



BENEFITS OF LASERTHERAPY IN BONE SURGERY AND IMPLANTODONTICS

Marleny Elizabeth Martinez Gerbi, PhD, Antônio Luiz Barbosa Pinheiro, PhD, Vanda Sanderana Macedo Carneiro, Ms., Alexandrino Pereira dos Santos-Neto, Esp.

It is essential to perform the dental implant if we observe the quantity and quality of the bone remaining in the patient, because the main determinant factors in the prognosis of successful implants are: the professional's experience and the amount of bone available in the patient.

Bone cavities, under normal conditions and provided that the etiological agent has been eliminated, are repaired through a natural biological process. The extent and speed of repair, however, depend on the anatomical location; etiological agent; the size of the lesion; and the biological characteristics of each individual. Therefore, a long period of time may be necessary for the complexon of the repair process, thus exposing the patient to unnecessary risk and discomfort.

Edentulism is one of the most frequent problems that affects the elderly population and results in pathophysiological changes of the maxillary edges and the modification of its structure.

The advent of dental implants revolutionized the direction of dentistry in the last two decades of the 20th century when its clinical indication was universalized, thus covering oral rehabilitation in individuals totally or partially toothless.

Research has shown a good acceptance of most of the materials used in the manufacture of dental implants, which should be biocompatible with tissues since the success of the procedure depends on the implant-tissue interaction. The indications of dental implants require careful planning and careful analysis of several factors, among which stand out: the evaluation of the quantity and quality of bone tissue in the implant receiving area and anatomical accidents that limit the application of techniques in conventional implantodontia.

***Correspondence to Author:**

Marleny Elizabeth Martinez Gerbi, PhD, Antônio Luiz Barbosa Pinheiro, PhD, Vanda Sanderana Macedo Carneiro, Ms., Alexandrino Pereira dos Santos-Neto, Esp.

How to cite this article:

Marleny Elizabeth Martinez Gerbi, Antônio Luiz Barbosa Pinheiro, Vanda Sanderana Macedo Carneiro, Alexandrino Pereira dos Santos-Neto. BENEFITS OF LASERTHERAPY IN BONE SURGERY AND IMPLANTODONTICS. American Journal of Surgical Research and Reviews, 2019, 2:9.

 **eSciPub**
 eSciPub LLC, Houston, TX USA.
 Website: <https://escipub.com/>
 By using the site/services, you are agreeing to our Policies:
<https://escipub.com/terms-privacy-policy-disclaimer/>

Another technique used alone or associated with Implantodontia is grafting in order to obtain a healing that trains quality bone capable of supporting loads without compromising the implant. Initially, we chose the use of autogenous bone grafts, but despite their biological advantages, such as the almost complete absence of rejection, this technique presents certain drawbacks such as: the need for hospitalization; intervention in other areas of the body; morbidity of the donor area; longer convalescence period; risks of infection; and progressive and constant resorption of the graft. In a second phase, allografts were used, which are biomaterials with bone intake capacity, obtained through the osteoconduction process. In this case, the graft serves as a mold or framework for cell migration and bone tissue deposition on its surface, as an example of allografts, calcium phosphates and mineral bone matrix can be cited.

Another possible process is osteoinduction which is a complex mechanism where there is a need for release of mediators to induce bone formation, such as morphogenetic bone proteins (BMPs); organic bone matrix; growth factors; platelet-rich plasma; and so on. These mediators aim to induce the organism to accelerate the proliferation and differentiation of undifferentiated mesenchymal cells in osteogenic cells, thus reducing the period of bone repair.

Currently, research is being developed in order to study the mechanism of the biostimulant/biomodulator effect of Laser therapy in tissue repair, both in soft tissues and mineralized tissues. In Implantodontia, laser gained primary indication due to the positive effects demonstrated in scientific research such as: acceleration in bone repair and consequent reduction of waiting time for the placement of the suprastructure and reduction of pain and inflammation, reducing discomfort for the patient.

Light, since the beginning of civilization, has been used for therapeutic purposes. The Greeks used it in Heliotherapy, and the Chinese used sunlight to treat skin diseases, cancer and even psychosis. Undoubtedly, one of the great technological advances in the medical, dental, space exploration, telecommunications, etc. in this century, was the development of Laser devices, functioning as a light source of unique characteristics (monochromaticity, intensity, coherence, brightness, collimation, unidirectionality and parallelism). The Laser is related to the basic characteristics of matter and has special properties that make it an excellent instrument for scientific and clinical use.

BONE REPAIR

Bone tissue is of the specialized connective type, because it is mineralized in its intercellular organic matrix and presents all other tissue characteristics such as the presence of cells and interstitial fluid, in addition to vascularization and innervation.

The main cells that make up bone tissue are: Osteoblasts: Cells that synthesize the organic part of the bone matrix.

Osteoblasts at the moment they are completely surrounded by bone matrix give rise to osteocytes;

Osteocytes: These are cells located in cavities or gaps within bone trabeculae. They are associated with the nutrition of trabeculae and have cytoplasmic prolongations that connect each other;

Osteoclasts: Cells that participate in bone tissue resorption processes. They are giant, multinucleated cells, widely branched, derived from the fusion of monocytes that pass through the blood capillaries. These cells, through enzymatic action, excavate the bone matrix, forming depressions known as resorption surfaces or Howship gaps.

Events that occur during normal healing of soft tissue wounds such as inflammation, fibroplasia and remodeling also occur during bone repair, but in contrast to soft tissues, osteoblasts and

osteoclasts act in the reconstruction and remodeling of injured bone tissue.

The repair process begins immediately after surgical or traumatic tissue injury. The destruction of the vascular network promotes immediate tissue anoxia and the vessels enter a state of regurgitation by vasodilation. Local bleeding will flood the injured site and the clot, formed and retracted, will delimit the site where the inflammatory reaction process followed by the scar reaction will begin. The fibrin network will serve as a framework for the translocation of cells that will act in the process of bone and adjacent tissue recovery. It is possible that the first structure to interfere in the tissue recovery process is the platelet, which will suffer cytoplasmic degradation, releasing the granules that, extruded and free in the injured environment, will release growth factors such as PGDF and TGF β 1 and β 2, among others.

The release of growth factors and other angiogenic mediators influences the differentiation of osteoblasts both in vitro and in vivo. It is tissue hypoxia that leads the regulation of the production and function of angiogenic factors, as well as their receptors, in an attempt to restore blood supply in the injured area. It is known that vessels are important components in bone formation and maintenance. The cortical bone has in the Havers canals its main pathway of nutrition. Through Volkman's nutrients, cytokines and their beacons reach the osteoblasts and osteocytes.

Although functionally complex bone tissue is formed by an organic matrix (about 35 %) and inorganic elements (about 65%). This proportion of inorganic matter occurs because bone tissue is the only one to undergo mineralization through calcium hydroxyapatite. Organic elements include bone cells and bone matrix proteins. Osteoprogenitor cells are pluripotent mesenchymal cells with great mitotic potential; are abundant on all bone surfaces; has receptors for growth factors; they give rise to osteoblasts that accumulate on the bone surface

and synthesize, transport and release proteins from the matrix and initiate mineralization. Osteoblasts have receptors for parathyroid hormone, vitamin D, estrogen, cytokines and CFS (growth factor stimulator).

Osteocytes are the result of osteoblast straps by the mineralized matrix and are closely linked to the bone matrix and interfere with the metabolism of bone Ca++ and P++ and are able to communicate with each other to maintain normal bone functions. Osteoclasts are multinucleated cells derived from monocytic granulocytic precursors of the bone marrow. With a lysosome simulacrum, they use a hydrogen bomb to acidify and solubilize the mineral structure and release proteolytic enzymes that denature matrix proteins, which are therefore bone-destroying cells. However, osteoclasts initiate the release of growth factors, conditioning the remodeling process.

INFLAMMATORY PHASE

The inflammatory phase of repair is characterized by the formation of a blood clot that surrounds the bone surfaces at the site of trauma, extending through the periosteum and nearby medullary cavities, accompanied by edema. Thus, an acute inflammatory process with great mobilization of neutrophils and macrophages is established, caused by the release of chemotactic substances, that is, substances that cause a cellular migration to the injured site.

Then, the removal of the clot from the necrotic regions with dead osteocytes that arise on the bone surfaces of the lesion begins, through phagocytosis, in which it is divided into three processes: initially neutrophils and macrophages that recognize and encompass the aggressor agent, then the encompassing occurs with the formation of the phagocytic vacuole and finally the destruction or degradation of the ingested material. The clot is the support for the migration of cells associated with the healing process. It is a temporary structure, being gradually replaced by granulation tissue, then becomes organized by

the invasion of fibroblasts that grow in the fibrin network.

REPAIR PHASE

The restorative phase begins with the appearance of a large number of collagen-producing fibroblasts responsible for the formation of a fibrous callus, in which collagen fibers involve the injured region trying to offer a certain degree of local immobility. As the macrophages continue to take action, reabsorbing clot and necrotic bone tissue, a new capillary network gradually arises from the remaining endothelial cells of ruptured vessels and undifferentiated mesenchymal cells, invading the clot region along with fibroblasts and osteoblasts for rapid neoformation of a new bone tissue at the injured site, through an intramembranous (direct) or endochondral (indirect) ossification process, resulting in immature bone.

Osteoprogenitor cells or bone lining cells are generally located in the vicinity of blood vessels near a bone surface, can stay at rest or enter into activity to produce bone, hence the name osteoprogenitor. Bone formation depends on two indispensable prerequisites: ample vascular supply and mechanical support. It is formed on cortical surfaces during wound repair, growth and biomechanical adaptation. When the bone remodels adjacent to the implant, the cementing substance can provide mechanical bone support to the implant surface.

REMODELING PHASE

The remodeling sequence begins with an activation phase, followed by a resorption phase, quiescence phase and bone formation phase. The average duration of this cycle increases proportionally with the size of the animal. In a study on peri-implant healing and interface development, implants covered with tricalcium phosphate were used in rabbits and classified bone transformation periods into four stages, such as: Stage 1 (0 to 2 weeks) an embryonic bone layer is formed; Stage 2 (2 to 6 weeks) happens at lame compaction, when the

embryonic bone becomes mature and achieves sufficient resistance to withstand loads;

Stage 3 (2 to 6 weeks) begins at the same time that the embryonic bone completes lame compaction (stage 2), but there are a number of morphologically distinct events where, for example, the pre-existing embryonic bone begins to be reabsorbed and the devitalized interface remodeling occurs; and Stage 4 (6 to 18 weeks) the compact bone surface will mature by a series of interface remodeling, adjacent bone and complete resorption of the embryonic bone.

THE BONE MATRIX

Bone matrix is, in general, the result of the secretion of products by bone cells (osteoblasts) and their mineralization. It consists of 33% organic matrix, of which 28% is collagen, mainly type I, and the remaining 5% is non-collagenous proteins. The matrix is permeated by calcium deficient hydroxyapatite crystals that make up the remaining 67%. Among the non-collagenous proteins stand out: osteonectin, osteocalcin, proteoglycans, sialoproteins, glycoproteins and phosphoproteins. Osteocalcin (Gla-protein) is a specific protein for bone, synthesized by osteoblasts and its concentration in serum seems to reflect bone formation and osteonectin is a phosphorylated glycoprotein, responsible for the union of apatite to collagen.

Surgical insertion of the dental implant triggers an osteogenic response, largely driven by local cytokines and growth factors. The initial healing response apparently does not depend on direct mechanical control, as the bone heals optimally in the absence of functional load. In fact, the relatively load-free healing phase is preferable for bone discontinuities such as fractures or dental implant interfaces.

LASER BIOSTIMULATION AND BONE REPAIR

Laser therapy has been associated with a variety of biological effects, such as increased epithelial and fibroblastic proliferation, stimulation of collagen production and

phagocytic activity, as well as the production of endorphins. Laser biomodulation was introduced in Europe over 20 years ago. Many Russian, Hungarian and Austrian researchers used non-ablative lasers to irradiate skin wounds, aiming to accelerate the healing process.

