

**LIPUS (*LOW-INTENSITY PULSED ULTRASOUND
STIMULATION*) MEMPERCEPAT PERGERAKAN
GIGI ORTODONTI
(*Scoping Review*)**

KARYA TULIS AKHIR



Oleh:

DYSHAFILIA CHARINDRA
NIM. 021918066305

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI ORTODONTI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**LIPUS (*LOW-INTENSITY PULSED ULTRASOUND
STIMULATION*) MEMPERCEPAT PERGERAKAN GIGI
ORTODONTI
(*Scoping Review*)**

KARYA TULIS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Program Studi Ortodonti
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya**

Oleh:

DYSHAFILIA CHARINDRA
NIM. 021918066305

Menyetujui

Pembimbing Utama



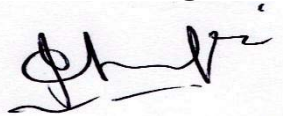
Dr. Ari Triwardhani, drg., M.Sc., Sp.Ort (K)
NIP. 196202021987032001

Pembimbing Serta



Alida, drg., M.Kes., Sp.Ort (K)
NIP. 198011022009122003

Mengetahui
Koordinator Program Studi



Dr. Ervina Restiwulan Winoto, dr., M.Kes., Sp.Ort (K)
NIP. 197407212006042001

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI ORTODONTI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

PENETAPAN PANITIA PENGUJI KARYA TULIS AKHIR

Karya Tulis Akhir ini telah diuji pada

Hari : Rabu

Tanggal : 3 Agustus 2022

PANITIA PENGUJI KARYA TULIS AKHIR

Ketua : 1. Prof. Thalca Hamid, drg., MHPed., Sp.Ort(K)., Ph.D

Sekretaris : 2. Dr. Ari Triwardhani, drg., MSc., Sp.Ort(K)

Anggota : 3. Alida, drg., M.Kes., Sp.Ort(K)

4. Prof. Dr. Ida Bagus Narmada, drg., Sp.Ort(K)

5. Dr. Ervina Restiwulan Winoto, drg., M.Kes., Sp.Ort(K)

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dyshafilia Charindra

NIM : 021918066305

Program Studi : Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Ortodonti

Fakultas : Kedokteran Gigi

Universitas : Airlangga

Jenjang : Spesialis (Sp)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penelitian tugas akhir saya yang berjudul:

LIPUS (LOW-INTENSITY PULSED ULTRASOUND STIMULATION) MEMPERCEPAT PERGERAKAN GIGI ORTODONTI (Scoping Review)

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila suatu saat saya terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Surabaya, 18 Juli 2022



Dyshafilia Charindra
NIM 021918066305

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Akhir yang berjudul “LIPUS (*Low-Intensity Pulsed Ultrasound Stimulation*) Mempercepat Pergerakan Gigi Ortodonti (*Scoping Review*)” sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Ortodonti Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

Terimakasih yang tidak terhingga juga penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Agung Sosiawan, drg., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
2. Dr. Ari Triwardhani, drg, M.Sc., Sp.Ort (K), selaku Ketua Departemen Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga sekaligus pembimbing utama yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan, semangat, masukan dan bimbingan yang sangat berharga sampai terselesainya karya tulis ini.
3. Alida, drg., M.Kes., Sp.Ort (K), selaku pembimbing serta yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan, semangat, masukan dan bimbingan yang sangat berharga sampai terselesainya karya tulis ini.
4. Dr. Ervina Restiwulan Winoto, drg., M. Kes., Sp.Ort (K), selaku Koordinator Program Studi Ortodonti Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
5. Prof. Thalca Hamid, drg., MHPed., Sp.Ort (K)., Ph.D selaku Guru Besar Bidang Ortodonti.
6. Prof. Dr. Ida Bagus Narmada, drg., Sp.Ort (K), selaku Guru Besar Bidang Ortodonti.

