



Κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser στη θεραπεία της περιοδοντίτιδας και περιεμφυτευματίτιδας

Clinical laser applications in the treatment of periodontitis and peri-implantitis

Σωτήριος Κωτσοβίλης¹, Τατιανή-Μαρία Γληνού²,
Ευδοξία Πεπελάση³

¹Περιοδοντολόγος, Διδάκτορας Πανεπιστημίου
Αθηνών, ²Περιοδοντολόγος,

³Περιοδοντολόγος, Επίκουρη Καθηγήτρια
Εργαστήριο Περιοδοντολογίας, Οδοντιατρική
Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα

Sotirios Kotsovilis¹, Tatiani-Maria Glinou²,
Eudoxie Pepelassi³

¹Periodontist, PhD University of Athens,
²Periodontist, ³Periodontist, Assistant Professor

Department of Periodontology,
School of Dentistry, University of Athens,
Athens, Greece

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η ανασκόπηση των συστηματικών ανασκοπήσεων και άρθρων θέσεων διεθνώς αναγνωρισμένων επιστημονικών φορέων, που δημοσιεύτηκαν στην οδοντιατρική βιβλιογραφία στην Αγγλική γλώσσα μέχρι και τον Ιούνιο του 2010, αναφορικά με την κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser στη μη χειρουργική ή χειρουργική θεραπεία των περιοδοντικών και περιεμφυτευματικών νόσων.

Τα κύρια συμπεράσματα της παρούσας ανασκόπησης είναι τα ακόλουθα: Η κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser (Er:YAG, Nd:YAG, Nd:YAP, διοξειδίου του άνθρακα ή οποιασδήποτε διοδικής πηγής laser όπως το GaAlAs ή το InGaAlP) ως αποκλειστικής μεθόδου για τη μη χειρουργική θεραπεία της χρόνιας περιοδοντίτιδας είναι δυνατόν να είναι εξίσου αποτελεσματική – αλλά όχι περισσότερο αποτελεσματική– με τη συμβατική αποτρίγωση και ριζική απόξεση χωρίς ακτίνες laser για περίοδο παρακολούθησης ≤24 μηνών. Η κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser ως συμπληρωματικού θεραπευτικού μέσου στη μη χειρουργική θεραπεία της χρόνιας περιοδοντίτιδας δε φαίνεται ότι παρέχει σημαντικό επιπρόσθετο κλινικό όφελος.

Καμία μέθοδος απολύμανσης των εμφυτευματικών επιφανειών δεν τεκμηριώθηκε να είναι σαφώς σημαντικά ανώτερη έναντι των άλλων. Η μη χειρουργική κλινική εφαρμογή των ακτίνων Er:YAG laser ή η χειρουργική θεραπεία με ακτίνες laser διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να βελτιώσουν τις περιεμφυτευματικές κλινικές παραμέτρους. Η δημιουργία νέας επαφής οστού-εμφυτεύματος δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί προβλέψιμα. Δεν έχουν αναφερθεί μείζονες ανεπιθύμητες ενέργειες από την κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser. Συνολικά, η υπάρχουσα τεκμηρίωση μπορεί να θεωρηθεί ασθενής και απαιτούνται περισσότερες έρευνες για πιο αξιόπιστες απαντήσεις.

Περιοδοντολογικά Ανάλεκτα 2010; 21(1):1-14

Λέξεις κλειδιά: ακτίνες laser, θεραπεία, περιοδοντίτιδα, περιεμφυτευματίτιδα, συστηματική ανασκόπηση

Abstract

The aim of the present study was to review the systematic reviews and position papers of internationally recognized scientific institutions, published in the dental literature in the English language up to and including June 2010, regarding the clinical application of lasers in the nonsurgical or surgical therapy of periodontal and peri-implant diseases.

The main conclusions of the present review are as follows: The clinical application of lasers (Er:YAG, Nd:YAG, Nd:YAP, carbon dioxide, or any diode laser such as GaAlAs, or InGaAlP) as an exclusive method for the nonsurgical therapy of chronic periodontitis can be comparably efficacious – but not more efficacious than – conventional scaling and root planing without lasers throughout a follow-up period of ≤24 months. The clinical application of lasers as an adjunct to conventional mechanical debridement for the nonsurgical therapy of chronic periodontitis does not provide a significant added clinical benefit.