Several authors have demonstrated, in *in vitro* studies, the "biostimulation" or biomodulation caused by laser therapy in cell proliferation.

One study verified the action of 500mW irradiation with λ 830nm Laser (10 minutes, 3.82J/cm²) with irradiation on days 1, 6, 12 and 15 in various cultures of rat osteoblasts. The results showed that irradiation promoted greater cell proliferation and increased alkaline phosphatase, with the presence of higher positive osteocalcin cells in the irradiated group, this fact is important because these cells are precursors of bone nodules. The authors highlighted that there was stimulation of cellular proliferation of Osteoblasts in early stages and that irradiation caused a stimulus in cell differentiation, perceived by the greater differentiation of osteoblastic cells and increase in bone formation.

In an *In Vitro* study on the "biostimulation", by a diode laser (λ 690nm, 21mW, 1.6J/cm²), of osteoblasts derived from mesenchymal cells using cells from the femoral epiphysis of young rats removed and marked with Tetracycline, the exam Microscopic examination revealed a greater growth (10-15 %) of the irradiated cell populations after 12 days, compared to the control groups, showing that the Laser light produced a significant biostimulatory effect on the production of bone matrix.

Infrared laser therapy has been successfully used in several medical-dental applications in mineralized tissues, such as a study that used the λ 904nm laser with an energy density of 20J/cm² and a power density of 0.025W/cm² during five minutes, in a single application, in animals after tooth removal, seven days after tooth removal, the animals were sacrificed and histopathological examination of the alveolar

bone was performed. It was observed that the effect of irradiation was beneficial, due to the proliferation of fibroblasts and greater formation of osteoid tissue (neoformed bone), that is, there was formation of bone trabeculae and faster ossification in the irradiated group when compared to the control.

A study with non-ablative laser irradiation in bone repair of rats used 30 Wistar rats, which were irradiated with HeNe Laser (λ 632.8nm, 4J/cm²) on the 2nd, 4th, 6th, 8th day after surgery. Raman spectroscopy showed that irradiated samples showed a more evident concentration of hydroxyapatite 15 days after surgery. In another study using the Raman Spectroscopy technique (λ 830nm, 100mW,) a greater amount of calcium hydroxyapatite (HAC) was also observed in irradiated animals (λ 632.8nm, 4J/cm²) when compared to controls after 15 days.

Another study obtained good results in the bone regeneration of palatal sutures using a λ 830nm Laser, after palatal disjunction in rats. Irradiations with a dose of 35.3J/cm² and power of 100mW were carried out over the region where the expansion took about seven days (three to 10 minutes per day), three days (seven minutes per day, during days 0-2 or 4-6), and one day (21 minutes). Bone regeneration in the palatal suture, evaluated by histomorphometry, revealed greater regeneration in the group treated for seven days, demonstrating the relationship between dose and intensity of repair. Irradiation during the initial expansion period (days zero to two) was more effective, whereas later (days four to six) the irradiation had no effect on bone regeneration. These findings suggest that non-ablative laser can accelerate bone regeneration in the palatal suture during rapid palatal expansion and that this effect is not only dependent on the total laser irradiation dose, but also on the time and frequency of irradiation.

Our team conducted a study to assess the effect of λ 830nm diode laser on biomodulation of bone

healing. Cavities were made in the femur of rats, which were irradiated with a dose of 4.8J/cm², power of 40mW in continuous mode. The irradiations continued three times a week, making a total of 12 applications (57.6J/cm²) in one of the groups treated and sacrificed in 28 days; three applications (14.4J/cm²) in the other group treated and sacrificed in seven days. Histomorphometric evaluation showed that the area of bone neoformation in the seven-day group increased significantly compared to the same area in the control group. In the 28-day group, there were no statistically significant differences in relation to its control.

A pioneering study by our team whose objective was to histologically evaluate the influence of laser radiation (GaAlAs, λ 830nm, 50mW, CW) on the bone healing process of surgical wounds in the femur of rats submitted to autogenous bone graft. In this study, 60 Wistar rats were divided into four groups, with 15 specimens each: G1 (control group); G2 (radiation in the surgical site); G3 (radiation in the bone graft) and G4 (radiation in the surgical site and in the bone graft). The radiation dose, during the surgery, was 10J/cm², applied over the surgical pocket (G2 and G4) and over the bone graft (G3 and G4). All animals, with the exception of the control group, were irradiated for 15 days, every 48 hours, with a dose of 10J/cm² (4 x 2.5J/cm²), at four different points, with observation periods of 15, 21 and 30 days. The results of this study showed that the group where the laser was applied in the surgical pocket, during the trans-operative period (G2), presented a more advanced bone resorption activity, as well as a more exuberant bone neoformation activity, both qualitatively and quantitatively. at 15 days of the experiment, when compared with the control group (G1) and with the group in which intraoperative radiation was performed only on the bone graft (G3). This pattern of intense bone remodeling activity was also seen in the group that received laser light radiation, in the surgical site and in the bone graft, during surgery (G4).

The group with intraoperative radiation on bone graft (G3) had a more expressive pattern of bone graft resorption among all other groups. In this group (G3), it was also observed that bone neoformation did not occur at the expense of the graft, but rather, predominantly from the bone marrow, reaching a more expressive and organized form only at the 30th day of the experiment. Although not marked, the group (G3) also presented a moderate inflammatory process, different from the other three groups, which presented a mild inflammatory process. All experimental groups showed greater bone remodeling activity in the early periods of the experiment (15 days), with a tendency to stabilize from 21 to 30 days, which may confirm the Laser action, in the early stages, in stimulating cell proliferation. KARU (1989) reported that the magnitude of the biostimulation effect depends on the physiological stage of the cell at the time of radiation, which could explain why the biomodulation effect is not always possible. OZAWA et al. (1998) emphasized that the stimulating action of laser radiation occurs during the initial stages of proliferation and initial differentiation into immature precursor cells, but does not occur during the more advanced stages. In this study, this mechanism may explain the difference observed between intraoperative radiation in the surgical site and in the bone graft, because in the groups in which the radiation was performed directly on the bone marrow (G2 and G4), containing immature cells, the effect of biomodulation was more evident when compared to the group in which the laser was applied, in the trans-operative period, on the bone graft (G3). The results allowed us to conclude that laser (GaAlAs) has a positive biomodulation effect on the bone healing process in bone grafts, when applied transoperatively.

The biological responses of cells to laser in visible and near infrared occur due to physical and/or chemical changes in photoreceptor molecules, components of the respiratory chain. Cells with a pH below normal are considered

very sensitive for light stimulation with their parameters optimal or close to optimal, as the redox regulation mechanism is of fundamental importance for some irradiation effects, for example, positive results in wound treatment, inflammation chronic and ischemia, all characterized by acidosis and hypoxia.

The classic effect of biomodulation is through visible laser (photochemical effect), but currently studies show better results for the treatment of bone tissue, through infrared laser (photophysical effect), as this has a high penetration into tissues and the effects are more effective at longer wavelengths compared to lasers emitting at shorter wavelengths and, furthermore, irradiation must take place in the early stages of repair. It remains uncertain whether stimulation of bone formation is a general effect on mesenchymal cells or whether direct stimulation of osteoblasts by laser therapy is possible. In this context, more studies are being carried out to properly elucidate the mechanisms of action of the Laser light on bone tissue under repair.

LASERTHERAPY IMPLANTATION

With the advent of Implantology, Laser Therapy gained primordial indication and became one more treatment option that can be offered to the patient in the daily clinic. It is observed that clinicians from all areas are increasingly integrating this new work tool. As with any technique, however, it is essential to know its basic principles well, mainly because the effects and mechanism of action of the Laser are much more complex than, for example, those of an ultraviolet light or an ultrasound device.

As with any therapy, so that it can be used well and to reach a satisfactory result in the treatment, it is essential to know its basic principles, mainly because of the effects and mechanisms of action of Laser light; It is also important to know the technique well, as well as the pathology and the patient, which can only be achieved with a good anamnesis and a thorough clinical examination. In modern times, Laser

Therapy represents an extraordinary option available in the daily dental clinic in the most diverse specialties.

Biological tissues are not optically homogeneous. All electromagnetic radiation, when falling on any surface, unfolds, one part reflects and the other is absorbed. When we irradiate tissue with a Laser, we introduce energy into a living biological system that uses and transforms this energy for its use. The power dose (DP) or energy density is the most important parameter in laser therapy.

When the Laser focuses with a high DP, a molecular vibration is produced, generating heat; however, if the PD is low, the mechanisms are more complex. There are excited electronic states that provoke chemical reactions of different natures. In general, there is a coincidence in stating that there is an optical window between $\lambda 600$ and $\lambda 1300\text{nm}$. The skin is the main barrier against radiation. Most of the energy provided by ultraviolet (UV) radiation is absorbed at this level by various molecules. On the other hand, for radiation in the visible and infrared (IR) spectrum, there is less absorption and greater transmission to deeper tissues.

The therapeutic efficacy of non-ablative lasers does not correspond to the level of penetration observed. The chain reaction, once the photon is constituted as a stable product and it enters the metabolic pathways, would explain the clinical results, in which therapeutic effects are obtained on pathologies located at a depth of several centimeters. Laser monochromaticity determines the selective absorption by the chromophores that respond to one or several wavelengths, a phenomenon known as resonance at a certain frequency. Unidirectionality and coherence are characteristics that allow for a high DP, observing different local reactions.

The absorption of laser photons at low DP in a biological system is of a non-coherent nature. The coherence of light is lost in the first layers of the skin, due to dispersion, before photons are absorbed by chromophores such as melanin,

hemoglobin, hemomolecules, porphyrins, cytochrome oxidase, etc. Absorption by these specific intracellular biomolecules stimulates or inhibits enzymatic activities and photochemical reactions, which will determine photodynamic changes in complex chains and basic molecules of physiological processes with therapeutic connotations.

Laser therapy is still very little explored in Brazil, despite the efforts of great specialists in its dissemination. In the field of Implantology, the use of laser is still inexpressive, although its beneficial effect on the bone-mechanical interlocking of dental implants is known. Experimentally adopting Laser Therapy after implant placement, he observed clinically and histologically better repair of the bone tissue around the implant. In rabbit mandibles submitted to implants coated with hydroxyapatite, the irradiated group (λ 632.8nm - 100mW-10 min – 5J/cm²) presented, after three weeks, a greater amount of calcium around the implant and better quality of bone tissue. Evaluating peri-implant bone biostimulation by scanning electron microscopy (SEM) in tibia of dogs with Diode Laser (λ 830nm - 40mW, 4.8J/cm²), 6 applications in two weeks, it was obtained better bone healing, greater vascularization and one more compact lamellar arrangement, especially in the upper and middle thirds of the implant in irradiated animals. This may be due to the length of the implant, which was 9mm, and the Laser's diffusion cone is around 6mm.

Also evaluating the effect of Laser Therapy on implants in rabbit tibias (λ 830nm - 85J/cm², application in four points for 15 days / 48 hours between sessions) on implant osseointegration by monitoring Calcium Hydroxyapatite (HAC) in cortical bone by SEM at the interface between the implant and the bone tissue, an equal incorporation of CAH was observed between 15 and 30 days, but from 30 to 45 days, the irradiated animals presented a high concentration of CAH, compared to controls.

Using laser therapy with GaAlAs (λ 790nm, 30mW) in 300 applications for 10 months, in patients irradiated before, during and after receiving implants, it was observed that the irradiated patients did not present painful sensitivity and tissue repair was better compared to those who did not. irradiated, due to the acceleration of cell mitosis, increased vascularization in the region, formation of granulation tissue and collagen production. Patients submitted to dental implants and then irradiated present reduced edema and lessened pain. In addition, irradiation 48 and 72 hours after surgery showed a biostimulation effect confirmed by the reduction in the period of healing and peri-implant bone neoformation, thus reducing the waiting period for placement of the superstructure by 30 to 40% about implants.

