utilização de tal recurso é ricamente empregado logo na primeira fase do reparo tecidual (fase inflamatória), auxiliando assim no desenrolar do processo fisiológico desejado (COSTA, 2016).

A aplicabilidade logo no início do processo de reparo tecidual tornou-se presente em quase, senão em todos, os protocolos onde o paciente apresenta edema, com seções frequentes e constantes até o local não apresentar o edema gerado fisiologicamente. Outro ponto a ser levantado em consideração é quanto a aceleração do reparo quando utilizado tal recurso, visto que ele auxilia o organismo a trabalhar da forma correta, induzindo assim a autocura (DA SILVA, 2012).

Quando se refere ao sistema linfático, é importante ressaltar algumas características estruturais presente neste sistema hidrodinâmico. Formado por uma rede de vasos, encontra-se neles válvulas, responsáveis por manter e condiz a linfa (líquido deste sistema) em sentido unidirecional, estrutura esta que então evita o refluxo e executam influente papel contrátil, responsável por conduzir fisiologicamente a linfa (DE GODOY, 2020).

Outra estrutura importante é o Linfangion, que se caracteriza pela porção estrutural do vaso linfático presente entre duas válvulas, que realiza atividade pulsátil. Assemelha-se as contrações dos vasos sanguíneos por contrações involuntárias próprias conduzindo seus líquidos para uma única direção (DE GODOY, 2020).

Os linfonodos são estruturas indispensáveis no sistema linfático, exercendo função de filtração da linfa e controlando a pressão e quantidade de líquido presente no interior de todo o sistema. É através desta estrutura que o líquido retorna ao sistema vascular novamente e, por isso, dependendo do fluxo, os linfonodos atuam como um limitador, uma barreira física que deve ser respeitada na técnica de drenagem linfática (DA SILVA, 2012).

Tal recurso segue algumas padronizações para que seja aplicado corretamente, sendo executada com baixíssimas pressões, lentamente, com intensidade suave e rítmica, respeitando a anatomia do sistema linfático e suas individualidades. O sistema linfático auxilia o sistema venoso no retorno de uma porção de líquido, aliviando as pressões vasculares, portanto, qualquer alteração no fluxo linfático acarreta possíveis complicações, ou alterações, vasculares de modo geral (OZOLINS, 2018).

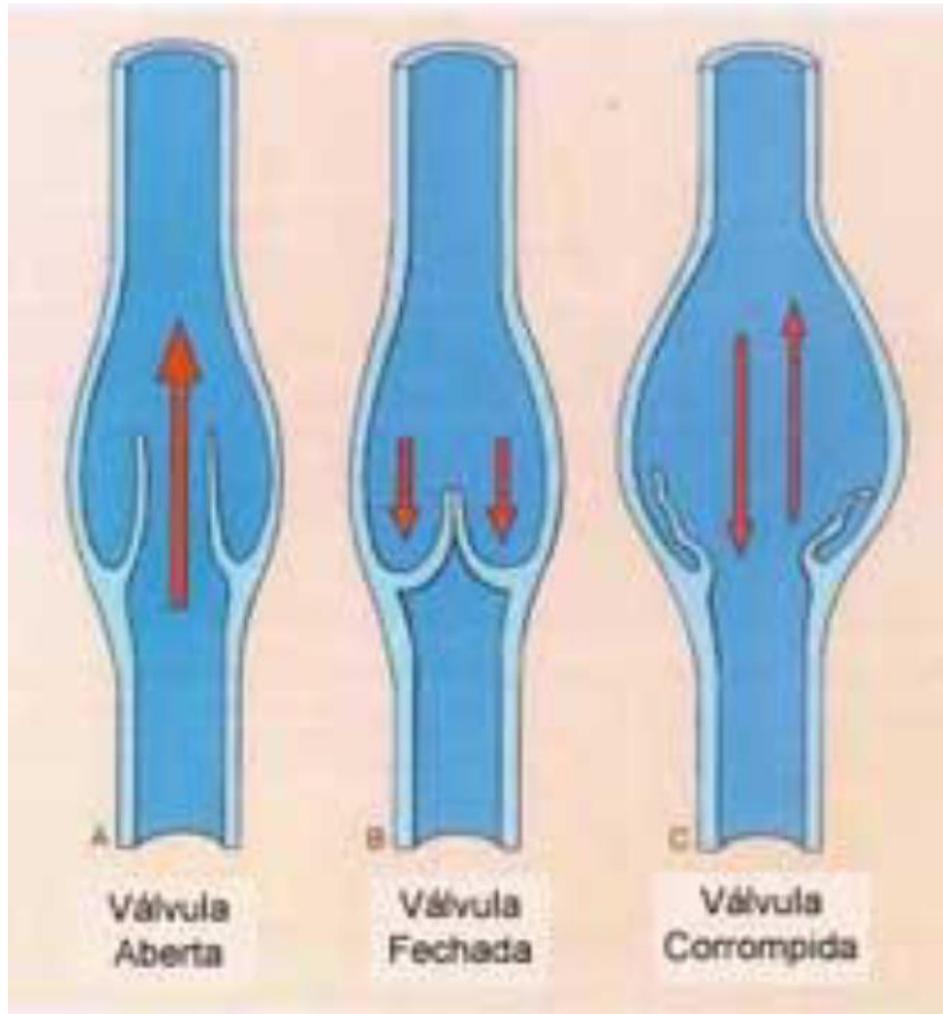
Sendo assim, a drenagem linfática manual deve respeitar algumas regras básicas, como o fluxo correto da condução do líquido linfático, já que se for executada em sentido contrário, pode danificar o vaso e acarretar edemas persistentes. É de suma importância tal compreensão, sendo até a primeira lei preconizada para a execução correta da técnica (DE GODOY, 2020).