7. Prof. Dr. I G.A Wahyu Ardani, drg., M.Kes., Sp.Ort (K) selaku Guru Besar Bidang Ortodonti, dan seluruh staf dan instruktur klinik Spesialis Ortodonti Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
8. Kedua orang tua saya, Sandy Dwiwana Jogasara dan Ida Indrayani serta saudara-saudara yang telah memberikan dukungan, kasih sayang serta doa yang luar biasa selama penulis melaksanakan seluruh kegiatan dalam Pendidikan dokter gigi spesialis termasuk penyusunan karya tulis akhir ini.
9. Suami saya, Dr. Indra Mulyawan, drg., MMRS., Sp.BM (K)., FICS., serta ketiga anak saya Kianorlin AKinsha, Hirokiano Shalendra dan Dzakiano Rayandra yang selalu memberikan semangat serta dukungan agar penulisan karya tulis akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
10. Teman-teman sejawat PPDGS Ortodonti angkatan 2019 yang telah memberikan masukan dan dukungan kepada penulis. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan karya tulis ilmiah ini, namun penulis berharap semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menambah pengetahuan dalam bidang studi ortodonti, dan akhir kata penulis memohon saran untuk dapat lebih menyempurnakan karya tulis ilmiah ini.

Surabaya, 18 Juli 2022

Penulis

ABSTRACT***LIPUS (Low-Intensity Pulsed Ultrasound Stimulation) Accelerates Orthodontic Tooth Movement***

Background: It has been known that the average duration of orthodontic treatment ranges from 2 to 7 years. Prolonged duration of orthodontic treatment was associated with increased risk factors such as gingival inflammation, decalcification, dental caries, root resorption, periodontal disease, TMD. Accelerating orthodontic tooth movement is an option to shorten orthodontic treatment time. Several methods such as corticotomy, laser therapy, local injection of biomodulators, gene therapy and LIPUS (low intensity pulsed ultrasound) vibration are known to accelerate orthodontic tooth movement. LIPUS has many advantages such as either easily use in medical clinics or non-invasive. **Purpose:** To determine the effect of LIPUS stimulation on the acceleration of orthodontic tooth movement from published journals. **Methods:** Data search used four databases, PubMed, Ebscohost, Scopus and ProQuest. Inclusion criteria was including research data that relevant to the research topic, having complete data, unlimited by year range, English articles, in vivo design studies. **Results:** 8 articles were obtained after had been selected based on criteria from a total of 362 articles taken from 4 databases. **Conclusion:** LIPUS stimulation increases osteoclast activity to resorb bone on compression sites by increasing RANK/RANKL expression and increases osteoblast activity to form bone on tension sites by increasing RUNX2 and OPG expression, thereby accelerating bone remodeling processes and accelerating orthodontic tooth movement.

Keywords: orthodontics, low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS), orthodontic tooth movement, accelerated tooth movement, bone remodeling

ABSTRAK

LIPUS (*Low-Intensity Pulsed Ultrasound Stimulation*) Mempercepat Pergerakan Gigi Ortodonti

Latar Belakang: Telah diketahui sebelumnya, bahwa rata-rata durasi perawatan ortodonti berkisar 2 hingga 7 tahun. Durasi perawatan ortodonti yang berkepanjangan berkaitan dengan meningkatnya faktor resiko seperti inflamasi gingiva, dekalsifikasi, karies gigi, resorpsi akar, penyakit periodontal, TMD. Mempercepat pergerakan gigi ortodonti menjadi pilihan untuk mempersingkat waktu perawatan ortodonti. Beberapa metode seperti kortikotomi, terapi laser, injeksi lokal biomodulator, terapi gen dan vibrasi LIPUS (*low intensity pulsed ultrasound*) diketahui dapat mempercepat pergerakan gigi ortodonti. LIPUS memiliki banyak keuntungan seperti mudah digunakan pada klinik medis serta non-invasif. **Tujuan:** Untuk mengetahui efek stimulasi LIPUS terhadap percepatan pergerakan gigi ortodonti dari jurnal-jurnal yang telah dipublikasikan. **Metode:** Pencarian data menggunakan empat *database*, yakni *PubMed*, *Ebscohost*, *Scopus* dan *ProQuest*. Kriteria inklusi yakni data penelitian sesuai dengan topik penelitian, memiliki data lengkap, tidak dibatasi rentang tahun, artikel berbahasa inggris, studi desain *in vivo*. **Hasil:** didapatkan 8 artikel yang telah disaring berdasarkan kriteria dari total 362 artikel yang diambil dari 4 *database*. **Kesimpulan:** Stimulasi LIPUS meningkatkan aktivitas osteoklas untuk meresorpsi tulang pada sisi kompresi dengan meningkatkan ekspresi RANK/RANKL dan meningkatkan aktivitas osteoblas untuk membentuk tulang pada sisi regangan dengan meningkatkan ekspresi RUNX2 dan OPG, sehingga mempercepat proses remodeling tulang dan mempercepat pergerakan gigi ortodonti.