The analgesic and anti-inflammatory effects have been previously evaluated by several authors in implanted and irradiated patients. In a study that observed patients who underwent dental implants and then underwent Laser Therapy (λ 670nm,30mW,3J/cm² - three applications), there was a reduction in edema and pain attenuation, in addition to a biostimulating effect in the group that received 48 and 72-hour irradiation after surgery. The results were equivalent when compared with the group submitted to analgesic and anti-inflammatory medication, suggesting the replacement of drug therapy, thus avoiding undesirable side effects of the drugs. This further reinforces the benefit of Laser light in the dental clinic, especially in the postoperative period of surgeries, including those for the placement of dental implants.

Even with the limited, but growing, number of works on the use of Laser Therapy in Implantology, it is extremely important that Implantodontists have access to specific literature that can show the benefits of Laser Therapy in bone-mechanical implant embedding processes. Aiming to improve procedures; the reduction of post-implant symptoms (pain, edema and inflammation); promote a more

comfortable postoperative (PO) period; favoring the osteomechanical interlocking process (30% to 35% faster) and anticipating the placement of the suprastructure (by reducing the period of healing and peri-implant bone neoformation by 30 to 40%, waiting period for the placement of the suprastructure). structure over implants).

Furthermore, the possibility of an osteomechanical interlocking is an essential process for the success of the procedure. This process is directly related to the repair capacity of bone tissue, depending on bone quantity and quality, mechanical stability and blood supply to the area. Since the problem of the biocompatibility of implants has been solved for a long time, well-planned and conveniently executed Laser Therapy can decisively contribute, as its ability to produce biostimulating effects would act by exciting the bone tissue to undergo repair more quickly, stimulating the bone tissue and triggering the cellular response cascade (increase in the number of cell mitoses and, therefore, proliferation of osteogenic and angiogenic cells, accelerating the bone repair process, as well as soft tissue).

In practice, the waiting time for the introduction of the functional prosthesis would be shorter, with benefits for patients and professionals. Therefore, Laser Therapy constitutes another tool available to this dental specialty, contributing to the bone-mechanical interlocking process of dental implants, even in the placement of immediate loading implants, as although it is a different technique, the process is the bone repair period is the same, so the laser therapy application protocol is also the same.

As in any other area of activity, in Laser Therapy it is essential to have adequate knowledge of the properties of Laser radiation, as well as the radiation parameters such as wavelength, power density, energy density, radiation frequency, forms of emission, forms of application among others. Knowledge of safety standards and efficient training in the area are essential for any professional who wishes to use the Laser in their

clinic. The field of Implantology is a very wide field of research, as it has a direct influence on the success of surgeries for implant placement. Bone healing, regardless of the agent inducing the bone injury, results in a series of similar repair events. Events that occur during the routine healing of soft tissue wounds such as inflammation, fibroplasia and remodeling also occur during bone repair, but in contrast to soft tissue, Osteoblasts and Osteoclasts act in the reconstruction and remodeling of the injured bone tissue. Embryonic bone is a highly cellular tissue with rapid formation, but little mineralized, with randomly oriented fibers and little resistance. It is then replaced by mature or lamellar bone, capable of supporting functional loads without compromising the implant. After laser irradiation, a significant increase occurs in the concentration of collagen fibers, which are oriented in an organized way, promoting a repair with a more compact, more vascularized lamellar bone arrangement, reaching a better quality peri-implant tissue pattern, essential for the success of Implantology.

The quality of bone tissue seems to be one of the main determinants of failures in implant placement. Several studies have shown that implants placed in bone types I (homogeneous cortical bone), II (thick cortical bone with medullary cavity) and III (thin cortical bone with dense and firm trabeculae) offer better support, with only 3% of failures, while those inserted in type IV bone (bone with thin cortical and loose trabecular meshwork) showed approximately 35% failure. Therefore, the pre-surgical determination of bone tissue quality must be effective to prevent failure.

OTHER EFFECTS OF VALUE LASERTHERAPY FOR IMPLANTODONTY

Analgesic Effect

The bucofacial region is highly susceptible to painful stimuli due to extensive sensory somatic innervation and sensory functions that are concentrated in the head and neck. Free nerve endings (receptors) are specific for pain,

although there is no specific stimulus for these receptors. The stimulation of these free nerve endings occurs through the release of algesic substances, which are bioactive chemical factors. Among them we can mention histamine, serotonin, prostaglandins (derived from Arachidonic acid), and plasma kinins, such as bradykinins.

The mechanism of action of prostaglandins in pain seems to be indirect, facilitating the action of other chemical or mechanical analgesic factors, such as Bradykinin. Prostaglandin does not cause pain in the absence of bradykinin, since bradykinin has a negligible effect if prostaglandins are not present. It is believed that, similarly to non-opioid analgesics, laser therapy reduces pain intensity and analgesia, acting by inhibiting the action of the cyclooxygenase enzyme, interrupting the conversion of arachidonic acid into prostaglandin.

On the other hand, endorphins, represented by enkephalins and β -endorphins, can be considered as physiological analgesic factors, whose function is to modulate pain at the level of the CNS (Central Nervous System). They are produced only when there is painful excitement. Previous studies have shown that after the application of Laser Therapy, there is an increase in the release of β -endorphins at the level of the cerebrospinal fluid, indicating that the increase in this endogenous peptide is responsible for the analgesic effect of Laser energy.

Laser therapy also works in favor of maintaining the membrane potential, preventing its depolarization, by increasing the synthesis of ATP, energy used by nerve fibers to expel Na^+ in the Na^+ and K^+ pump. Thus, the Laser energy acts as a balancing factor for the resting membrane potential, making it difficult to transmit the local painful stimulus.

Anti-inflammatory effect

Chemical compounds derived from plasma or tissue are the main link between the occurrence

of injury and the onset of the phenomena that constitute inflammation. Worthy of mention are the vasoactive amines: histamine and serotonin. Histamine is widely distributed in tissues; its major sources are mast cells, which are normally present in connective tissue adjacent to blood vessels. Preformed histamine is present in granules in mast cells and is released by degranulation of these, dilating the arterioles and increasing the permeability of the venules. It is the main immediate mediator of vascular permeability and opening of the interendothelial junction. Serotonin does not have a well-defined role as a mediator in man. The kinin system, when activated, leads to the formation of bradykinin, which produces arteriolar dilatation, increased venule permeability and contraction of extravascular smooth muscle. It is the most potent known mediator of the early phase of vascular permeability.

Prostaglandins are derived from the action of cyclooxygenase on Arachidonic acid, produced by the lysosomal phospholipase activity of neutrophils on the phospholipids of damaged membranes. They are powerful vasodilators, with a predominant effect on arterioles and, unlike Histamine, they produce slow vasodilation, which lasts about 10 hours, potentiating the action of histamine.

The action of laser radiation promotes a significant increase in mast cell degranulation, increasing the release of histamine, which causes local circulatory changes, basically represented by vasodilation and increased vascular permeability, which are often desirable as a therapeutic measure in numerous clinical conditions. It also acts as an anti-inflammatory, inhibiting and blocking the action of the cyclooxygenase enzyme on Arachidonic acid, preventing its transformation into prostaglandins.

Anti-oedematous effect

One of the results of the inflammatory process is the appearance of edema, consequent to the increased permeability of venules and plasma leakage. During plasma extravasation, the

presence of perinogen determines the clotting of extracellular fluid, constituting a defense reaction with the purpose of isolating the injured area. The anti-edematous action of Laser Therapy is manifested through two important phenomena: the stimulus to micro-circulation that will provide better conditions for drainage of the plasma that forms the edema, and the fibrinolytic action, which will provide effective resolution of the isolation provided by plasma coagulation.

Currently, implants used in oral rehabilitation require an average period of four months in the mandible and six months in the maxilla for bone embidment. Only then and after clinical radiographic evaluation can they be loaded with the placement of prostheses. The presence of mobility indicates the presence of soft tissue in the peri-implant region, and its absence is an important criterion for success. The stability of the implant during the healing phase also depends on the quantity and quality of the bone. Successful bone interlocking is one in which there is an interlock between the bone and the implant, which supports load conditions, mechanically closer to an ankylosed root than to a normal root.

Laser therapy is one of the modern tools that we can use in our daily work. However, the non-ablative laser effect mechanism is complex, which makes its understanding difficult. Laser therapy is another treatment option that can be offered to the patient on a daily basis. The understanding of the phenomena that involve the interaction between different lasers and tissues is mainly based on the understanding of the reactions that can be induced in these tissues by laser light. Currently, Laser Therapy is used for the treatment of various pathologies of the maxillofacial complex. However, its effects are still controversial in some areas, such as, for example, on the cellular biomodulation process, showing stimulatory, inhibitory effects or even lack of effect.

Some previous studies have demonstrated a positive biomodulatory effect of laser on bone,

reflecting that undifferentiated mesenchymal cells can be positively biomodulated to transform into Osteoblasts which can transform into Osteocytes more quickly. This is evidenced by several studies in which Laser Therapy has been successfully used in the treatment of fractures, bone defects, after extractions and after implant placement. On the other hand, laser therapy seems to be ineffective when used in normal tissues, requiring some kind of deficiency for the biomodulatory effects to be visible. Osteogenic potential depends on several genetic, systemic and local inducing factors. However, laser therapy can increase the production of bone matrix by improving local vascularization and anti-inflammatory effect, which result in an increase in the release of mediators and local micro-circulation, which accelerated healing. It has been suggested that PGE2 activates healing and that laser therapy increases its levels; it is also produced by osteoblasts and its effects can be therapeutic or adverse.

In Implantology, Laser Therapy should be used for two weeks with applications every 48 hours, a period in which there is a greater cellular response, as the tissue seeks to repair the tissue injury through chemical mediators of inflammation and cell proliferation. Additionally, it is known that the positive biomodulator effect is cumulative, and our clinical experience shows that this is the ideal rate of applications. We also recommend that the dose used does not exceed 20J/cm^2 per session and that it be divided into points around the implant. This dose is similar to what the literature recommends to accelerate the bone healing processes in cases of bone fractures and defects, and is around 2.5 to 4J/cm^2 . This parameter is used because the bone tissue's response to any injury is nonspecific, whether it is a fracture, placement of a graft or surgery to place a titanium cylinder. We believe that the effect of laser therapy on cells occurs at the mitochondrial level, as previous studies have shown that irradiated fibroblasts produce a greater amount of collagen

fibers. Therefore, it would not be difficult to assume that Osteoblasts can also be stimulated by also increasing the production of an osteoid matrix. Bone healing, independent of the agent inducing bone injury, results in a series of similar repair events. Events that occur during normal healing of soft tissue wounds, such as inflammation, fibroplasia and remodeling, also occur during bone repair, but in contrast to soft tissue, osteoblasts and osteoclasts act in the reconstruction and remodeling of damaged bone tissue. Bone formation depends on two prerequisites: ample vascular supply and mechanical support, always starting with the deposition of the osteoid matrix that subsequently mineralizes.

Laser therapy at visible and infrared wavelengths has reported effects on cell function, such as positive tissue biomodulation in bone repair. Currently, the laser effects in the infrared are those that demonstrate the best results for the treatment of bone tissue, that is, the photophysical effect, as this has a high penetration into tissues and the effects are more effective when compared with lasers visible or close to the infra-red.