A segunda lei preconizada, que deve ser respeitada, para uma drenagem linfática executada corretamente é a capacidade de filtração desempenhada pelos linfonodos exigindo assim a compreensão da velocidade de condução do líquido, para não lesar as estruturas com pressões abusivas. Ou seja, os linfonodos são barreiras naturais do sistema linfático que, para uma aplicação correta da drenagem linfática, deve-se respeitar a velocidade e capacidade de filtração (COSTA, 2016).

A técnica de Drenagem Linfática deve então acompanhar a direção da circulação sanguínea local, iniciando de regiões proximais e seguindo para regiões distais. Isso ocorre com o intuito básico de primeiro esvaziar e aliviar a pressão dos vasos linfáticos para depois conduzir o fluido presente no interstício, que gerou o edema, respeitando assim as características anatômicas e fisiológicas do sistema que está sendo drenado (OZOLINS, 2018).

A figura 10, abaixo, representa a estrutura do vaso linfático e como ela funciona, de forma teórica e didática, para auxiliar na compreensão de tal sistema.

Figura 10: Estrutura dos vasos linfáticos.



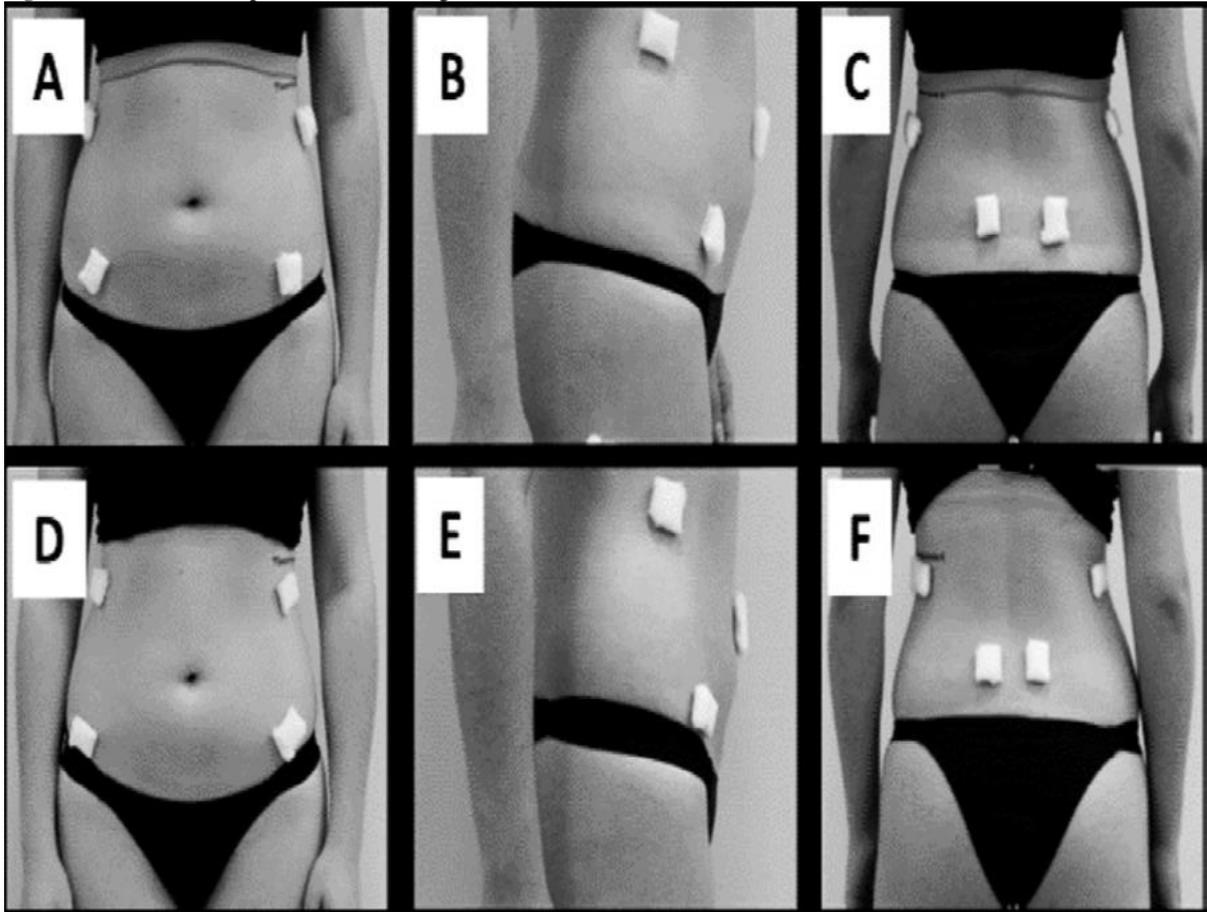
Fonte: Gonçalves (2017).