No implant surface decontamination method was documented to be clearly significantly superior over the other. The nonsurgical clinical application of the Er:YAG laser or surgical therapy using a carbon dioxide laser can improve peri-implant clinical parameters. New direct bone-to-implant contact formation is not predictably attainable. No major adverse events have been reported to be caused by the clinical application of lasers. Overall, the available evidence may be regarded as weak and more studies are required to reach definitive answers.

Analecta Periodontologica 2010; 21(1):1-14

Key words: lasers, therapy/treatment, periodontitis, peri-implantitis, systematic review

Εισαγωγή

Οι ακτίνες laser είναι δυνατόν να οριστούν ως ομοιόμορφα, συμφασικά, ισχυρά, σχεδόν μη αποκλίνοντα και μονόχρωμα ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ορατά ή αόρατα για τον άνθρωπο), που εκπέμπονται από ειδικό τύπο φωτεινών πηγών (φωτεινές πηγές ή συσκευές laser), όταν τα άτομά τους διεγερθούν και στη συνέχεια ακολουθήσει η εξαναγκασμένη αποδιέγερση που επάγεται από την επίδραση εξωτερικού ηλεκτρομαγνητικού κύματος κατάλληλης συχνότητας (εξαναγκάζον κύμα) (Alexopoulos και Marinos 1978, Coluzzi 2000, 2004). Ο όρος «laser» αποτελεί ακρωνύμιο της αγγλικής φράσης «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation» και προτάθηκε το 1958 (Schawlow και Townes 1958) από τους Αμερικανούς Φυσικούς Arthur Schawlow (Βραβείο Nobel Φυσικής, 1981) και Charles Townes (Βραβείο Nobel Φυσικής, 1964).

Σε προγενέστερη ελληνική βιβλιογραφική ανασκόπηση (Κωτσοβίλης και Φουρμούζης 2007) αναπτύχθηκαν διεξοδικά τα ακόλουθα ζητήματα:

- Η βασική αρχή της λειτουργίας (Alexopoulos και Marinos 1978) και η ιστορική εξέλιξη (Sulewski 2000) των φωτεινών πηγών laser
- Οι κυριότεροι τύποι συσκευών και ακτίνων που χρησιμοποιούνται στους περιοδοντικούς ιστούς (Nd:YAG, Nd:YAP, Er:YAG, Er,Cr:YSGG, διοξειδίου του άνθρακα, αργού και διοδικά laser) και τα βασικά χαρακτηριστικά τους
- Η ανασκόπηση και η αξιολόγηση των δεδομένων για την κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser στη μη χειρουργική θεραπεία της χρόνιας περιοδοντίτιδας (ακτίνες laser Nd:YAG, Nd:YAP, Er:YAG, αργού και διοδικά laser).

Από την προγενέστερη βιβλιογραφική ανασκόπηση (Κωτσοβίλης και Φουρμούζης 2007) προέκυψαν τα ακόλουθα κύρια συμπεράσματα:

- Οι κύριες εφαρμογές των ακτίνων laser στη μη χειρουργική περιοδοντική θεραπεία είναι η απομάκρυνση των μικροβίων και των ενδοτοξινών τους, της τρυγίας και του επιφανειακού τμήματος της οστεΐνης (όταν και στην έκταση που αυτή είναι μολυσμένο με μικρόβια ή ενδοτοξίνες τους) από τις ριζικές επιφάνειες.
- Οι ακτίνες laser Nd:YAG, Nd:YAP, διοξειδίου του άνθρακα, αργού και διοδικών πηγών απορροφώνται έντονα από τους μαλακούς ιστούς και ελάχιστα από τους σκληρούς ιστούς και συνεπώς, μπορούν να θεωρηθούν κυρίως ως laser μαλακών ιστών. Αντίθετα, οι ακτίνες laser της οικογένειας του ερβίου όπως τα laser Er:YAG και Er,Cr:YSGG, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξίσου στους μαλακούς και σκληρούς ιστούς.
- Ορισμένες κλινικές προοπτικές έρευνες ανέφεραν βελτιωμένα θεραπευτικά αποτελέσματα με τη χρήση των Nd:YAG ή Nd:YAP lasers ως επιπρόσθετου θεραπευτικού μέσου στη συμβατική αποτρίγωση και ριζική απόξεση με χειροκίνητα εργαλεία για τη θεραπεία της χρόνιας περιοδοντίτιδας, ενώ άλλες έρευνες δε διαπίστωσαν επιπλέον κλινικό όφελος από τη συμπληρωματική εφαρμογή των παραπάνω τύπων ακτίνων laser.
- Η χρήση του Er:YAG laser έχει τεκμηριωθεί ως αποτελεσματική μέθοδος στη μη χειρουργική θεραπεία της χρόνιας περιοδοντίτιδας ως αποκλειστικό ή συμπληρωματικό μέσο των χειροκίνητων εργαλείων ή των συσκευών υπερήχων.