The effect of infrared laser in pathological states intervenes in the process of ion exchange and accelerating the process of increasing ATP, and in turn, this increase in mitochondrial ATP produced by laser irradiation favors a large number of reactions that intervene in metabolism cell, for example, in DNA stimulation, protein synthesis and increased ALP activity cell proliferation, collagen synthesis, increased RNA synthesis, activation of respiratory chain components or extracellular components are being discussed as causes of cell stimulation and that the production of ATP promotes the release of singlet Oxygen (free radicals) from the cell, playing an important role in this stimulation mechanism, however, it remains unclear whether the stimulation of bone formation is a general effect on mesenchymal cells or whether it is a direct stimulation on Osteoblasts by non-ablative laser therapy.

There is a need for the application of radiation to be carried out by contact around the implant at standardized points and preventing greater reflection from occurring, which would result in less absorption and scattering that would compromise the deeper effects, this aspect being even more important in cases in which very long implants are used since the diffusion cone of infrared lasers is around six millimeters. Additionally, the presence of organelles and mineralized tissue, which are chromophores and have the ability to attenuate the beam, would also influence the final result. Therefore, the use of a longer exposure time or application of laser radiation on corticals can improve the final results.

Laser therapy can achieve excellent results in the postoperative period, such as reducing inflammation, pain, and accelerating the healing period of surgical wounds. The effects of positive biomodulation or biostimulation of healing processes in soft and hard tissues have been evidenced in several works already described in the literature. For this reason, it is believed that in the specific case of the bone-mechanical interlocking of dental implants, it is possible that the Laser action can accelerate the Titanium integration process due to a positive biomodulation of the peri-implant bone tissue repair process .

References

1. ALAN, H.; VARDI, N.; OZGUR, C.; HUSEYIN, A.; YOLCU, U.; DOGAN, D.O. Comparison of the Effects of Low-Level Laser Therapy and Ozone Therapy on Bone Healing. *J Craniofac Surg.* v. 26, n. 5 (p.396-400) Jul 2015.
2. CHANG, Y.Y.; LEE, J.S.; KIM, M.S.; CHOI, S.H.; CHAI, J.K.; JUNG, U.W. Comparison of collagen membrane and bone substitute as a carrier for rhBMP-2 in lateral onlay graft. *Clin Oral Implants Res.* v.26, n.1 (p.13-19) Jan 2015.
3. CHEN, F.M.; JIN, Y. Periodontal tissue engineering and regeneration: current approaches and expanding opportunities. *Tissue Eng Part B Rev.* v.16, n.2 (p.219-255) Abr 2010.
4. GERBI, M.E.; MARQUES, A.M.; RAMALHO, L.M.; et al. Infrared laser light further improves

- bone healing when associated with bone morphogenic proteins: an in vivo study in a rodent model. **Photomed Laser Surg.** v.26, n.1 (p.55-60) Fev 2008.
5. GERBI, M.E.; PINHEIRO, A.L.; MARZOLA, C.; et al. Assessment of bone repair associated with the use of organic bovine bone and membrane irradiated at 830 nm. **Photomed Laser Surg.** v.23, n.4, (p.382-388) Ago 2005.
 6. GERBI, M. E. M.; PINHEIRO, A. L. B. ; RAMALHO, L. P. Effect of IR Laser Photobiomodulation on the repair of bone defects grafted with organic bovine bone. **Lasers in Medical Science.** (p. 472-478) Set 2007.
 7. GUIMARAES, K.B.; VASCONCELOS, B.C.; LIMEIRA-JUNIOR, F. A.; SOUSA, F.B.; ANDRADE, E.S.; VASCONCELLOS, R.J. Histomorphometric evaluation of calcium phosphate bone grafts on bone repair. **Braz J Otorhinolaryngol.** v.77, n.4, (p.447-454) Jul-Ago 2011.
 8. KARU, T Laser biostimulation: a photobiological phenomenon. **J Photochem Photobiol B**, v. 3 n. 4, (p.638-640) Ago 1989.
 9. MAIORANA, C.; BERETTA, M.; BATTISTA GROSSI, G.; et al. Histomorphometric evaluation of anorganic bovine bone coverage to reduce autogenous grafts resorption: preliminary results. **Open Dent J.** v.5, (p.71-78) 2011.
 10. MASSOTTI, F.P.; GOMES, F.V.; MAYER, L.; et al. Histomorphometric assessment of the influence of low-level laser therapy on peri-implant tissue healing in the rabbit mandible. **Photomed Laser Surg.** v.33, n.3, (p.123-128) Mar 2015.
 11. OZAWA, Y et al. Low-energy laser irradiation stimulates bone nodule formation at early stages of cell culture in rat calvarial cells. **Bone**, v 22, n 4, (p. 347-354) Abr 1998.
 12. PINHEIRO, A.L.; MARTINEZ-GERBI, M.E.; DE-ASSIS-LIMEIRA, F. Jr.; et al. Bone repair following bone grafting hydroxyapatite guided bone regeneration and infra-red laser photobiomodulation: a histological study in a rodent model. **Lasers Med Sci.** v. 24, n.2, (p.234-240) Mar 2009.
 13. PINHEIRO, A.L.; SOARES, L.G.; ACIOLE, G.T.; et al. Light microscopic description of the effects of laser phototherapy on bone defects grafted with mineral trioxide aggregate, bone morphogenetic proteins, and guided bone regeneration in a rodent model. **J Biomed Mater Res A**. v.98, n.2, (p.212-22) Ago 2011.
 14. PINHEIRO, A.L.; GERBI, M.E. Photoengineering of bone repair processes. **Photomed Laser Surg.** v.24, n.2. (p.169-178) Abr 2006.
 15. QUEIROGA, A.S.; SOUSA, F.B.; ARAÚJO, J.M.S.; et al. Evaluation of bone repair in the femur of rats submitted to laser therapy in different wavelengths: An image segmentation method of analysis. **Laser Physics.** v.18, n.9, (p.1087-1091) Abr 2008.
 16. REDDY, G. K. Photobiological Basis and Clinical Role of Low- Intensity Lasers in Biology and Medicine. **J Clin Laser Med Surg**, v. 22, n. 2, (p. 141-150) Abr 2004.
 17. SARACINO, S et al. Superpulsed Laser Irradiation Increases Osteoblast Activity Via Modulation of Bone Morphogenetic Factors. **Laser Surg Med**, v. 41, (p. 298-304) 2009.
 18. SOARES, L.G.P. et al. Influence of the λ 780 nm Laser Light on the Repair of Surgical Bone Defects Grafted or not with Biphasic Synthetic Micro-Granular Hydroxylapatite + Beta - Calcium Triphosphate. **Jour Photochem Photobiol. B, Biology**, v.131 (p.16-23) Fev 2014.
 19. TASLI, P.N.; AYDIN, S.; YALVAC, M.E.; SAHIN, F. Bmp 2 and bmp 7 induce odonto- and osteogenesis of human tooth germ stem cells. **Appl Biochem Biotechnol.**; v.172, n.6 (p.3016-3025) Mar 2014.
 20. TOBITA, M.; MIZUNO, H. Periodontal disease and periodontal tissue regeneration. **Curr Stem Cell Res Ther.** v.5, n.2 (p.168-174) Jun 2010.

BENEFÍCIOS DA LASERTERAPIA EM CIRURGIAS ÓSSEAS E IMPLANTODONTIA

Marleny Elizabeth Martinez Gerbi, PhD, Antônio Luiz Barbosa Pinheiro, PhD, Vanda Sanderana Macedo Carneiro, Ms., Alexandrino Pereira dos Santos-Neto, Esp.

É primordial, para a realização do implante dentário se observar a quantidade e a qualidade do osso remanescente no paciente, pois, os principais fatores determinantes no prognóstico de sucesso dos implantes são: a experiência do profissional e a quantidade do osso disponível no paciente.

Cavidades ósseas, em condições normais e desde que o agente etiológico tenha sido eliminado, são reparadas através de processo biológico natural. A extensão e velocidade da reparação, contudo, dependem da localização anatômica; do agente etiológico; da dimensão da lesão; e das características biológicas de cada indivíduo. Assim sendo, um longo período de tempo pode ser necessário para a completação do processo de reparo, expondo assim o paciente a risco e desconforto desnecessários.

O edentulismo é um dos problemas mais freqüentes que acomete a população idosa e resulta em alterações fisiopatológicas dos rebordos maxilares e na modificação de sua estrutura.

O advento dos implantes dentais revolucionou os rumos da Odontologia nas últimas duas décadas do Século XX quando sua indicação clínica foi universalizada, passando assim a abranger as reabilitações orais em indivíduos total ou parcialmente desdentados.

Pesquisas têm demonstrado uma boa aceitação da maioria dos materiais empregados na confecção de implantes odontológicos, os quais devem ser biocompatíveis com os tecidos vez que o sucesso do procedimento depende da interação implante-tecido. As indicações dos implantes dentários requerem um planejamento

criterioso e uma análise cuidadosa de vários fatores, dentre eles se destacam: a avaliação da quantidade e qualidade do tecido ósseo da área receptora do implante e os acidentes anatômicos que limitam a aplicação de técnicas na Implantodontia convencional.

Uma outra técnica utilizada isolada ou associada a Implantodontia é realização de enxertos com a finalidade de obter uma cicatrização que forme osso de qualidade capaz de suportar cargas sem comprometer o implante. Inicialmente, optou-se pela utilização de enxertos ósseos autógenos, mas apesar das suas vantagens biológicas, como a quase que completa inexistência de rejeição, esta técnica apresenta certos inconvenientes tais quais: a necessidade de hospitalização; intervenção em outras áreas do organismo; morbidade da área doadora; maior período de convalescência; riscos de infecção; e ainda, reabsorção progressiva e constante do enxerto.

Numa segunda fase, foram utilizados os aloenxertos, que são biomateriais com capacidade de aporte ósseo, obtida através do processo de osteocondução. Neste caso, o enxerto serve de molde ou arcabouço para migração celular e para deposição de tecido ósseo sobre a sua superfície, como exemplo de aloenxertos pode-se citar os fosfatos de Cálcio e a matriz óssea mineral.

Um outro processo possível é a osteoindução que é um mecanismo complexo onde existe a necessidade de liberação de mediadores de indução da formação óssea, como por exemplo, as proteínas morfogenéticas do osso (BMPs); matriz óssea orgânica; fatores de crescimento; plasma rico em Plaquetas; etc. Esses mediadores têm por finalidade induzir o organismo a acelerar a proliferação e diferenciação das células mesenquimais indiferenciadas em células osteogênicas, diminuindo-se assim o período de reparação óssea.

Atualmente, estão sendo desenvolvidas pesquisas com o intuito de estudar o mecanismo do efeito

bioestimulante/biomodulador da Laserterapia no reparo tecidual, tanto em tecidos moles, como em tecidos mineralizados. Na Implantodontia, o Laser ganhou indicação primordial devido aos efeitos positivos demonstrados em pesquisas científicas tais quais: a aceleração no reparo ósseo e consequente diminuição do tempo de espera para a colocação da supra-estrutura e redução da dor e a inflamação, reduzindo o desconforto para o paciente.

A luz, desde os primórdios da civilização, vem sendo utilizada com finalidades terapêuticas. Os gregos a utilizavam na Helioterapia, e os chineses usavam a luz solar para tratar de doenças de pele, câncer e até mesmo em quadros de psicose. Sem dúvida nenhuma, um dos grandes avanços tecnológicos na área médica, odontológica, exploração espacial, telecomunicações, etc. neste século, foi o desenvolvimento dos aparelhos Laser, funcionando como fonte de luz de características únicas (monocromatide, intensidade, coerência, brilho, colimação, unidirecionalidade e paralelismo). O Laser está relacionado às características básicas da matéria e possui propriedades especiais que o torna um excelente instrumento de uso científico e clínico.

REPARO ÓSSEO

O tecido ósseo é do tipo conjuntivo especializado, pelo fato de ser mineralizado na sua matriz orgânica intercelular e apresentar todas as demais características teciduais como a presença de células e líquido intersticial, além de vascularização e inervação.