As indicações para a Drenagem Linfática Manual são amplas, como: analgésicas (em processos inflamatórios agudos), edemas em período menstrual ou também no período gestacional, circulação sanguínea comprometida, hipertensão arterial congestiva, musculatura tensa, reumatismo, pele irritada, estresse, regiões edemaciadas, cicatrizes hipertróficas, queloides, fibroedemageloide, protocolos de tratamentos para rejuvenescimento, acnes, dermatites, protocolos de pré e pós operatórios plásticos, ortopédicos, entre outros procedimentos que geram ou agravam processos de edemas (DA SILVA, 2012).

As contraindicações abordadas por Ozolins (2018) referem-se a pacientes com asma brônquica graves que não estão medicadas, pacientes com quadro febril, ou que apresentam hipertireoidismo não tratado, com alteração de pressão arterial, ou com quadros infecciosos, com insuficiência renal, ou qualquer outro distúrbio circulatório.

A figura 11, logo abaixo, demonstra os resultados práticos defendidos e conquistados por Gonçalves (2017) na aplicação de 10 sessões de drenagem linfática.

Figura 11: Resultados práticos da Drenagem Linfática.



Fonte: Gonçalves (2017).

2.4.4 Técnicas Manuais

A Liberação Tecidual Funcional é uma técnica manual de mobilização do tecido, que vem sendo cada vez mais conhecida e utilizada em casos pós cirúrgicos, ou com lesões abertas que desenvolvem cicatrizes. Tal recurso vem acumulando resultados significativos quanto a reversão de processo cicatriciais intensos para processos cicatriciais saudáveis (COSTA, 2016).

De acordo com Sdregotti (2010) as técnicas manuais são recursos que objetivam produzir estímulos mecânicos sobre o local cicatrizado, ou que está na segunda fase do processo de cicatrização em diante, impedindo ou revertendo situações que desenvolvam fibroses e aderências, induzindo o processo de reparo tecidual para a deposição em proporção e sentido correto das fibras de colágeno de forma natural e eficaz, além de promover a lubrificação do tecido conjuntivo, induzindo assim o reparo para uma cicatrização o mais saudável possível.

A aplicação da Liberação Tecidual Funcional é uma manipulação manual do tecido cicatricial em todos os sentidos, provocando uma tração contínua e prolongada, para que assim ocorra a reorganização dos feixes de colágeno, respeitando as limitações de movimento do

tecido, mas sempre buscando maior amplitude e mobilidade tecidual. Pelo fato de a deposição de colágeno se aleatória durante o reparo, a intensidade do estímulo deve ser proporcional a resistência que o tecido apresenta, necessitando um domínio diferenciado sobre o recurso (COSTA, 2016).

Entretanto, segundo Sdregotti (2010), não é interessante a aplicação desta técnica em processos de reparo cicatricial que se encontram na primeira fase (fase inflamatória), visto que a lesão apresentará ainda edema, dor, calor, vermelhidão e perda funcional relativa ao tamanho e intensidade da lesão, não obtendo vantagem alguma a aplicação da Liberação Tecidual Funcional para a indução de um reparo tecidual saudável.

Outra proposta adotada como um recurso manual é a cinesioterapia, aplicada em pós-operatório de diversas lesões e intervenções cirúrgicas. Este recurso pode ser aplicado logo na primeira fase do processo de reparo tecidual, respeitando os limites do paciente. A aplicabilidade precoce de tal recurso é para a prevenção de trombose e melhora da circulação local, amenizando os sintomas inflamatórios (SILVA, 2020).