Introduction

Laser beams may be defined as uniform, coherent in phase, intense, nearly nondivergent and monochromatic electromagnetic waves (visible or invisible by humans), that are emitted by light sources of a specific type (termed laser devices or sources), when their atoms successively undergo stimulation and stimulated emission, caused by an external electromagnetic wave of a specific wavelength (stimulant wave) (Alexopoulos and Marinos 1978, Coluzzi 2000, 2004). The term “laser” is an acronym for the phrase “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, proposed in 1958 (Schawlow and Townes 1958) by the American physicists Arthur Schawlow (Nobel Prize in Physics, 1981) and Charles Townes (Nobel Prize in Physics, 1964).

In an earlier literature review (Kotsovilis and Fourmousis 2007), the following issues were covered in detail:

- The basic principle of function (Alexopoulos and Marinos 1978) and the history (Sulewski 2000) of laser devices
- The main types of laser devices and beams used in periodontal tissues (Nd:YAG, Nd:YAP, Er:YAG, Er,Cr:YSGG, carbon dioxide, argon, and diode lasers) and their main characteristics
- The review and evaluation of the evidence on the clinical application of lasers in the nonsurgical therapy of chronic periodontitis (Nd:YAG, Nd:YAP, Er:YAG, argon, and diode lasers).

From the previously published review (Kotsovilis and Fourmousis 2007), the following main conclusions were drawn:

- The main applications of lasers in nonsurgical periodontal therapy are the removal of microbes and their endotoxins, calculus, and the superficial cementum layer (when and to the extent it is being contaminated by microbes or their endotoxins) from the root surfaces.
- Nd:YAG, Nd:YAP, carbon dioxide, argon, and diode lasers are intensely absorbed by soft tissues, whereas they are minimally absorbed by hard tissues; for this reason, they may be regarded primarily as soft tissue lasers. In contrast, the erbium family of lasers, such as the Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers, can be equally used in both soft and hard tissues.
- Certain clinical prospective studies reported an improved therapeutic outcome from using Nd:YAG or Nd:YAP lasers as an adjunct to conventional scaling and root planing by means of hand instruments in the therapy of chronic periodontitis, whereas in other studies no adjunctive clinical benefit was demonstrated to result from the additive use of these laser types.
- The use of the Er:YAG laser has been documented as an efficacious method for the nonsurgical therapy of chronic periodontitis, either alone or as an adjunct to the use of hand or ultrasonic instruments.

- Η πλειονότητα των κλινικών ερευνών αναφέρει ότι η χρήση των διοδικών lasers αποτελεί αποτελεσματική συμπληρωματική μέθοδο θεραπείας της χρόνιας περιοδοντίτιδας, σε συνδυασμό με τη συμβατική αποτρύγωση και ριζική απόξεση με τη χρήση χειροκίνητων εργαλείων.