As principais células que compõem o tecido ósseo são:

Osteoblastos: Células que sintetizam a parte orgânica da matriz óssea. Os Osteoblastos no momento em que estão envolvidos completamente por matriz óssea dão origem aos osteócitos;

Osteócitos: São células localizadas em cavidades ou lacunas dentro de trabéculas

ósseas. Estão associadas à nutrição das trabéculas e possuem prolongamentos citoplasmáticos que conectam umas as outras;

Osteoclastos: Células que participam dos processos de reabsorção do tecido ósseo. São células gigantes e multinucleadas, extensamente ramificadas, derivadas da fusão de monócitos que atravessam os capilares sangüíneos. Essas células, através da ação enzimática, escavam a matriz óssea, formando depressões conhecidas como superfícies de reabsorção ou lacunas de Howship.

Os eventos que ocorrem durante a cicatrização normal das feridas de tecidos moles como inflamação, fibroplasia e remodelação, também ocorrem durante o reparo ósseo, mas em contraste com os tecidos moles, osteoblastos e osteoclastos atuam na reconstrução e remodelação do tecido ósseo lesado.

O processo de reparação se inicia imediatamente após a injúria tecidual cirúrgica ou traumática. A destruição da rede vascular promove uma anoxia tecidual imediata e os vasos entram num estado de regurgitamento por vasodilatação. A hemorragia local inundará o sítio injuriado e o coágulo, formado e retraído, delimitará o local onde terá início o processo de reação inflamatória seguido da reação cicatricial. A rede de fibrina servirá de arcabouço para a translocação das células que atuarão no processo de recuperação tecidual óssea e adjacente. É possível que a primeira estrutura a interferir no processo de recuperação tecidual seja a plaqueta, que sofrerá degradação citoplasmática, liberando os grânulos que, extrusos e livres no ambiente lesado, liberarão fatores de crescimento tais quais o PGDF e os TGF β 1 e β 2, dentre outros.

A liberação dos fatores de crescimento e de outros mediadores angiogênicos influencia a diferenciação dos osteoblastos tanto *in vitro* como *in vivo*. É a hipóxia tecidual que lidera a regulação da produção e função dos fatores angiogênicos, bem como seus receptores, numa tentativa de restaurar o suprimento de sangue na área lesionada.

Sabe-se que os vasos são importantes componentes na formação e manutenção óssea. O osso cortical tem nos canais de Havers a sua principal via de nutrição. Pelos canais de Volkman nutrientes, citocinas e seus sinalizadores alcançam os osteoblastos e osteócitos.

Apesar de complexo funcionalmente o tecido ósseo é formado por uma matriz orgânica (mais ou menos 35 %) e elementos inorgânicos (mais ou menos 65%). Tal proporção de matéria inorgânica ocorre pelo fato do tecido ósseo ser o único a sofrer mineralização através da hidroxiapatita de cálcio. Os elementos orgânicos incluem as células do osso e as proteínas da matriz óssea.

As células osteoprogenitoras são células mesenquimais pluripotentes com grande potencial mitótico; são abundantes em todas as superfícies ósseas; tem receptores para fatores de crescimento; dão origem aos osteoblastos que se acumulam na superfície óssea e sintetizam, transportam e liberam proteínas da matriz e iniciam a mineralização. Os osteoblastos têm receptores para os paratormônios, vitamina D, estrogênio, citocinas e CFS (estimulador dos fatores de crescimento).

Os osteócitos são o resultado do aprisionamento dos Osteoblastos pela matriz mineralizada e estão intimamente ligados à matriz óssea e interferem no metabolismo do Ca++ e do P++ ósseos e são capazes de comunicar-se entre si para manter as funções ósseas normais. Já os osteoclastos são células multinucleadas derivadas de precursores granulocíticos monocitários da medula óssea. Com um simulacro de lisossomo, usam uma bomba de hidrogênio para acidificar e solubilizar a estrutura mineral e liberam enzimas proteolíticas que desnaturam as proteínas matriciais, são, portanto, células destruidoras de ossos. No entanto, os osteoclastos iniciam a liberação de fatores de crescimento, condicionando o processo de remodelação.

FASE INFLAMATÓRIA

A fase inflamatória do reparo é caracterizada pela formação de um coágulo sanguíneo que envolve as superfícies ósseas no local do trauma, estendendo-se pelo periôsteo e cavidades medulares próximas, acompanhadas de edema. Instala-se, assim, um processo inflamatório agudo com grande mobilização de neutrófilos e macrófagos, provocado pela liberação de substâncias quimiotáticas, ou seja, substâncias que provocam uma migração celular para o local lesionado.

Em seguida, inicia-se a remoção do coágulo das regiões necrosadas com osteócitos mortos que surgem nas superfícies ósseas da lesão, através da fagocitose, na qual, se divide em três processos: inicialmente os neutrófilos e os macrófagos que reconhecem e englobam o agente agressor, então ocorre o englobamento com formação do vacúolo fagocitário e finalmente a destruição ou degradação do material ingerido.

O coágulo constitui o suporte para a migração das células associadas com o processo da cicatrização. Ele é uma estrutura temporária, sendo substituído gradualmente pelo tecido de granulação, em seguida, torna-se organizado pela invasão de fibroblastos que crescem na rede de fibrina.

FASE REPARADORA

A fase reparadora inicia-se com o aparecimento de um grande número de fibroblastos produtores de colágeno e responsáveis pela formação de um calo fibroso, no qual, as fibras colágenas envolvem a região injuriada tentando oferecer um certo grau de imobilidade local.

À medida que prossegue a ação dos macrófagos, reabsorvendo coágulo e tecido ósseo necrosado, surge gradativamente uma nova rede capilar oriunda das células endoteliais remanescentes dos vasos rompidos e das células mesenquimais indiferenciadas, invadindo a região do coágulo juntamente com fibroblastos e osteoblastos para neoformação rápida de um novo tecido ósseo no local injuriado, por um processo de ossificação

intramembranosa (direta) ou endocondral (indireta), resultando em osso imaturo.

As células osteoprogenitoras ou células de revestimento ósseo estão localizadas em geral nas vizinhanças dos vasos sanguíneos perto de uma superfície óssea, podem ficar em repouso ou entrar em atividade para produzir osso, daí o nome osteoprogenitora.

A formação óssea depende de dois pré-requisitos indispensáveis: suprimento vascular amplo e suporte mecânico. É formado nas superfícies corticais durante o reparo da ferida, crescimento e adaptação biomecânica. Quando o osso se remodela adjacente ao implante, a substância cementante pode proporcionar adesão mecânica do osso à superfície do implante.

FASE REMODELADORA

A sequência de remodelagem começa com uma fase de ativação, seguida por uma fase de reabsorção, fase de quiescência e fase de formação óssea. A média de duração desse ciclo aumenta proporcionalmente com o tamanho do animal. Em um estudo sobre a cicatrização peri-implantar e o desenvolvimento da interface, utilizaram implantes cobertos com fosfato tricálcio, em coelhos e classificaram os períodos de transformação óssea em quatro estágios, quais sejam:

Estágio 1 (0 a 2 semanas) forma-se uma camada óssea embrionária;

Estágio 2 (2 a 6 semanas) acontece à compactação lamelar, quando o osso embrionário torna-se maturo e alcança resistência suficiente para suportar cargas;

Estágio 3 (2 a 6 semanas) começa ao mesmo tempo em que o osso embrionário completar a compactação lamelar (estágio 2), mas há uma série de eventos morfológicamente distintos onde, por exemplo, o osso embrionário pré-existente começa a ser reabsorvido e ocorre o remodelamento da interface desvitalizada; e

Estágio 4 (6 a 18 semanas) a superfície de osso compacto irá maturar-se por uma série de

remodelagem de interface, osso adjacente e reabsorção completa do osso embrionário.

A MATRIZ ÓSSEA

A matriz óssea é, de maneira geral, o resultado da secreção de produtos pelas células ósseas (osteoblastos) e sua mineralização. É constituída por 33 % de matriz orgânica, dos quais 28 % é colágeno, principalmente do tipo I e os restantes 5 % são proteínas não colágenas. A matriz é permeada por cristais de hidroxiapatita deficientes de Cálcio que perfazem os 67 % remanescentes. Dentre as proteínas não colágenas destacam-se: osteonectina, osteocalcina, proteoglicanas, sialoproteínas, glicoproteínas e fosfoproteínas. A osteocalcina (proteína-Gla), é uma proteína específica para o osso, é sintetizada por osteoblastos e sua concentração no soro parece refletir a formação óssea e a osteonectina é uma glicoproteína fosforilada, responsável pela união da apatita ao colágeno.

A inserção cirúrgica do implante dentário desencadeia resposta osteogênica, amplamente dirigida pelas citocinas locais e fatores de crescimento. A resposta inicial de cicatrização não depende, aparentemente, de controle mecânico direto, uma vez que o osso cicatriza-se otimamente na ausência de carga funcional. De fato, a fase de cicatrização relativamente livre de cargas é preferível para descontinuidades ósseas, como fraturas ou interfaces de implante dentário.

A BIOESTIMULAÇÃO LASER E O REPARO ÓSSEO

A Laserterapia tem sido associada com uma variedade de efeitos biológicos, como o aumento da proliferação epitelial e fibroblástica, estímulo à produção de colágeno e atividade fagocítica, bem como à produção de endorfinas. A biomodulação com Laser foi introduzida na Europa há mais de 20 anos. Muitos pesquisadores russos, húngaros e austríacos utilizaram os Lasers não ablativos para irradiar feridas cutâneas, objetivando acelerar o processo de cicatrização.

Vários autores demonstraram, em estudos *in vitro*, a “bioestimulação” ou biomodulação provocada pela Laserterapia na proliferação celular.

Um estudo verificou a ação da irradiação de 500mW com Laser de λ 830nm (10 minutos, 3,82J/cm²) com irradiação nos dias 1, 6, 12 e 15 em várias culturas de osteoblastos de rato. Os resultados demonstraram que a irradiação promoveu maior proliferação celular e aumento da fosfatase alcalina, com a presença de células osteocalcina positivas mais altas no grupo irradiado, este fato é importante porque essas células são precursoras dos nódulos ósseos. Os autores ressaltaram que houve a estimulação da proliferação celular de Osteoblastos em estágios iniciais e que a irradiação ocasionou estímulo na diferenciação celular, percebida pela maior diferenciação de células osteoblásticas e incremento na formação óssea.

Em um estudo *In Vitro* sobre a “bioestimulação”, por um Laser de diodo (λ 690nm, 21mW, 1,6J/cm²), de Osteoblastos derivados de células mesenquimais usando células da epífise femural de ratos jovens removidas e marcadas com Tetraciclina, o exame microscópico revelou um crescimento maior (10-15 %) das populações de células irradiadas após 12 dias, comparado com os grupos controles, evidenciando que a luz Laser produziu um significante efeito bioestimulatório sobre a produção de matriz óssea.

A Laserterapia no infravermelho vem sendo utilizada com sucesso em várias aplicações médico-odontológicas em tecidos mineralizados, como, por exemplo, um estudo que utilizou o Laser de λ 904nm com densidade de energia de 20J/cm² e densidade de potência 0,025W/cm², durante cinco minutos, em uma única aplicação, em animais após remoção dentária, após sete dias da remoção dentária, os animais foram sacrificados e realizado o exame histopatológico do osso alveolar. Observou-se que o efeito da irradiação foi benéfico, devido à proliferação de fibroblastos e a maior formação do tecido osteóide (osso neoformado), ou seja,

ocorreu formação do trabeculado ósseo e ossificação mais rápida no grupo irradiado quando comparado ao controle.