Para Santos (2019) olhando para a fase proliferativa (segunda fase do reparo tecidual), a Cinesioterapia objetivou a melhora do movimento, com mobilizações articulares, alongamentos gerais e relaxamento de grupos musculares envolvidos com o local a ser cicatrizado, estando envolvido na melhora qualitativa e quantitativa da amplitude de movimento.

Já na terceira, e última, fase do reparo tecidual (fase de remodelação), é onde ocorre o alinhamento e ativação das fibras de colágeno, onde a cinesioterapia auxilia com alongamentos, relaxamentos locais e alinhamento dos movimentos para a deposição correta e suficiente para o local reparado (SILVA, 2020).

Santos (2019) aborda em seu trabalho a massagem clássica como recurso potencializador do reparo tecidual assim que inicia a fase de remodelação, já que tal recurso promove aumento do fluxo sanguíneo e melhor nutrição tecidual, reduzindo consideravelmente o edema e o quadro algico. Mas este mesmo recurso não é viável em fases mais precoces da cicatrização, visto que pode lesar ainda mais o local e atrapalhar a deposição correta de colágeno.

A figura 12 representa a utilização de recursos manuais para o reparo tecidual.

Figura 12: Recurso terapêutico manual.



Fonte: Oliveira (2017).

2.4.5 Crioterapia

Em 1943 foi realizado o primeiro estudo, sendo investigado as consequências do gelo no metabolismo, com a redução em riscos de choque e do tecido no reimplante da pata em um animal traumatizado, sendo utilizada na redução de temperatura, trabalho realizado por Allen. Foi relatado também, por Fay e Henny a utilização do gelo na diminuição do quadro algico em tumores metastáticos, sendo observado também por Krieg a diminuição no uso de analgésicos em pacientes operados. Porém, apenas em 1946 nos Estados Unidos, obteve-se o primeiro relato sobre a utilização do gelo no que se refere aos seus efeitos terapêuticos (VIANA, 2015).

Já nos anos 50 a utilização do frio passou a ser aplicada de 24 a 72 horas após a lesão. E no ano de 1961 foi onde os profissionais da saúde iniciaram os estudos sobre o uso do frio em lesões esportivas, onde a aplicação do gelo foi se intensificando, ganhando espaço quase universalmente, baseando-se na justificativa de que com a aplicação do gelo há a diminuição do fluxo sanguíneo e assim, levando a redução do quadro hemorrágico seguindo então para o edema (FREITAS, 2017).

A abordagem da crioterapia, para atingir seu objetivo está relacionada com o tempo da sua aplicação, temperatura inicial, diferença entre as temperaturas agente refrigerante/tecido refrigerado, e localização e profundidade do tecido em relação á superfície. Para ocorrer essa beneficência terapêutica é necessário que a temperatura da pele diminua aproximadamente

13,8° assim ocorrendo a redução ideal do fluxo sanguíneo próximo a 14,4° para que então aconteça a analgesia (VIANA, 2015).

As respostas fisiológicas podem ser diversas, como alta rigidez tecidual, melhor propriocepção, diminuição da taxa de metabolismo celular, diminuição do espasmo muscular, vasoconstrição, redução no sangramento e/ou edema no local do trauma, aumento da ADM, relaxamento, entre outros. As técnicas mais utilizadas dentro da crioterapia é através da imersão, bolsas de gelo, compressas frias, sprays refrigerantes, frio/compressão/elevação, contraste e cryo 5 (CRUZ, 2019).

A utilização do frio tem indicações em tratamento como redução do edema e indução de relaxamento muscular, tratamento em dores musculoesqueléticas traumáticas e/ou inflamatórias, mas principalmente agudas. Sendo assim contraindicado diretamente em feridas abertas, em doença de raynauld, crioglobulinemia, hemoglobinúria paroxística, áreas anestesiadas ou com hipoestesia, em paciente com insuficiência cardíaca aguda ou crônica entre outras (FREITAS, 2017).

Já nas fases seguintes do processo cicatricial (proliferativa e, posteriormente, de remodelação), a aplicação de tal recurso não gera efeitos significativamente relevantes, que muitas vezes alcançam resultados melhores com outros recursos, ressaltando assim a importância de uma avaliação fidedigna do processo cicatricial e suas respectivas fases (CRUZ, 2019).

Olhando para o processo cicatricial dividido em suas respectivas fases, nota-se resultados significativamente positivo nas primeiras horas após a lesão, na fase inflamatória, visto que a lesão se encontra em um processo inflamatório agudo, com edema, calor tecidual, excesso de fluxo sanguíneo e quadro algico elevado. A aplicação de baixas temperaturas auxilia no controle e regulação das ações inflamatórias, levando a um processo mais saudável possível (VIANA, 2015).