Kata Kunci: orthodonti, *low-intensity pulsed ultrasound* (LIPUS), pergerakan gigi ortodonti, percepatan pergerakan gigi ortodonti, remodeling tulang

SUMMARY

The duration of orthodontic treatment is the most common problem that is often encountered by patients (Bichara et al., 2016). Prolonged orthodontic treatment has an effect on increasing gingival inflammation, decalcification, dental caries, root resorption, periodontal disease, and temporomandibular disorder (TMD) (Talic, 2011). Several methods have been known to accelerate orthodontic tooth movement by increasing bone remodeling process such as corticotomy, laser therapy, local injection of biomodulators, gene therapy and LIPUS vibration (low-intensity pulsed ultrasound) (Andrade et al., 2014). LIPUS stimulation (low-intensity pulsed ultrasound) has many advantages such as easily and widely used in medical clinics and non-invasive method.

LIPUS transmits acoustic pressure waves, with frequencies above the limit of human hearing, which when transmitted to the tissues caused micromechanical strains that produce molecular activity (Dinno et al., 1989). LIPUS was classified into medium frequency ultrasound (0.7–3 MHz) which produces pulse wave modes (100 and 1,000 Hz) and it was delivered at a much lower intensity (less than 3 W/cm²). Almost all LIPUS researchers used sound waves with an intensity of 0.03 W/cm² (otherwise known as 30 mW/cm²), a pulse ratio of 1 : 4 at 1,000 Hz, and a frequency of 1.5 MHz (Watson, 2008).

LIPUS increases RANKL expression on osteoclasts to accelerate bone resorption and increase bone-forming protein RUNX2 (Runt-Related Transcription Factor 2) on osteoblasts (Takayama et al., 2007). LIPUS stimulation is known to have another effect in minimizing tooth root resorption in orthodontic treatment or OIRR (orthodontically induced root resorption) (El-Bialy et al, 2020). In this scoping review, 8 articles were used which had been selected based on criteria from a total of 362 articles taken from 4 databases (PubMed, Ebscohost, Scopus and ProQuest).

The results of a review on animal subjects with various interventions such as expansion of the maxillary first molars in 26 male Wistar rats, with an initial force of 10 g, obtained results of intermolar width, number of osteoclasts and bone formation that significantly greater in the group treated by LIPUS stimulation (Arai et al. al, 2020), mesialization of the maxillary right first molar

in 48 male Wistar rats, with an initial force of 0.1 N, the results showed that orthodontic tooth movement increased and the expression of BMP-2, RUNX2, RANKL increased significantly in the group treated by LIPUS stimulation (Xue et al, 2020), mesialization of the maxillary left first molar in 48 female Wistar rats, with an initial force of 50 g, the result was proven that the OOG group (orthodontically treated ovariectomized group) showed orthodontic tooth movement which significantly greater than the other groups (Dahhas et al , 2016), mesialization of the maxillary left first molar in 80 Dawley rats, the results showed that the combination group between LIPUS and LLLT had the most orthodontic tooth movement (Alazzawi et al, 2018).

RINGKASAN

Durasi perawatan ortodonti menjadi masalah paling umum yang sering ditemui oleh pasien (Bichara *et al.*, 2016). Perawatan ortodonti yang berkepanjangan berpengaruh pada peningkatan inflamasi gingiva, dekalsifikasi, karies gigi, resorpsi akar, penyakit periodontal, dan temporomandibular disorder (TMD) (Talic, 2011). Beberapa metode telah diketahui dapat mempercepat pergerakan gigi ortodonti dengan cara meningkatkan proses remodeling tulang tulang seperti kortikotomi, terapi laser, injeksi lokal biomodulator, terapi gen dan vibrasi LIPUS (*low-intensity pulsed ultrasound*) (Andrade *et al.*, 2014). Stimulasi LIPUS (*low-intensity pulsed ultrasound*) memiliki banyak keuntungan seperti mudah dan banyak digunakan pada klinik medis serta non-invasif.

LIPUS meyalurkan gelombang tekanan akustik, dengan frekuensi di atas batas pendengaran manusia, yang ketika ditransmisikan ke jaringan menyebabkan *micromechanical strains* atau regangan mikromekanis yang menghasilkan aktivitas molekuler (Dinno *et al.*, 1989). LIPUS masuk ke dalam *medium frequency ultrasound* (0,7–3 MHz) yang menghasilkan mode gelombang denyut (100 dan 1.000 Hz) dan dihantarkan pada intensitas yang jauh lebih rendah (kurang dari 3 W/cm²). Hampir semua peneliti LIPUS menggunakan gelombang suara dengan intensitas 0,03 W/cm² (atau dikenal sebagai 30 mW/cm²), rasio denyut 1 : 4 pada 1.000 Hz, dan frekuensi 1,5 MHz (Watson, 2008).