Um estudo com irradiação do Laser não ablativo na reparação óssea de ratos, utilizou 30 ratos, Wistar, que foram irradiados com Laser HeNe (λ 632,8nm, 4J/cm²) no 2º, 4º, 6º, 8º dia após a cirurgia. A espectroscopia Raman mostrou que amostras irradiadas apresentaram uma concentração de Hidroxiapatita mais evidente 15 dias após a cirurgia. Em um outro estudo utilizando a técnica de Espectroscopia Raman (λ 830nm, 100mW,) também foi observada maior quantidade de hidroxiapatita de cálcio (HAC) nos animais irradiados (λ 632,8nm, 4J/cm²) quando comparados aos controles após 15 dias.

Um outro estudo obteve bons resultados na regeneração óssea de sutura palatina com utilização de Laser de λ 830nm, após a disjunção palatina em ratos. Foram realizadas irradiações com dose de 35,3J/cm² e potência de 100mW sobre a região onde a expansão levou cerca de sete dias (três a 10 minutos por dia), três dias (sete minutos por dia, durante os dias 0-2 ou 4-6), e um dia (21 minutos). A regeneração de osso na sutura palatina, avaliada por histomorfometria, revelou maior regeneração no grupo tratado por sete dias, demonstrando a relação entre dose e intensidade de reparação. A irradiação durante o período inicial de expansão (zero a dois dias) foi mais efetiva, visto que posteriormente (dias quatro a seis) a irradiação não teve qualquer efeito sobre a regeneração óssea. Estes achados sugerem que o Laser não ablativo pode acelerar a regeneração óssea na sutura palatina durante expansão palatal rápida e que este efeito não é dependente só da dose de irradiação de Laser total, como também do tempo e freqüência de irradiação.

Nossa equipe realizou um estudo para avaliar o efeito do Laser de diodo λ 830nm na biomodulação da cicatrização óssea. Foram realizadas cavidades em fêmur de ratos, as quais foram irradiadas com uma dose de 4,8J/cm², potência de 40mW em modo contínuo.

As irradiações prosseguiram três vezes por semana perfazendo um total de 12 aplicações ($57,6\text{J/cm}^2$) em um dos grupos tratados e sacrificados em 28 dias; três aplicações ($14,4\text{J/cm}^2$) no outro grupo tratado e sacrificado em sete dias. A avaliação histomorfométrica mostrou que a área de neoformação óssea no grupo de sete dias aumentou significativamente comparado com a mesma área no grupo controle. Já no grupo de 28 dias, não houve diferenças estatisticamente significantes em relação ao seu controle.

Um estudo pioneiro de nossa equipe cujo objetivo foi avaliar histologicamente a influência da radiação *laser* (GaAlAs, $\lambda 830\text{nm}$, 50mW , CW) no processo de cicatrização óssea de feridas cirúrgicas em fêmur de ratos submetidas a enxerto ósseo autógeno. Neste estudo, 60 ratos *Wistar* foram divididos em quatro grupos, com 15 exemplares cada: G1 (grupo controle); G2 (radiação na loja cirúrgica); G3 (radiação no enxerto ósseo) e G4 (radiação na loja cirúrgica e no enxerto ósseo). A dose de radiação, durante o ato operatório, foi de 10J/cm^2 , aplicada sobre a loja cirúrgica (G2 e G4) e sobre o enxerto ósseo (G3 e G4). Todos os animais, com exceção do grupo controle foram irradiados por 15 dias, a cada 48 horas, com uma dose de 10J/cm^2 ($4 \times 2,5\text{J/cm}^2$), em quatro pontos diferentes, com períodos de observação de 15, 21 e 30 dias. Os resultados deste trabalho mostraram que o grupo onde o *laser* foi aplicado na loja cirúrgica, durante o trans-operatório (G2), apresentou uma atividade de reabsorção óssea mais avançada, bem como uma atividade de neoformação óssea mais exuberante, tanto qualitativa quanto quantitativamente, aos 15 dias do experimento, quando comparado com o grupo controle (G1) e com o grupo no qual a radiação, no trans-operatório, foi realizada somente no enxerto ósseo (G3). Este padrão de intensa atividade de remodelação óssea também foi visto no grupo que recebeu radiação com luz *laser*, na loja cirúrgica e no enxerto ósseo, durante o ato operatório (G4).

O grupo com radiação trans-operatória no enxerto ósseo (G3) apresentou um padrão de reabsorção do enxerto ósseo mais expressivo dentre todos os demais grupos. Neste grupo (G3), também foi observado que a neoformação óssea não ocorreu às custas do enxerto, mas, sim, predominantemente, a partir da medula óssea, alcançando uma forma mais expressiva e organizada somente aos 30 dias do experimento. Embora não tenha sido marcante, o grupo (G3) apresentou também um processo inflamatório moderado, diferente dos outros três grupos, os quais apresentaram processo inflamatório leve. Todos os grupos experimentais apresentaram uma maior atividade de remodelação óssea nos períodos iniciais do experimento (15 dias), havendo uma tendência a estabilizar dos 21 aos 30 dias, o que pode confirmar a ação do *Laser*, nos estágios iniciais, na estimulação da proliferação celular. KARU (1989) relatou que a magnitude do efeito da bioestimulação depende do estágio fisiológico da célula no momento da radiação, o que poderia explicar o porquê do efeito da biomodulação não ser sempre possível. OZAWA e colaboradores (1998) ressaltaram que a ação de estimulação da radiação *laser* ocorre durante os estágios iniciais de proliferação e diferenciação iniciais em células imaturas precursoras, mas não ocorre durante os estágios mais avançados. Neste estudo, tal mecanismo pode explicar a diferença observada entre a radiação trans-operatória na loja cirúrgica e no enxerto ósseo, pois nos grupos em que a radiação foi realizada diretamente sobre a medula óssea (G2 e G4), contendo células imaturas, o efeito da biomodulação foi mais evidente, quando comparados ao grupo em que o *laser* foi aplicado, no trans-operatório, sobre o enxerto ósseo (G3). Os resultados permitiram concluir que o *laser* (GaAlAs) tem um efeito de biomodulação positiva sobre o processo de cicatrização óssea em enxertos ósseos, quando aplicado no trans-operatório.

As respostas biológicas das células ao *Laser* no visível e infravermelho próximo ocorrem devido

a mudanças físicas e/ou químicas em moléculas fotoreceptoras, componentes da cadeia respiratória. Células com pH abaixo do normal são consideradas muito sensíveis para a estimulação pela luz com respectivos parâmetros ótimo ou próximo do ótimo, pois o mecanismo de regulação redox tem fundamental importância para alguns efeitos de irradiação, por exemplo, resultados positivos em tratamento de feridas, inflamação crônica e isquemia, todos caracterizados pela acidose e hipóxia.

O efeito clássico de biomodulação é através do Laser visível (efeito fotoquímico), porém atualmente estudos demonstram melhores resultados para tratamento do tecido ósseo, através do Laser no infravermelho (efeito fotofísico), pois este apresenta uma alta penetração nos tecidos e os efeitos são mais efetivos em comprimentos de onda maiores, comparados com os Laseres de emissão em comprimentos de onda menores e, além disso, a irradiação deve ocorrer nos estágios iniciais da reparação. Permanece incerto se a estimulação da formação óssea é um efeito geral sobre as células mesenquimais ou se uma estimulação direta sobre os Osteoblastos pela Laserterapia é possível. Nesse contexto, mais estudos estão sendo realizados para a devida elucidação dos mecanismos de ação da luz Laser no tecido ósseo em reparo.

A LASERTERAPIA PÓS-IMPLANTE DENTAL

Com o advento da Implantodontia, a Laserterapia ganhou indicação primordial e passou a ser mais uma opção de tratamento que se pode oferecer ao paciente na clínica diária. Observa-se que clínicos de todas as áreas estão integrando-se cada vez mais a essa nova ferramenta de trabalho. Como toda técnica, porém, é fundamental que se conheça bem seus princípios básicos, principalmente porque os efeitos e o mecanismo de ação do Laser são muito mais complexos do que, por exemplo, os de uma luz ultravioleta ou de um aparelho de ultra-som.

Como toda terapia, para que possa ser bem empregada e para se chegar a um resultado satisfatório no tratamento, é imprescindível conhecer seus princípios básicos, principalmente porque os efeitos e mecanismos de ação da luz Laser; é importante ainda conhecer bem a técnica, assim como a patologia e o paciente, o que só se consegue com uma boa anamnese e um minucioso exame clínico. Nos tempos modernos, a Laserterapia representa uma opção extraordinária e disponível na clínica odontológica diária nas mais diversas especialidades.

Os tecidos biológicos são pouco homogêneos do ponto de vista óptico. Toda radiação eletromagnética, ao incidir sobre uma superfície qualquer, desdobra-se, uma parte reflete e a outra é absorvida. Quando irradiamos um tecido com um Laser, introduzimos energia em um sistema biológico vivo que utiliza e transforma essa energia para sua utilização. A dose de potência (DP) ou densidade de energia é o parâmetro mais importante na terapia com Laser.

Quando o Laser incide com uma DP elevada, produz-se uma vibração molecular gerando calor; porém, se a DP é baixa, os mecanismos são mais complexos. Produzem-se uns estados eletrônicos excitados que provocam reações químicas de diversas naturezas. Em geral, há coincidência em afirmar que existe uma janela óptica entre o λ 600 e o λ 1300nm. A pele é a principal barreira frente às radiações. A maior parte da energia aportada pelas radiações ultravioletas (UV) fica absorvida nesse nível por várias moléculas. Por outro lado, para as radiações no espectro visível e infravermelho (IV), é menor a absorção e maior a transmissão a tecidos mais profundos.

A eficácia terapêutica dos Laseres não ablativos, não corresponde ao nível de penetração observado. A reação em cadeia, uma vez constituído o fóton como produto estável e a entrada nas vias metabólicas, explicaria os resultados clínicos, em que se obtêm efeitos terapêuticos sobre patologias situadas a uma

profundidade de vários centímetros. A monocromaticeidade do Laser determina a absorção seletiva por parte dos cromóforos que responde a uma ou vários comprimentos de onda, fenômeno conhecido como ressonância a uma determinada freqüência. A unidirecionalidade e a coerência são características que permitem dispor de uma alta DP, observando diversas reações locais.

A absorção de fótons da radiação Laser em baixa DP num sistema biológico é de natureza não coerente. A coerência da luz perde-se nos primeiros estratos da pele, devido à dispersão, antes de se absorver Fótons por cromóforos como a melanina, hemoglobina, hemomoléculas, porfirinas, citocromo oxidase, etc. A absorção por estas biomoléculas intracelulares específicas produz estimulação ou inibição de atividades enzimáticas e de reações fotoquímicas, que determinarão mudanças fotodinâmicas em cadeias complexas e moléculas básicas de processos fisiológicos com conotações terapêuticas.

A Laserterapia ainda é muito pouco explorada no Brasil, apesar dos esforços de grandes especialistas na sua divulgação. Na área da Implantodontia, o uso do Laser ainda é inexpressivo, embora seja conhecido seu efeito benéfico no embricamento ósseo-mecânico de implantes dentais. Adotando experimentalmente a Laserterapia após a colocação de implantes, observou clínica e histologicamente melhor reparo do tecido ósseo ao redor do implante. Em mandíbula de coelhos submetidas a implantes revestidos por hidroxiapatita, o grupo irradiado ($\lambda 632,8\text{nm} - 100\text{mW-10 min} - 5\text{J/cm}^2$) apresentou, após três semanas, maior quantidade de Cálcio ao redor do implante e melhor qualidade do tecido ósseo. Avaliando a bioestimulação óssea periimplantar por microscopia eletrônica de varredura (MEV) em tíbia de cães com Laser de diodo ($\lambda 830\text{nm} - 40\text{mW, 4,8J/cm}^2$), 6 aplicações em duas semanas, obteve-se melhor cicatrização óssea, maior vascularização e um arranjo lamelar mais compacto, principalmente nos terços superior e

médio do implante nos animais irradiados. Isto pode decorrer do comprimento do implante que era de 9mm e o cone de difusão do Laser é da ordem de 6mm.