A figura 13 abaixo está representando a aplicação do recurso apresentado e explicado anteriormente.

Figura 13: Bolsa de gelo.



Fonte: Viana (2015)

O mecanismo de ação da crioterapia no alívio da dor ainda não é evidente, mas de acordo com Leventhal, Bianchi e Oliveira (2010, p.340) sabe-se que “uma aplicação de frio com 20 minutos de duração pode reduzir a transmissão dos impulsos dolorosos, que perduram cerca de 30 minutos após sua retirada”, No entanto, segundo Freitas (2017) e Cruz (2019), também é recomendado a utilização da bolsa de gelo por, ao menos vinte minutos, a cada duas ou três horas, por considerarem que esse tipo de tratamento, mesmo simples, pode facilitar, propiciar excelentes resultados como, por exemplo, a diminuição do desconforto local e o tempo de cicatrização.

2.4.6 Laserterapia

O Laser é um recurso fisioterapêutico acompanhado e desenvolvido primeiramente pela área biomédica, embasando seus primeiros estudos no ano de 1960, pelo pesquisador Theodore Maiman, que resultou na publicação dos resultados científicos obtidos sobre o efeito do laser de baixa potência, no ano de 1983, por conta da irradiação do laser HeNe (Hélio-Neônio) sobre a ferida cutânea de ratos, com aplicação em 14 dias consecutivos (ANDRADE, 2014).

Observando os efeitos na utilização do Laser de baixa potência, nota-se o aumento da proliferação de linfócitos e sua proliferação e ativação; aumento da fagocitose dos macrófagos; aumento da secreção de fatores do aumento de fibroblastos e intensificação da reabsorção de fibrinas e de colágeno. Além dessas ações fisiológicas induzidas por este recurso, ele contribui também para a formação do tecido de granulação, que ocorre na fase proliferativa da cicatrização e, também, reduzem os mediadores inflamatórios locais, sendo um recurso direcionado principalmente para a segunda fase do processo cicatricial então (BERNARDES, 2018).

Em relação ao protocolo de irradiação, a utilização dos lasers pode distinguir-se em relação ao tipo de meio ativador, à potência e dose utilizada e, ainda, quanto ao modo, tempo de irradiação e número de aplicações (LIMA, 2018).

A primeira divisão das possíveis modulações de tal recurso é referente a classificação em alta e baixa potência, onde os de baixa potência são popularmente utilizados em protocolos de reparos teciduais, como por exemplo lesões musculares, nervosas, articulares, cutâneas e ósseas. Já a modulação em alta potência encaixa-se em protocolos de remoção, corte e coagulação de tecidos (ANDRADE, 2014).

Analisando os resultados fotobiológicos da aplicação da radiação Laser, foram coletadas informações e dividido em ações de curto e longo prazo, onde ações de curto prazo são aquelas coletadas após segundos ou minutos da aplicação, enquanto as ações de longo prazo podem demorar horas para apresentarem seus efeitos e, normalmente, envolvem a biossíntese celular (BERNARDES, 2018).

Com o passar do tempo e a intensificação das pesquisas e aplicações deste recurso extremamente positivo quando bem utilizado no reparo e potencialização de processos cicatriciais, desenvolveu-se grande variedade de Lasers a fim de melhorar todos os tipos de reparo, conseqüentes de diversos tipos de atos lesivos. Entre os mais conhecidos e utilizados atualmente estão: Hélio-Cádmio, Argon, Hélio-Neônio, Krypton, Arseneto de Gálio e Alumínio, CO₂ (LIMA, 2018).

Sabe-se então, que o sucesso da terapia de baixa potência e seus respectivos efeitos mostram-se dependentes do comprimento de onda, potência, dose e tempo aplicados. Além de uma avaliação correta e fidedigna do reparo tecidual e a fase que ele se encontra (ANDRADE, 2014).

A figura 14, a seguir, representa a aplicabilidade da Laserterapia e tecido cicatricial exagerado para redução de tal alteração.

Figura 14: Aplicação da Laserterapia.



Fonte: Izsak (2013).

O efeito da aplicação da laserterapia de baixa potência abrange efeitos envolventes de todas as fases do processo cicatricial, desde a fase inflamatória, com efeitos vasculares e celulares, controle dos sinais inflamatórios e estimulação da etapa celular. Na fase proliferativa, tal recurso atua com a estimulação da proliferação epitelial e dos fibroblastos, auxilia na formação, recrutamento e deposição de colágeno, na produção de elastina e proteoglicanos. E, por último, na fase de contração, a aplicabilidade da laserterapia direciona-se ao aumento vascular e auxílio na contração do tecido (BERNARDES, 2018).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo cicatricial é coordenado e marcado por suas fases fisiológicas sequenciais, que devem ser respeitados para resultar em uma cicatrização saudável. A intervenção fisioterapêutica volta-se a correção de uma cicatrização que não desempenha uma, ou mais, fases do reparo.