Με δεδομένο ότι η κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser στη μη χειρουργική θεραπεία των περιοδοντικών νόσων είχε εξεταστεί σε προγενέστερη συμβατική ανασκόπηση (Κωτσοβίλης και Φουρμούζης 2007), σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η ανασκόπηση και η κριτική παρουσίαση των συστηματικών ανασκοπήσεων και άρθρων θέσεων διεθνώς αναγνωρισμένων επιστημονικών φορέων αναφορικά με την κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser στη μη χειρουργική ή χειρουργική θεραπεία των περιοδοντικών και περιεμφτευματικών νόσων που δημοσιεύθηκαν στην οδοντιατρική βιβλιογραφία στην Αγγλική γλώσσα μέχρι και τον Ιούνιο του 2010. Ο όρος «περιοδοντικές νόσοι» ορίστηκε σύμφωνα με τον Armitage (1999), ενώ ο όρος «περιεμφτευματικές νόσοι» ορίστηκε σύμφωνα με τους Albrektsson και Isidor (1994). Οι συστηματικές ανασκοπήσεις και τα άρθρα θέσεις για την κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser στη μη χειρουργική ή χειρουργική θεραπεία των περιοδοντικών και περιεμφτευματικών νόσων παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1.

Μη χειρουργική θεραπεία περιοδοντικών νόσων

Συνολικά, εντοπίστηκαν τέσσερις συστηματικές ανασκοπήσεις (Cobb 2006, Karlsson και συν. 2008, Schwarz και συν. 2008, Slot και συν. 2009) και ένα άρθρο θέσης (Sanz και Teughels 2008), αναφορικά με την κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser στη μη χειρουργική θεραπεία των περιοδοντικών νόσων. Δύο από τις συστηματικές ανασκοπήσεις (Cobb 2006, Schwarz και συν. 2008) μπορούν ταυτόχρονα να θεωρηθούν και ως δημοσιεύσεις-θέσεις διεθνώς αναγνωρισμένων επιστημονικών φορέων.

Η συστηματική ανασκόπηση του Cobb (2006)

Τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτή τη συστηματική ανασκόπηση είναι τα ακόλουθα:

- (1) Η κλινική εφαρμογή του Nd:YAG ή Er:YAG laser για τη θεραπεία της χρόνιας περιοδοντίτιδας είναι εξίσου αποτελεσματική με τη συμβατική αποτρύγωση και ριζική απόξεση (χωρίς laser), αναφορικά με την ελάττωση του κλινικού βάθους των περιοδοντικών θυλάκων και του υποουλικού βακτηριακού φορτίου.
- (2) Οι κλινικές έρευνες εμφανίζουν υψηλή ετερογένεια για ένα πλήθος χαρακτηριστικών, όπως τα μήκη κύματος των ακτίνων laser, ο ερευνητικό σχεδιασμός, η βαρύτητα της περιοδοντίτιδας, οι μετρούμενες κλινικές παράμετροι, τα θεραπευτικά πρωτόκολλα, η παρουσία ή απουσία κατάλληλων μαρτύρων, με αποτέλεσμα η μεταξύ τους σύγκριση να είναι δυσχερής ή αδύνατη.
- (3) Το πιθανό επιπρόσθετο κλινικό όφελος (κυρίως όσον αφορά στη βελτίωση του κλινικού επιπέδου πρόσφυσης) από την κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser ως συμπληρωματικού θεραπευτικού μέσου στη συμβατική θεραπεία με αποτρύγωση και ριζική απόξεση θεωρήθηκε ότι ήταν περιορισμένο.

Οι κύριοι περιορισμοί αυτής της συστηματικής ανασκόπησης μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι οι ακόλουθοι:

- (1) Η συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε από ένα μόνο εξεταστή, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πιθανότητα

- The majority of clinical studies have reported that the use of diode lasers is an efficacious adjunctive method for the therapy of chronic periodontitis, combined with conventional scaling and root planing by the use of hand instruments.

Given that the clinical application of lasers in the nonsurgical therapy of periodontal diseases had been examined in an earlier narrative review (Kotsovilis and Fourmousis 2007), the aim of the present study was to review and critically present the systematic reviews and position papers of internationally recognized scientific institutions regarding the clinical application of lasers in the nonsurgical or surgical therapy of periodontal and peri-implant diseases published in the dental literature in the English language up to and including June 2010. The term “periodontal diseases” was defined according to Armitage (1999), while the term “peri-implant diseases” was defined in accordance with Albrektsson and Isidor (1994). Systematic reviews and position papers on the clinical application of lasers in the nonsurgical or surgical therapy of periodontal and peri-implant diseases are concisely presented in Table 1.