LIPUS meningkatkan ekspresi RANKL pada osteoklas untuk mempercepat resorpsi tulang dan meningkatkan protein pembentuk tulang RUNX2 (*Runt-Related Transcription Factor 2*) pada osteoblast (Takayama *et al.*, 2007). Stimulasi LIPUS diketahui memberikan efek lain meminimalkan resorpsi akar gigi pada perawatan ortodonti atau OIRR (*orthodontically induced root resorption*) (El-Bialy *et al.*, 2020). Pada *scoping review* ini digunakan 8 artikel yang telah disaring berdasarkan kriteria dari total 362 artikel yang diambil dari 4 database (*PubMed*, *Ebscohost*, *Scopus* dan *ProQuest*).

Hasil *review* pada subjek hewan dengan berbagai intervensi seperti ekspansi molar pertama rahang atas pada 26 ekor tikus *Wistar jantan*, dengan *initial force* 10 g, didapatkan hasil lebar intermolar, jumlah osteoklas dan pembentukan tulang secara signifikan lebih besar pada grup yang diberikan stimulasi LIPUS (Arai *et*

al, 2020), mesialisasi molar pertama kanan rahang atas pada 48 ekor tikus *Wistar* jantan, dengan *initial force* 0,1 N, didapatkan hasil pergerakan gigi ortodonti meningkat dengan ekspresi BMP-2, RUNX2, RANKL meningkat secara signifikan pada grup dengan stimulasi LIPUS (*Xue et al, 2020*), mesialisasi molar pertama kiri rahang atas pada 48 ekor tikus *Wistar* betina, dengan *initial force* 50 g, didapatkan grup OOG (*orthodontically treated ovariectomized group*) menunjukkan pergerakan gigi ortodonti secara signifikan lebih besar daripada grup lain (*Dahhas et al, 2016*), mesialisasi molar pertama kiri rahang atas pada 80 ekor tikus *Dawley*, didapatkan hasil grup kombinasi LIPUS dan LLLT menunjukkan pergerakan gigi ortodonti terbanyak (*Alazzawi et al, 2018*).

Hasil *review* pada subjek manusia menunjukkan pergerakan gigi ortodonti meningkat sebanyak 29% pada 41 pasien dengan intervensi retraksi kaninus pada *initial force* 150 g (*El-Bialy et al, 2020*), retraksi kaninus pada 22 pasien, dengan *initial force* 150 g, dengan dosis LIPUS yang kurang yang diterapkan pada interval 3 minggu selama 4 bulan, tidak mempercepat pergerakan gigi ortodonti (*Qamruddin et al, 2020*), durasi perawatan ortodonti berkurang 49% dibandingkan dengan pasien pada grup kontrol pada 68 pasien dengan *clear aligner* (*Kaur et al, 2020*), dan durasi perawatan ortodonti berkurang 26% pada grup LIPUS dan 26,6% pada grup PBM dibandingkan dengan pasien pada grup kontrol pada 84 pasien dengan *clear aligner* (*Al-Dboush et al, 2016*).

LIPUS meningkatkan ekspresi RANK/RANKL yang berperan penting pada peningkatan aktivitas osteoklas untuk meresorpsi tulang, serta meningkatkan ekspresi RUNX2 dan OPG yang diketahui berperan penting pada peningkatan aktivitas osteoblas untuk pembentukan tulang.. Peningkatan aktivitas sel-sel osteoklas dan osteoblas mempercepat proses remodeling tulang sehingga mempercepat pergerakan gigi ortodonti. Sehingga stimulasi LIPUS dapat mempercepat pergerakan gigi secara ortodonti, yang juga telah dibuktikan pada penelitian-penelitian sebelumnya.