Sobre a cicatrização exagerada, vale ressaltar a importância da absorção do excesso de tecido resultante de um reparo tecidual que potencializou uma, ou mais, de suas fases, e do estímulo para o alinhamento adequado das fibras recrutadas.

Os recursos fisioterapêuticos abordados mostram os pontos positivos e negativos de suas aplicabilidades, ressaltando a importância de uma avaliação correta e objetiva sobre qual fase se encontra o reparo tecidual para poder aplicar o recurso que resultara em efeitos significativamente positivos, contribuindo assim para o desenvolvimento da cicatrização da forma mais saudável possível.

Para a fase inflamatória de um processo exagerado, os recursos que apresentaram efeitos mais relevantes e benéficos para a cicatrização foram a drenagem linfática, laserterapia de baixa potência, terapias compressivas e a crioterapia, visto que envolvem benefícios de controle dos sinais inflamatórios, além de auxiliar nas duas etapas que ocorrem fundamentalmente para uma fase inflamatória saudável, que é a etapa vascular e a etapa celular.

Já na fase proliferativa, os recursos mais influentes positivamente em reparos exagerados estão mais focados em respeitar a angiogênese, a fibroplasia e a reepitelização. Os recursos capazes de influenciar essas ações são a Liberação Tecidual Funcional, a cinesioterapia, a drenagem linfática e a laserterapia, ressaltando que com processos exagerados, os recursos adotados nessa fase necessitam estimular a absorção excessiva de colágeno e elastina, alinhar as fibras formadas para que trabalhem corretamente e, principalmente, devolver o movimento fisiológico da estrutura.

E, por último, mas não menos importante, a fase de remodelação do processo exagerado, que já apresenta características mais marcantes e teoricamente mais fácil de identificar tal alteração, sendo mais viável aplicar recursos que estimulam a absorção de colágeno e elastina excessivas na cicatriz, estimulem o alinhamento das fibras funcionais deste tecido e induzam ao retorno do movimento fisiológico. Lembrando que nesta fase ocorre a contração do tecido, aumentando a importância do retorno do movimento para evitar aderências e outras complicações.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. B. **Imagens termográficas do padrão de aquecimento em phantom de tripla camada irradiado por ultrassom terapêutico a 1 e 3 MHz.** 2013. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- ANDRADE, F. do S. da S. D.; CLARK, R. M. de O.; FERREIRA, M. L. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 41, p. 129-133, 2014.
- ARANTES, P. B., *et al.* Utilização da microcorrentes no processo de cicatrização. **Diálogos Interdisciplinares**, v. 7, n. 3, p. 215-222, 2018.
- BERNARDES, L. de O.; JURADO, S. R. Efeitos da laserterapia no tratamento de lesões por pressão: uma revisão sistemática. **Revista Cuidarte**, v. 9, n. 3, p. 2423-2434, 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.
- BRUNING, M. C. R., *et al.* Ultrassom terapêutico no tratamento da lesão muscular: revisão sistemática. **Revista Pesquisa em Fisioterapia**, v. 6, n. 4, 2016.
- BLUME, K. *et al.* Dosimetria proposta para o tratamento por ultra-som—uma revisão de literatura. **Fisioterapia em movimento**, v. 18, n. 3, 2017
- CHAGAS, J. B. W. **Expressão do colágeno tipo I e tipo III na banda anterior do ligamento glenoumeral inferior de fetos humanos.** 2018.
- COSTA, R. F.; MEJIA, D. P. M.; DA SILVA, M. J. O. **A fisioterapia dermatofuncional no tratamento da fibrose pós-operatória em cirurgia plástica corporal.** 2016.
- CRUZ, A. T., *et al.* Efeitos da crioterapia associada à cinesioterapia e da estimulação elétrica em pacientes hemiparéticos espásticos. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 26, p. 185-189, 2019.
- DA SILVA, M. D.; BRONGHOLI, K. **Drenagem linfática corporal no edema gestacional.** Santa Catarina: Universidade do Sul de Santa Catarina—UNISUL, 2012. Disponível em: <http://www.fisiotb.unisul.br/Tccs/04b/morgana/artigomorganaduarte.pdf>. Acesso em: 20/10/2021
- DE GODOY, J. M. P.; GODOY, M. de F. G. Drenagem linfática manual: novo conceito. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 1, p. 77-80, 2020.
- DE MACEDO, A. C. B.; DE OLIVEIRA, S. M. **A atuação da fisioterapia no pré e pós-operatório de cirurgia plástica corporal:** uma revisão de literatura. **Cadernos da Escola de Saúde**, v. 2, n. 4, 2010.
- FARCIC, T. S., *et al.* **Aplicação do ultrassom terapêutico no reparo tecidual do sistema musculoesquelético.** **Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde**, v. 37, n. 3, 2012.