Nonsurgical therapy of periodontal diseases

In total, four systematic reviews (Cobb 2006, Karlsson et al. 2008, Schwarz et al. 2008, Slot et al. 2009) and one position paper (Sanz and Teughels 2008) on the clinical application of lasers in the nonsurgical therapy of periodontal diseases were identified. Two of those systematic reviews (Cobb 2006, Schwarz et al. 2008) could also be regarded as position papers of internationally recognized scientific institutions.

The systematic review by Cobb (2006)

The main conclusions that may be drawn from this systematic review are as follows:

- (1) The clinical application of the Nd:YAG or Er:YAG laser for the therapy of chronic periodontitis can be comparably efficacious to conventional scaling and root planing (without lasers) for the reduction of probing pocket depth and subgingival bacterial load.
- (2) Clinical studies exhibit high heterogeneity for numerous characteristics such as laser wavelength, study design, severity of periodontitis, clinical parameters evaluated, therapeutic protocols, and the presence or absence of appropriate controls, and therefore their comparison is difficult or impossible.
- (3) The potential adjunctive clinical benefit (primarily with respect to improvement in clinical attachment level) derived from the clinical application of lasers as an adjunct to conventional scaling and root planing, was considered to be limited.

The main limitations of this systematic review could be regarded as follows:

- (1) The systematic review was performed by only a single examiner, thereby increasing the probability

συστηματικού σφάλματος (το γεγονός αυτό αποτρέπεται με την εμπλοκή τουλάχιστον δύο εξεταστών και την αναφορά του «βαθμού συμφωνίας κ» μεταξύ των εξεταστών).

- (2) Δεν πραγματοποιήθηκε επικοινωνία με συγγραφείς δημοσιεύσεων και ειδικούς.
- (3) Τα κριτήρια επιλογής και αποκλεισμού των πρωτογενών ερευνών δεν αναφέρθηκαν με σαφήνεια.
- (4) Δεν πραγματοποιήθηκε ποιοτική αξιολόγηση των ερευνών και εκτίμηση της πιθανότητας συστηματικού σφάλματος.
- (5) Δεν αναφέρθηκε ο αριθμός των δημοσιεύσεων που αποκλείστηκαν και η αιτία αποκλεισμού κάθε δημοσίευσης.
- (6) Δεν εξετάστηκε το συστηματικό σφάλμα δημοσίευσης (publication bias) των πρωτογενών ερευνών.

Με βάση τα παραπάνω, η πιθανότητα συστηματικού σφάλματος στη συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση (Cobb 2006) θα πρέπει να θεωρηθεί ως υψηλή.

Η συστηματική ανασκόπηση των Karlsson και συν. (2008)

Το κύριο συμπέρασμα που προκύπτει από αυτή τη συστηματική ανασκόπηση είναι ότι η αποτελεσματικότητα των lasers ως επιρόσθητου θεραπευτικού μέσου στη μη χειρουργική θεραπεία της χρόνιας περιοδοντίτιδας (αποτρίγωση και ριζική απόξεση) έχει τεκμηριωθεί από περιορισμένο αριθμό τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων κλινικών ερευνών (μόνον τέσσερις) με μικρό αριθμό ασθενών. Με δεδομένη τη μεταξύ τους ετερογένεια (κυρίως ως προς το διαφορετικό τύπο laser που χρησιμοποιήθηκε), δεν ήταν δυνατή η πραγματοποίηση μετα-ανάλυσης. Για τους παραπάνω λόγους, η ερευνητική τεκμηρίωση θεωρήθηκε ανεπαρκής.