Avaliando ainda o efeito da Laserterapia sobre implantes em tíbia de coelhos ($\lambda 830\text{nm} - 85\text{J/cm}^2$, aplicação em quatro pontos por 15 dias/ 48hs entre sessões) na osseointegração do implante através do monitoramento da Hidroxiapatita de Cálcio (HAC) na cortical óssea por MEV na interface entre o implante e o tecido ósseo, observou-se incorporação igual da HAC entre 15 e 30 dias, porém a partir de 30 até 45 dias os animais irradiados apresentaram uma alta concentração de HAC, em relação aos controles.

Utilizando-se Laserterapia com GaAlAs ($\lambda 790\text{nm, 30mW}$) em 300 aplicações por 10 meses, em pacientes irradiados antes, durante e após receber implantes, observou-se que os pacientes irradiados não apresentaram sensibilidade dolorosa e o reparo tecidual foi melhor comparado àqueles não-irradiados, devido à aceleração da mitose das células, aumento da vascularização na região, formação de tecido de granulação e produção de Colágeno. Pacientes submetidos a implantes dentais e em seguida irradiados apresentam redução do edema e uma atenuação da dor. Além disso, irradiação 48 e 72 horas após a cirurgia, foi constatada um efeito de bioestimulação confirmado pela redução do período de cicatrização e neoformação óssea peri-implante, reduzindo assim de 30 a 40% o período de espera para a colocação da supra-estrutura sobre implantes.

Os efeitos analgésico e antiinflamatório foram avaliados anteriormente por diversos autores em pacientes implantados e irradiados. Em trabalho que observou pacientes submetidos a implantes dentários e em seguida submetidos a Laserterapia ($\lambda 670\text{nm, 30mW, 3J/cm}^2$ - três aplicações), houve redução do edema e atenuação da dor, além de efeito bioestimulador no grupo que recebeu irradiação 48 e 72 horas após a cirurgia. Os resultados foram equivalentes

quando comparados com o grupo submetido à medicação analgésica e antiinflamatória, sugerindo a substituição da terapêutica medicamentosa, evitando assim indesejáveis efeitos secundários das drogas. Isto reforça ainda mais, o benefício da luz Laser na clínica odontológica, sobretudo no pós-operatório de cirurgias, incluindo aquelas para a colocação de implantes dentários.

Mesmo com o limitado, mas crescente, número de trabalhos do uso da Laserterapia na Implantodontia, é extremamente importante que os Implantodontistas tenham acesso à literatura específica que poderá mostrar os benefícios da Laserterapia em processos de embricamento ósseo-mecânico de implantes. Visando melhorar os procedimentos; a redução da sintomatologia pós-implantes (dor, edema e inflamação); promover um pós-operatório (PO) mais confortável; favorecer o processo de embricamento osteomecânico (de 30% a 35% mais rápido) e antecipando a colocação da supra-estrutura (por redução de 30 a 40% do período de cicatrização e neoformação óssea perimplantar, período de espera para a colocação da supra-estrutura sobre implantes).

Além disso, a possibilidade de um embricamento osteomecânico é um processo indispensável para o êxito do procedimento. Este processo está diretamente relacionado à capacidade reparativa do tecido ósseo, dependente da quantidade e da qualidade óssea, estabilidade mecânica e suprimento sanguíneo da área. Uma vez que o problema da biocompatibilidade dos implantes já foi solucionado há bastante tempo, a Laserterapia bem planejada e convenientemente executada, pode contribuir decisivamente, pois, sua capacidade de produzir efeitos bioestimulantes atuaria excitando o tecido ósseo a sofrer o reparo mais rapidamente, estimulando o tecido ósseo e desencadeando a cascata de resposta celular (aumento do número de mitoses celulares e, portanto proliferação de células osteogênicas e angiogênicas, acelerando o

processo de reparação óssea, assim como também dos tecidos moles).

Na prática, o tempo de espera para a introdução da prótese funcional seria menor, com benefícios para os pacientes e os profissionais. Portanto, a Laserterapia se constitui em mais uma ferramenta à disposição de mais esta especialidade odontológica, contribuindo para o processo de embricamento ósseo-mecânico de implantes dentais, mesmo na colocação de implantes de carga imediata, pois embora seja uma técnica diferente, o processo e o período de reparação óssea é o mesmo, portanto o protocolo de aplicação da Laserterapia também é igual.

Como em qualquer outra área de atuação, na Laserterapia é imprescindível o conhecimento adequado das propriedades da radiação Laser, bem como dos parâmetros de irradiação como comprimento de onda, densidade de potência, densidade de energia, freqüência de irradiação, formas de emissão, formas de aplicação entre outros. O conhecimento das normas de segurança e um treinamento eficiente na área são fundamentais para qualquer profissional que deseje utilizar o Laser em sua clínica. A área da Implantodontia é um campo muito vasto de pesquisas, pois há influência direta no sucesso de cirurgias para a colocação de implantes.

A cicatrização óssea, independentemente do agente indutor da injúria ao osso, resulta em uma série de eventos de reparo similares. Os eventos que ocorrem durante a cicatrização rotineira das feridas de tecidos moles como inflamação, fibroplasia e remodelação também ocorrem durante o reparo ósseo, mas em contraste com os tecidos moles, Osteoblastos e Osteoclastos atuam na reconstrução e remodelação do tecido ósseo lesionado. O osso embrionário é um tecido altamente celular e de formação rápida, porém pouco mineralizado, com fibras orientadas ao acaso e pouca resistência. Em seguida, é substituído por osso maduro ou lamelar, capaz de suportar cargas funcionais, sem comprometer o implante. Após

irradiação por laser, um aumento significante ocorre na concentração das fibras colágenas, que ficam orientadas de forma organizada, promovendo uma reparação com arranjo de osso lamelar mais compacto, mais vascularizado, alcançando um padrão de tecido perimplantar de melhor qualidade, essencial no sucesso da Implantodontia.

A qualidade do tecido ósseo parece ser um dos principais determinantes dos insucessos na colocação de implantes. Vários estudos demonstraram que, implantes colocados nos tipos ósseos I (osso cortical homogêneo), II (osso cortical espesso com cavidade medular) e III (osso cortical fino com trabeculado denso e firme) oferecem melhor suporte, com apenas 3% de insucessos, enquanto aqueles inseridos em osso tipo IV (osso com cortical fina e com trabeculado frágil) apresentaram aproximadamente 35% de insucesso. Portanto, a determinação pré-cirúrgica da qualidade do tecido ósseo deve ser eficaz para prevenir insucessos.

OUTROS EFEITOS DA LASERTERAPIA DE VALOR PARA A IMPLANTODONTIA

Efeito Analgésico

A região bucofacial é altamente susceptível a estímulos dolorosos devido à extensa inervação somática sensorial e às funções sensoriais que estão concentradas na cabeça e no pescoço. As terminações nervosas livres (receptores) são específicas para dor, embora não exista um estímulo específico para esses receptores. A estimulação dessas terminações nervosas livres ocorre pela liberação de substâncias álgicas, que são fatores químicos bioativos. Entre elas pode-se citar a histamina, a serotonina, as prostaglandinas (derivadas do ácido Araquidônico), e cininas plasmáticas, como as bradicininas.

O mecanismo de ação das prostaglandinas na dor parece ser indireto, facilitando a ação de outros fatores analgésicos químicos ou mecânicos, como a Bradicinina. A prostaglandina não determina dor na ausência

da bradicinina, uma vez que esta exerce efeito ínfimo se as prostaglandinas não estiverem presentes. Acredita-se que, da mesma forma que os analgésicos não opióceos, a Laserterapia acarreta a diminuição da intensidade da dor e analgesia atuando na inibição da ação da enzima cicloxigenase, interrompendo a conversão do ácido Araquidônico em prostaglandina.

Por outro lado, as endorfinas, representadas por encefalinas e β -endorfinas, podem ser consideradas como fatores analgésicos fisiológicos, que tem como função modular a dor ao nível do SNC (Sistema Nervoso Central). São produzidas somente quando há excitação dolorosa. Estudos anteriores demonstraram que após a aplicação da Laserterapia, ocorre um aumento da liberação de β -endorfinas, à nível do líquido cefalorraquidiano, indicando que o aumento desse peptídeo endógeno é o responsável pelo efeito analgésico da energia Laser.

A Laserterapia atua também a favor da manutenção do potencial da membrana, evitando sua despolarização, mediante o aumento na síntese de ATP, energia utilizada pelas fibras nervosas para a expulsão do Na^+ na bomba de Na^+ e K^+ . Dessa forma, a energia Laser atua como fator de equilíbrio do potencial da membrana em repouso, dificultando a transmissão do estímulo doloroso local.

Efeito Antiinflamatório

Compostos químicos derivados do plasma ou dos tecidos constituem a principal ligação entre a ocorrência da lesão e o início dos fenômenos que constituem a inflamação. Merecem destaque as aminas vasoativas: histamina e serotonina. A histamina é amplamente distribuída nos tecidos; suas maiores fontes são os mastócitos, que estão normalmente presentes no tecido conectivo adjacente aos vasos sanguíneos. A histamina pré-formada está presente em grânulos nos mastócitos, é liberada por degranulação destes, dilatando das arteríolas e aumentando da permeabilidade das vênulas. É o principal mediador imediato da

permeabilidade vascular e abertura da junção interendotelial. A serotonina não tem papel bem definido como mediador no homem. O sistema cinina, quando ativado, leva à formação de bradicinina, que produz dilatação arteriolar, aumento da permeabilidade das vênulas e contração da musculatura lisa extravascular. É o mais potente mediador conhecido da fase precoce da permeabilidade vascular.

As prostaglandinas são derivadas da ação da cicloxigenase sobre o ácido Araquidônico, produzido pela atividade da fosfolipase lisossômica dos neutrófilos sobre os fosfolipídios das membranas lesadas. São vasodilatadores potentes, com efeito predominante sobre as arteríolas e, diferentemente da Histamina, produzem vasodilatação lenta, que dura cerca de 10 horas, potencializando a ação da histamina.

A ação da radiação a Laser promove um aumento significativo na degranulação de mastócitos, aumentando a liberação de histamina, o que provoca alterações circulatórias locais, representadas basicamente por vasodilatação e aumento da permeabilidade vascular, fatos muitas vezes desejáveis como medida terapêutica em numerosas condições clínicas. Age também como antiinflamatório, inibindo e bloqueando a ação da enzima cicloxigenase sobre o ácido Araquidônico, impedindo a sua transformação em prostaglandinas.

Efeito Antiedematoso

Um dos resultados do processo inflamatório é o surgimento de edema, consequente ao aumento da permeabilidade de vênulas e do extravasamento do plasma. Quando do extravasamento do plasma, a presença do perinógeno determina a coagulação do líquido extracelular, constituindo-se numa reação de defesa com o propósito de isolar a área lesada. A ação antiedematoso da Laserterapia se manifesta por meio de dois fenômenos importantes: o estímulo à micro-circulação que irá proporcionar melhores condições de drenagem do plasma que forma o edema e a ação fibrinolítica, que irá proporcionar resolução

efetiva do isolamento proporcionado pela coagulação do plasma.

Atualmente, os implantes usados na reabilitação oral, necessitam de um período médio de quatro meses na mandíbula e seis meses na maxila para o embricamento ósseo. Somente então e após avaliação clínica radiográfica podem sofrer cargas com a colocação de próteses. A presença de mobilidade indica a presença de tecido mole na região perimplantar, sendo sua ausência um critério importante para o êxito. A estabilidade do implante durante a fase de cicatrização depende também da quantidade e da qualidade do osso. O embricamento ósseo bem sucedido é aquele em que há travamento entre o osso e o implante, que suporta condições de carga, mecanicamente mais próximo de uma raiz anquilosada do que de uma raiz normal.