- FERNANDES, W. S.; FERREIRA, R. C. A. Queloide: Uma Revisão dos Tratamentos Atualmente Disponíveis. **Rev. bras. ciênc. saúde**, p. 181-186, 2014.
- FERNANDES, L. C., *et al.* Ultrassom terapêutico para cicatrização de feridas: revisão sistemática. **ConScientiae Saúde**, v. 15, n. 3, p. 518-529, 2016.
- FILHO, G. B. **Bogliolo, patologia**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- FLORENTINO, D., *et al.* A fisioterapia no alívio da dor: uma visão reabilitadora em cuidados paliativos. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto (TÍTULO NÃO-CORRENTE)**, v. 11, n. 2, 2012.
- FLORES, A.; BRUM, K. O. de.; CARVALHO, R. M. de. Descriptive analysis of medical recommendation to aesthetic physical therapy in preoperative and postoperative periods of cosmetic plastic surgeries. **Revista O Mundo da Saúde**, v.35, n.4, São Paulo: 2011. Disponível em: <<http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo>>. Acesso em: 18/10/2021
- FREITAS, C.; LUZARDO FILHO, R. L. **Crioterapia: efeitos sobre as lesões musculares**. *Episteme Transversalis*, v. 4, n. 1, 2017.
- GARBUIO, D. C., *et al.* Instrumentos para avaliação da cicatrização de lesões de pele: revisão integrativa. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 20, 2018.
- GAUGLITZ, G. G., *et al.* **Hypertrophic scarring and keloids: pathomechanisms and current and emerging treatment strategies**. *Molecular medicine*, v. 17, n. 1, p. 113-125, 2011.
- GOMES, H., *et al.* **Pigment in western Iberian schematic rock art: an analytical approach**. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry: International Scientific Journal*, v. 15, n. 1, p. 163-175, 2015.
- GONÇALVES, C. S.; MADEIRA, J. C.; DA SILVA, M. D. **Terapia combinada associada à drenagem linfática reduz lipodistrofia localizada no abdômen de mulheres jovens**. *ConScientiae Saúde*, v. 16, n. 2, p. 281-288, 2017.
- GUEDES, D. P. F.; MEJIA, D. P. M. **Abordagens terapêuticas nas cicatrizes hipertróficas**. Pós-graduação em Fisioterapia Dermatofuncional–Faculdade Cambury, 2014.
- HARRIS, M. I. N. de C., *et al.* **Pele: estrutura, propriedade e envelhecimento**. São Paulo: Editora Senac, 2016.
- IZSAK, G. B. **Laserterapia Para Quelóides e Cicatrizes Hipertróficas**. Blog no WordPress.com. Yoga te faz bem, 2013. Disponível em: <<https://centercintas.wordpress.com/?s=aserterapia&submit.x=0&submit.y=0>>. Acesso em: 13/10/2021
- ISAAC, C., *et al.* Processo de cura das feridas: cicatrização fisiológica. **Revista de Medicina**, v. 89, n. 3-4, p. 125-131, 2010. Processo de cura das feridas: cicatrização fisiológica. *Comunicação & Educação*, 89(3-4), 125-131. <https://doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v89i3/4p125-131>