Κύριοι περιορισμοί αυτής της συστηματικής ανασκόπησης μπορούν να θεωρηθούν οι ακόλουθοι:

- 1) Δεν πραγματοποιήθηκε αναζήτηση δημοσιεύσεων με μη ηλεκτρονικό τρόπο σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά, με αποτέλεσμα πιθανόν να μην εντοπίστηκε ένας αριθμός σχετιζόμενων με θέμα ερευνών.
- 2) Δεν πραγματοποιήθηκε επικοινωνία με συγγραφείς δημοσιεύσεων και ειδικούς, με αποτέλεσμα πιθανόν η ποιοτική αξιολόγηση των ερευνών να μην είναι πλήρης, αλλά και να μην εντοπίστηκε ένας αριθμός σχετιζόμενων με το θέμα ερευνών και, επιπλέον, να μην έχουν εντοπιστεί σημαντικά μη δημοσιευμένα δεδομένα.
- 3) Η συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε από τρεις ανεξάρτητους εξεταστές, αλλά δεν αναφέρθηκε ο βαθμός της μεταξύ τους συμφωνίας (βαθμός κ), είτε όσον αφορά στην αναζήτηση των ερευνών, είτε αναφορικά με την ποιοτική αξιολόγησή των επιλεγμένων μελετών.
- 4) Τα κριτήρια για την ποιοτική αξιολόγηση των πρωτογενών ερευνών δεν ήταν πλήρη σε αριθμό.
- 5) Δεν εξετάστηκε το συστηματικό σφάλμα δημοσίευσης (publication bias) των πρωτογενών ερευνών.

Με βάση τα παραπάνω, η πιθανότητα συστηματικού σφάλματος αυτής της ανασκόπησης θα πρέπει να θεωρηθεί υψηλή.

Η συστηματική ανασκόπηση των Schwarz και συν. (2008)

Η συστηματική αυτή ανασκόπηση στην οποία βασίστηκε η ομόφωνη αναφορά του 6ου Ευρωπαϊκού Συμπόσιου Περιοδοντολογίας (Sanz και Teughels 2008), επιτρέπει την εξαγωγή των ακόλουθων κύριων συμπερασμάτων:

- (1) Η αποκλειστική χρήση του Er:YAG laser στη μη χειρουργική

of bias (this can be avoided by including two or more independent examiners and by reporting the “κ score” for interexaminer agreement).

- (2) No contact was made with the study authors and experts.
- (3) The criteria for primary study inclusion and exclusion were not clearly reported.
- (4) A standardized quality assessment of studies and an overall estimation of bias were not performed.
- (5) The number of articles excluded and the reason for the exclusion of each study were not reported.
- (6) The publication bias of the original articles was not examined.

On the basis of these considerations, the risk of bias in this systematic review (Cobb 2006) should be regarded as high.

The systematic review by Karlsson et al. (2008)

The main conclusion drawn from this systematic review is that the efficacy of lasers as an adjunct to the nonsurgical therapy of chronic periodontitis (scaling and root planing) has been documented by a restricted number of randomized controlled trials (only four), all including a low number of patients. Given their heterogeneity (primarily with respect to the diverse types of lasers being used), the conduction of a meta-analysis was not feasible. For all of these reasons, the evidence was considered to be insufficient.

The main limitations of this systematic review could be regarded as follows:

- (1) A manual search of studies published in peer-reviewed scientific journals was not performed and therefore it is possible that a number of studies related to the subject were not detected.
- (2) No contact was made with the study authors and experts, and therefore the quality assessment of the studies may not be complete; it is also possible that a number of studies related to the subject were not detected and that significant unpublished data could have been missed.
- (3) The systematic review was performed by three independent examiners, but the κ score for interexaminer agreement was not reported, either with regard to the study search or with respect to the quality assessment of the studies finally selected.
- (4) The criteria for quality assessment of original studies were incomplete in number.
- (5) The publication bias of the original articles was not examined.

On the basis of these considerations, the risk of bias in this systematic review would be regarded as high.