DAFTAR ISI

COVER.....	I
LEMBAR PENGESAHAN.....	II
PENETAPAN PANITIA PENGUJI KARYA TULIS AKHIR.....	III
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	IV
UCAPAN TERIMA KASIH.....	V
<i>ABSTRACT</i>	VII
ABSTRAK	VIII
<i>SUMMARY</i>.....	IX
RINGKASAN	XI
DAFTAR ISI.....	XIII
DAFTAR GAMBAR.....	XV
DAFTAR TABEL	XVI
DAFTAR SINGKATAN	XVII
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	4
1.3 Tujuan penelitian.....	4
1.3.1 Tujuan umum	4
1.3.2 Tujuan khusus	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pergerakan gigi secara ortodonti.....	5
2.1.1 Fase pergerakan gigi ortodonti.....	7
2.2 Respon <i>periodontal ligament</i> terhadap gaya ortodonti	9
2.3 Respon tulang alveolar pada saat pergerakan gigi ortodonti	14
2.3.1 Osteoklastogenesis dan osteogenesis	15

2.4 Efek perawatan ortodonti yang berkepanjangan	31
2.5 <i>Low-intensity pulsed ultrasound</i> (LIPUS)	32
2.6 Mekanisme Kerja <i>Low-Intensity Pulse Ultrasound</i> (LIPUS)	36
2.7 Cara penggunaan <i>Low-Intensity Pulse Ultrasound</i> (LIPUS)	38
2.8 Keuntungan <i>Low-Intensity Pulse Ultrasound</i> (LIPUS)	40
2.9 Kelemahan <i>Low-Intensity Pulse Ultrasound</i> (LIPUS) terkait dengan penggunaan secara berlebihan.....	41
BAB 3 KERANGKA KONSEP	43
3.1 Kerangka konseptual	43
3.2 Penjelasan kerangka konseptual.....	44
BAB 4 METODE PENELITIAN	46
4.1 Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....	46
4.2 Sumber Informasi.....	47
4.3 Strategi pencarian.....	48
4.4. Seleksi Studi.....	49
4.5 Alur penelitian.....	50
BAB 5 HASIL <i>REVIEW</i>	51
5.1. Hasil <i>Review</i>	51
BAB 6 PEMBAHASAN	63
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	73
7.1 KESIMPULAN	73
7.2 SARAN	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kurva klasik tiga fase pergerakan gigi ortodonti; 1) <i>Displacement phase</i> , 2) <i>Delay phase</i> , 3) <i>Acceleration and linear phase</i> (Nanda R, 2005)	7
Gambar 2. Perubahan aliran darah dalam PDL potongan horizontal eksperimen hewan diamati dengan pemberian India ink ke dalam sistem vaskular sehingga ukuran dapat terlihat dengan mudah (Khouw et al, 1970)..	10
Gambar 3. Pada sisi regangan PDL, sisi yang menjauhi arah pergerakan gigi, ruang ligamen periodontal (PDL) membesar dan pembuluh darah melebar hanya terisi sebagian (Khouw et al, 1970).....	11
Gambar 4. Peran NO pada tulang. Interaksi sitokin, estrogen, faktor pertumbuhan, tekanan mekanis, dan stimulasi eNOS dan iNOS dalam homeostasis tulang dan metabolisme tulang. NOS (nitric oxide synthase enzyme) (Wimalawansa, 2010).....	17
Gambar 5. Regulasi osteoklastogenesis oleh osteoblast (Nanda, 2015).	20
Gambar 6. Regulasi Vitamin D3, PTH, TNF- α , IL-1, PGE2, dan stokin lainnya menginduksi RANKL pada osteoblas dan memediasi osteoklastogenesis (Nanda, 2015).....	20
Gambar 7. <i>Second messengers</i> menyampaikan informasi yang diterima dari reseptor permukaan sel. GPCR dan RTK adalah reseptor yang mengaktifkan efektor untuk menghasilkan second messenger yang memodulasi aktivitas target (Newton et al, 2016).	28
Gambar 8. Regulasi <i>growth factors</i> dan sistemik dari remodeling tulang (Siddiqui, 2016).	29
Gambar 9. Perangkat <i>low-intensity pulsed ultrasound</i> (LIPUS) A: <i>Handheld electronics</i> ; B: <i>Mouthpiece containing LIPUS transducers</i> ; C: <i>Oral ultrasound gel</i> . (El-Bialy et al, 2020).....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Respon fisiologis PDL terhadap gaya ortodonti yang diberikan berdasarkan besarnya tekanan (Proffit WR, 2016).....	12
Tabel 2. Klasifikasi gelombang <i>ultrasound</i> berdasarkan tingkat intensitas dan frekuensinya (Xin Z <i>et al</i> , 2016)	35