- ITAKURA, D. A., *et al.* Alteração da temperatura nos tecidos biológicos com a aplicação do ultrassom terapêutico: uma revisão. **Fisioterapia em Movimento**, v. 25, p. 857-868, 2012.
- KAREN, S. K. K.; BRANDÃO, B. J. F. **Queloides**: uma revisão breve. *BWS Journal*, v. 3, p. 1-11, 2020.
- LAUREANO, A.; RODRIGUES, A. M. **Cicatrização de feridas**. *Journal of the Portuguese Society of Dermatology and Venereology*, v. 69, n. 3, p. 355-355, 2011.
- LEAL, E. C.; CARVALHO, E. Cicatrização de feridas: o fisiológico e o patológico. **Revista Portuguesa de Diabetes**, v. 9, n. 3, p. 133-143, 2014.
- LIMA, N. E. P., *et al.* Laserterapia de baixa intensidade no tratamento de feridas e a atuação da enfermagem. **Rev. enferm. UFPI**, p. 50-56, 2018.
- LEVENTHAL, L. C.; BIANCHI, R. C.; OLIVEIRA, S. M. J. V. de. Ensaio clínico comparando três modalidades de crioterapia em mulheres não grávidas. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 44, p. 339-345, 2010.
- MACHADO, G. C., *et al.* Análise dos efeitos do ultrassom terapêutico e da eletrolipoforese nas alterações decorrentes do fibroedema gelóide. **Fisioterapia em movimento**, v. 24, p. 471-479, 2011.
- MARTINHO, P. J. de J.; GASPAR, P. J. S. Conhecimentos e práticas de Terapia Compressiva de enfermeiros de cuidados de saúde primários. **Revista de Enfermagem Referência**, v. 3, n. 6, p. 69-79, 2012.
- MEDEIROS, A. C.; DANTAS-FILHO, A. M. **Cicatrização das feridas cirúrgicas**. *Journal of surgical and clinical research*, v. 7, n. 2, p. 87-102, 2016.
- MIKESH, L. M. *et al.* **Proteomic anatomy of human skin**. *J. Proteomics*, v. 84, p. 190-200, 2013.
- MOREIRA, J. A. R.; GIUSTI, H. H. K. D.; UNIARARAS, H. O. A fisioterapia dermatofuncional no tratamento de estrias: Revisão de literatura. **Revista Científica da Uniararas**, v. 1, n. 2, 2013.
- NICOLOSI, J. T., *et al.* **Terapias compressivas no tratamento de úlcera venosa**: estudo bibliométrico. *Aquichán*, v. 15, n. 2, p. 283-295, 2015.
- OZOLINS, B. C., *et al.* Drenagem Linfática Clássica: revisão de literatura. **Revista Saúde em Foco**, n. 10, p. 319-323, 2018.
- OLIVEIRA, L. D. de. Fisioterapia especializada no reparo de cicatrizes. **Revista Saúde**, 2017. Disponível em: <https://rsaude.com.br/florianopolis/materia/fisioterapia-especializada-no-reparo-de-cicatrizes/14020?web=1&wdLOR=c25939F1C-855F-4C9F-BD7B-64BE3DDBFBF9>>. Acesso em: 29/10/2021

- PASSINI, A. P; AGACY, R. O. **Rede Nossa: Profilaxia de tromboembolismo em cirurgia plástica.** Revista Nossa, 2020. Disponível em: <<https://revistanossa.com.br/Artigos/Rede-Nossa:-Profilaxia-de-tromboembolismo-em-cirurgia-plastica>>. Acesso em: 13/10/2021
- PRENTICE, W. E. **Modalidades Terapêuticas para Fisioterapeutas-4.** AMGH Editora, 2014.
- PRISTO, I. **Cicatrização de feridas: fases e fatores de influência.** Acta Veterinaria Brasilica, v. 6, n. 4, p. 267-271, 2012.
- QUEIROZ, F. M., *et al.* Úlcera venosa e terapia compressiva para enfermeiros: desenvolvimento de curso online. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 25, p. 435-440, 2012.
- SALOMÉ, G. M.; FERREIRA, L. M. Qualidade de vida em pacientes com úlcera venosa em terapia compressiva por bota de Unna. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v. 27, p. 466-471, 2012.
- SANTOS, D. S., *et al.* Análise dos efeitos da cinesioterapia, laserterapia e eletroterapia no tratamento pós-cirúrgico de fratura da cabeça do rádio proximal no idoso: Um estudo de caso. **Tópicos em Ciências da Saúde**, v. 11, p. 20-27, 2019.
- SDREGOTTI, A. L.; SOUZA, D. de.; PAULA, V. B. de. **A importância da Atuação do Tecnólogo em Estética na ação conjunta com o Cirurgião Plástico, diante das Intercorrências em Procedimentos de Pós-Operatório de Cirurgias Plásticas Estéticas.** Santa Catarina: Universidade do vale de Itajai, 2010.
- TIVERON, L. R. da C. C., *et al.* **High in situ mRNA levels of IL-22, TFG- β , and ARG-1 in keloid scars.** Immunobiology, v. 223, n. 12, p. 812-817, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0171298518300950>>. Acesso em: 10/10/2021
- VENUS, M., *et al.* **Basic physiology of the skin.** Surgery, v. 29, n. 10, p. 471-474, 2013.
- VIANA, D. F. de M. **Crioterapia: História, Efeitos Fisiológicos e a Eficácia das suas Técnicas: Uma Revisão de Literatura.** Matinhos, 2015. Disponível em: <<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/42147/Daiane%20Fabiula%20de%20Melo%20Viana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 16/10/2021
- VIEIRA, T. S.; NETZ, D. J. **A formação da fibrose cicatricial no pós-cirúrgico de cirurgia estética e seus possíveis tratamentos:** artigo de revisão. Balneário Camboriu: Universidade do Vale do Itajai, 2012. Disponível em: <<http://siaibib01.univali.br/pdf/Tauana%20Sofia%20Vieira.pdf>>. Acesso em: 22/10/2021