A terapêutica Laser é uma das ferramentas modernas que podemos utilizar em nosso trabalho diário. Contudo, o mecanismo de efeito do Laser não ablativo é complexo, o que dificulta o seu entendimento. A terapia a Laser é mais uma opção de tratamento que se pode oferecer ao paciente na clínica diária. A compreensão dos fenômenos que envolvem a interação entre os diversos Lasers e os tecidos baseiam-se principalmente no entendimento das reações que podem ser induzidas nestes tecidos pela luz Laser. Atualmente a Laserterapia é utilizada para o tratamento de diversas patologias do complexo Bucomaxilofacial. Porém, os seus efeitos ainda são controversos em algumas áreas, como, por exemplo, sobre o processo de biomodulação celular, apresentando efeitos estimulatórios, inibitórios ou mesmo a falta de efeito.

Alguns estudos anteriores demonstraram um efeito biomodulatório positivo do laser sobre o osso, refletindo que células mesenquimais indiferenciadas podem ser biomoduladas positivamente a se transformarem em Osteoblastos que podem se transformar em Osteócitos mais rapidamente. Este é evidenciado por diversos estudos nos quais a

Laserterapia foi utilizada com sucesso no tratamento de fraturas, defeitos ósseos, após exodontias e após a colocação de implantes. Por outro lado, Laserterapia parece ser inefetiva quando utilizada em tecidos normais, necessitando algum tipo de deficiência para que os efeitos biomodulatórios sejam visíveis. O potencial osteogênico depende de diversos fatores genéticos, sistêmicos e fatores indutores locais. Contudo, a Laserterapia pode aumentar a produção de matriz óssea por melhora na vascularização local e pelo efeito antinflamatório, que resultam em um aumento na liberação de mediadores e da microcirculação local, os quais aceleraram a cicatrização. Foi sugerido que a PGE₂ ativa a cicatrização e que a laserterapia aumenta seus níveis; ela também é produzida pelos Osteoblastos e que seus efeitos podem ser terapêuticos ou adversos.

Na Implantodontia, a Laserterapia deve ser utilizada durante duas semanas com aplicações a cada 48 horas, período que ocorre uma maior resposta celular, pois o tecido procura reparar a injúria ao tecido através dos mediadores químicos da inflamação e da proliferação celular. Adicionalmente sabe-se que, o efeito biomodulador positivo é acumulativo, e nossa experiência clínica mostra ser este o ritmo ideal de aplicações. Preconizamos também que a dose utilizada não exceda 20J/cm² por sessão e que a mesma seja fracionada em pontos ao redor do implante. Esta dose é semelhante a que a literatura preconiza para acelerar os processos de cicatrização óssea nos casos de fraturas e defeitos ósseos, e fica em torno de 2,5 a 4J/cm². Este parâmetro é utilizado em virtude da resposta do tecido ósseo a qualquer injúria ser inespecífica, seja uma fratura, a colocação de um enxerto ou uma cirurgia para colocação de um cilindro de Titânio.

Acreditamos que o efeito da Laserterapia sobre as células ocorra a nível mitocondrial já que estudos anteriores mostraram que os Fibroblastos irradiados produzem uma maior quantidade de fibras colágenas. Assim sendo,

não seria difícil assumir que os Osteoblastos também possam ser estimulados aumentando também a produção de uma matriz osteóide. A cicatrização óssea independente do agente indutor da injúria ao osso, resulta em uma série de eventos similares de reparação. Os eventos que ocorrem durante a cicatrização normal das feridas de tecidos moles como inflamação, fibroplasia e remodelação, também ocorrem durante o reparo ósseo, mas em contraste com os tecidos moles, osteoblastos e osteoclastos atuam na reconstrução e remodelação do tecido ósseo lesado. A formação óssea depende de dois pré-requisitos: o suprimento vascular amplo e suporte mecânico, sempre se iniciam com a deposição da matriz osteóide que subsequente-mente se mineraliza.

A Laserterapia nos comprimentos de onda do visível e do infravermelho têm relatado efeitos na função celular, como biomodulação positiva tecidual em reparação óssea. Atualmente, os efeitos do Laser no infravermelho são os que demonstram melhores resultados para tratamento do tecido ósseo, ou seja, o efeito fotofísico, pois este apresenta uma alta penetração nos tecidos e os efeitos são mais efetivos quando comparados com os Lasers visíveis ou próximos ao infravermelho.

O efeito do Laser infravermelho em estados patológicos intervém no processo de intercâmbio iônico e acelerando o processo de incremento de ATP, e por sua vez, este aumento de ATP mitocondrial que se produzem pela irradiação Laser, favorecem um grande número de reações que intervêm no metabolismo celular, por exemplo, na estimulação de DNA, síntese protéica e elevação da atividade de ALP proliferação celular, síntese de colágeno, aumento da síntese de RNA, ativação de componentes da cadeia respiratória ou componentes extracelular estão sendo discutidos como causa da estimulação celular e que a produção de ATP promove a liberação do Oxigênio singuleto (radicais livres) da célula representando um importante papel neste mecanismo de estimulação, porém, permanece

incerto se a estimulação da formação óssea é um efeito geral sobre as células mesenquimais ou se é uma estimulação direta sobre os Osteoblastos pela terapia com Laser não ablativo.

Existe a necessidade de que a aplicação da radiação seja realizada por contato ao redor do implante em pontos padronizados e se evitando que uma maior reflexão ocorra o que resultaria numa menor absorção e espalhamento que comprometeria os efeitos mais profundos, sendo este aspecto ainda mais importante nos casos nos quais implantes muito longos sejam utilizados já que o cone de difusão de Laseres infravermelhos é da ordem de seis milímetros. Adicionalmente a presença de organelas e tecido mineralizado, que são cromóforos e têm a capacidade de atenuar o raio também influenciariam o resultado final. Assim sendo a utilização de um maior tempo de exposição ou aplicação da radiação Laser nas corticais podem melhorar os resultados finais.

A Laserterapia pode alcançar excelentes resultados no pós-operatório, tais quais, a redução da inflamação, da dor, e na aceleração do período de cicatrização das feridas cirúrgicas. Os efeitos de biomodulação positiva ou bioestimulação de processos de cicatrização em tecidos moles e duros têm sido evidenciados em vários trabalhos já descritos na literatura. Por esse motivo, acredita-se que no caso específico do embricamento ósseo-mecânico de implantes dentais, é possível que a ação do Laser possa acelerar o processo de integração do Titânio devido a uma biomodulação positiva do processo de reparação do tecido ósseo peri-implantar.

Referências

1. ALAN, H.; VARDI, N.; OZGUR, C.; HUSEYIN, A.; YOLCU, U.; DOGAN, D.O. Comparison of the Effects of Low-Level Laser Therapy and Ozone Therapy on Bone Healing. *J Craniofac Surg.* v. 26, n. 5 (p.396-400) Jul 2015.
2. CHANG, Y.Y.; LEE, J.S.; KIM, M.S.; CHOI, S.H.; CHAI, J.K.; JUNG, U.W. Comparison of collagen membrane and bone substitute as a carrier for rhBMP-2 in lateral onlay graft. *Clin Oral Implants Res.* v.26, n.1 (p.13-19) Jan 2015.
3. CHEN, F.M.; JIN, Y. Periodontal tissue engineering and regeneration: current approaches and expanding opportunities. *Tissue Eng Part B Rev.* v.16, n.2 (p.219-255) Abr 2010.
4. GERBI, M.E.; MARQUES, A.M.; RAMALHO, L.M.; et al. Infrared laser light further improves bone healing when associated with bone morphogenic proteins: an in vivo study in a rodent model. *Photomed Laser Surg.* v.26, n.1 (p.55-60) Fev 2008.
5. GERBI, M.E.; PINHEIRO, A.L.; MARZOLA, C.; et al. Assessment of bone repair associated with the use of organic bovine bone and membrane irradiated at 830 nm. *Photomed Laser Surg.* v.23, n.4, (p.382-388) Ago 2005.
6. GERBI, M. E. M.; PINHEIRO, A. L. B. ; RAMALHO, L. P. Effect of IR Laser Photobiomodulation on the repair of bone defects grafted with organic bovine bone. *Lasers in Medical Science.* (p. 472-478) Set 2007.
7. GUIMARAES, K.B.; VASCONCELOS, B.C.; LIMEIRA-JUNIOR, F. A.; SOUSA, F.B.; ANDRADE, E.S.; VASCONCELLOS, R.J. Histomorphometric evaluation of calcium phosphate bone grafts on bone repair. *Braz J Otorhinolaryngol.* v.77, n.4, (p.447-454) Jul-Ago 2011.
8. KARU, T Laser biostimulation: a photobiological phenomenon. *J Photochem Photobiol B*, v. 3 n. 4, (p.638-640) Ago 1989.
9. MAIORANA, C.; BERETTA, M.; BATTISTA GROSSI, G.; et al. Histomorphometric evaluation of anorganic bovine bone coverage to reduce autogenous grafts resorption: preliminary results. *Open Dent J.* v.5, (p.71-78) 2011.
10. MASSOTTI, F.P.; GOMES, F.V.; MAYER, L.; et al. Histomorphometric assessment of the influence of low-level laser therapy on peri-implant tissue healing in the rabbit mandible. *Photomed Laser Surg.* v.33, n.3, (p.123-128) Mar 2015.
11. OZAWA, Y et al. Low-energy laser irradiation stimulates bone nodule formation at early stages of cell culture in rat calvarial cells. *Bone*, v 22, n 4, (p. 347-354) Abr 1998.
12. PINHEIRO, A.L.; MARTINEZ-GERBI, M.E.; DE-ASSIS-LIMEIRA, F. Jr.; et al. Bone repair following bone grafting hydroxyapatite guided bone regeneration and infra-red laser photobiomodulation: a histological study in a rodent model. *Lasers Med Sci.* v. 24, n.2, (p.234-240) Mar 2009.

13. PINHEIRO, A.L.; SOARES, L.G.; ACIOLE, G.T.; et al. Light microscopic description of the effects of laser phototherapy on bone defects grafted with mineral trioxide aggregate, bone morphogenetic proteins, and guided bone regeneration in a rodent model. **J Biomed Mater Res A**. v.98, n.2, (p.212-22) Ago 2011.
14. PINHEIRO, A.L.; GERBI, M.E. Photoengineering of bone repair processes. **Photomed Laser Surg.** v.24, n.2. (p.169-178) Abr 2006.
15. QUEIROGA, A.S.; SOUSA, F.B.; ARAÚJO, J.M.S.; et al. Evaluation of bone repair in the femur of rats submitted to laser therapy in different wavelengths: An image segmentation method of analysis. **Laser Physics**. v.18, n.9, (p.1087-1091) Abr 2008.
16. REDDY, G. K. Photobiological Basis and Clinical Role of Low- Intensity Lasers in Biology and Medicine. **J Clin Laser Med Surg**, v. 22, n. 2, (p. 141-150) Abr 2004.
17. SARACINO, S et al. Superpulsed Laser Irradiation Increases Osteoblast Activity Via Modulation of Bone Morphogenetic Factors. **Laser Surg Med**, v. 41, (p. 298-304) 2009.
18. SOARES, L.G.P. et al. Influence of the λ 780 nm Laser Light on the Repair of Surgical Bone Defects Grafted or not with Biphasic Synthetic Micro-Granular Hydroxylapatite + Beta - Calcium Triphosphate. **Jour Photochem Photobiol. B, Biology**, v.131 (p.16-23) Fev 2014.
19. TASLI, P.N.; AYDIN, S.; YALVAC, M.E.; SAHIN, F. Bmp 2 and bmp 7 induce odonto- and osteogenesis of human tooth germ stem cells. **Appl Biochem Biotechnol.**; v.172, n.6 (p.3016-3025) Mar 2014.
20. TOBITA, M.; MIZUNO, H. Periodontal disease and periodontal tissue regeneration. **Curr Stem Cell Res Ther**. v.5, n.2 (p.168-174) Jun 2010.