DAFTAR SINGKATAN

ABO	: <i>American Board of Orthodontics</i>
ALP	: <i>Alkaline Phosphatase</i>
BMP	: <i>Bone Morphogenetic Protein</i>
cAMP	: <i>Cyclic Adenosine Monophosphate</i>
CBCT	: <i>Cone-Beam Computed Tomography</i>
CBF- α -1	: <i>Core-Binding Factor Subunit Alpha-1</i>
CO ₂	: <i>Karbondioksida</i>
COX-2	: <i>Cyclo-Oxygenase-2</i>
C-Fms	: <i>Colony-Stimulating Factor</i>
DAG	: <i>Diacylglycerol</i>
eNOS	: <i>Endothelial Nitric Oxide Synthase</i>
EGFR	: <i>Endothelial Growth Factor Receptor</i>
FGF	: <i>Fibroblast Growth Factors</i>
FGFR2	: <i>Fibroblast Growth Factors Receptor 2</i>
FGF	: <i>Fibroblast Growth Factor</i>
GPCR	: <i>G-Protein Couple Receptor</i>
HGF	: <i>Hepatocyte Growth Factor</i>
Hz	: <i>Hertz</i>
iNOS	: <i>Inducible Nitric Oxide Synthase</i>
IGF	: <i>Insulin-Like Growth Factor</i>
IFN- γ	: <i>Interferon-γ</i>
IL	: <i>Interleukin</i>
IL-1 β	: <i>Interleukin 1β</i>

IL-6	: <i>Interleukin 6</i>
IL-8	: <i>Interleukin 8</i>
IL-11	: <i>Interleukin 11</i>
IL-11	: <i>Interleukin 11</i>
LIPUS	: <i>Low-Intensity Pulsed Ultrasound</i>
LLT	: <i>Low Level Laser Therapy</i>
MAD	: <i>Mothers Against Decapentaplegic</i>
MAPK	: <i>Mitogen-Activated Protein Kinase</i>
M-CSF	: <i>Macrophage Colony-Stimulating Factor</i>
MHz	: <i>Mega Hertz</i>
mRNA	: <i>Messenger Ribonucleic Acid</i>
NCG	: <i>Non-Ovariectomized Control Group</i>
NO	: <i>Nitric Oxide</i>
NOG	: <i>Orthodontically Treated Non-Ovariectomized Group</i>
NOUG	: <i>Orthodontically Treated Non-Ovariectomized Group With LIPUS</i>
OC	: <i>Osteoclast</i>
OCG	: <i>Ovariectomized Control Group</i>
OCN	: <i>Osteocalcin</i>
OIRR	: <i>Orthodontically Induced Root Resorption</i>
OOG	: <i>Orthodontically treated Ovariectomized Group</i>
OOUG	: <i>Orthodontically treated Ovariectomized group with LIPUS</i>
OTM	: <i>Orthodontic Tooth Movement</i>
OPG	: <i>Osteoprotegrin</i>
PBM	: <i>Photobiomodulation</i>

PCR	: <i>Polymerase Chain Reaction</i>
PGE ₂	: <i>Prostaglandin Endogenous 2</i>
PDL	: <i>Periodontal Ligament</i>
PDLs	: <i>Periodontal Ligament Space</i>
PDLC	: <i>Periodontal Ligament Cell</i>
PKA	: <i>Protein Kinase A</i>
PLC	: <i>Phospholipase C</i>
PTH	: <i>Parathyroid Hormone</i>
PTHRec	: <i>Parathyroid Hormone Receptor</i>
PTHrP	: <i>PTH-related protein</i>
RANK	: <i>Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa B</i>
RANKL	: <i>Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa B Ligand</i>
RUNX2	: <i>Runt-Related Transcription Factor 2</i>
OSX	: <i>Osteoblast-Specific Transcription Factor</i>
sIL-6R	: <i>Soluble IL-6 Receptor</i>
STAT 3	: <i>Signal Transducer And Activator of Transcription 3</i>
SMAD 2	: <i>Suppressor of Mother Against Decapentaplegic Homolog 2</i>
SMAD 3	: <i>Suppressor Mother Against Decapentaplegic Homolog 3</i>
TMD	: <i>Temporomandibular Disorder</i>
TGF- β	: <i>Transforming Growth Factor B</i>
TNF	: <i>Tumor Necrosis Factor</i>
TNF- α	: <i>Tumor Necrosis Factor-α</i>
TMD	: <i>Temporomandibular Disorder</i>
VEGF	: <i>Vascular Endothelial Growth Factor</i>

WHO : *World Health Organization*