The systematic review by Schwarz et al. (2008)

This systematic review, on which the consensus report of the 6th European Workshop on Periodontology was based (Sanz and Teughels 2008), allows the following main conclusions:

- (1) The exclusive use of the Er:YAG laser for the non-

Πίνακας 1. Συστηματικές ανασκοπήσεις που παρέχουν ερευνητική τεκμηρίωση της αποτελεσματικότητας της κλινικής εφαρμογής των laser στη θεραπεία των περιοδοντικών και περιεμφυτευματικών νόσων

Κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser	Συστηματικές ανασκοπήσεις	Άρθρα θέσεων διεθνών επιστημονικών φορέων
Μη χειρουργική θεραπεία περιοδοντικών νόσων	Cobb 2006 Karlsson και συν. 2008 Schwarz και συν. 2008 Slot και συν. 2009	Cobb 2006 (AAP) Sanz & Teughels 2008 (EFP, 6ο EWP) Schwarz και συν. 2008 (EFP, 6ο EWP)
Χειρουργική θεραπεία περιοδοντικών νόσων	Cobb 2006	Cobb 2006 (AAP)
Μη χειρουργική θεραπεία περιεμφυτευματικών νόσων	Esposito και συν. 2008a,b Kotsovilis και συν. 2008 Renvert και συν. 2008	Esposito και συν. 2008a,b (Οργανισμός Cochrane) Lindhe και Meyle 2008 (EFP, 6ο EWP) Renvert και συν. 2008 (EFP, 6ο EWP)
Χειρουργική θεραπεία περιεμφυτευματικών νόσων	Claffey και συν. 2008	Claffey και συν. 2008 (EFP, 6ο EWP) Lindhe και Meyle 2008 (EFP, 6ο EWP)

AAP: Αμερικανική Ακαδημία Περιοδοντολογίας, EFP: Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Περιοδοντολογίας EWP: Ευρωπαϊκό Συμπόσιο Περιοδοντολογίας

Table 1. Systematic reviews providing evidence on the efficacy of the clinical application of lasers in the therapy of periodontal and peri-implant diseases

Clinical application of lasers	Systematic reviews	Position papers of international scientific institutions
Non-surgical therapy of periodontal diseases	Cobb 2006 Karlsson et al. 2008 Schwarz et al. 2008 Slot et al. 2009	Cobb 2006 (AAP) Sanz & Teughels 2008 (EAP, 6th EWP) Schwarz et al. 2008 (EAP, 6th EWP)
Surgical therapy of periodontal diseases	Cobb 2006	Cobb 2006 (AAP)
Non-surgical therapy of peri-implant diseases	Esposito et al. 2008a,b Kotsovilis et al. 2008 Renvert et al. 2008	Esposito et al. 2008a,b (Cochrane Collaboration) Lindhe and Meyle 2008 (EAP, 6th EWP) Renvert et al. 2008 (EAP, 6th EWP)
Surgical therapy of peri-implant diseases	Claffey et al. 2008	Claffey et al. 2008 (EAP, 6th EWP) Lindhe and Meyle 2008 (EAP, 6th EWP)

AAP: American Academy of Periodontology EFP: European Federation of Periodontology EWP: European Workshop in Periodontology

κή θεραπεία της χρόνιας περιοδοντίτιδας έχει ως αποτέλεσμα παρόμοια βραχυπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη (≤ 24 μήνες) κλινική βελτίωση με αυτήν που επιτυγχάνεται με τη συμβατική αποτρύγωση και ριζική απόξεση, αλλά η ερευνητική τεκμηρίωση του συμπεράσματος αυτού είναι ασθενής, κυρίως λόγω του περιορισμένου αριθμού των διαθέσιμων πρωτογενών ερευνών.

- (2) Η κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser Nd:YAG, Nd:YAP, διοξειδίου του άνθρακα ή οποιουδήποτε διοδικού laser (GaAlAs, InGaAIP κ.λ.π.) ως συμπληρωματικού μέσου της συμβατικής μηχανικής θεραπείας στη μη χειρουργική θεραπεία της χρόνιας περιοδοντίτιδας δεν παρέχει σημαντικό επιπρόσθετο κλινικό όφελος (Schwarz και συν. 2008), ενώ η αποκλειστική εφαρμογή τους δεν είναι περισσότερο αποτελεσματική από τη συμβατική μηχανική θεραπεία (Sanz και Teughels 2008).
- (3) Δεν έχουν αναφερθεί μείζονες παρενέργειες από τη χρήση των laser, αλλά απαιτούνται περισσότερες πληροφορίες για την ασφάλειά τους (Schwarz και συν. 2008). Ένας πιθανός θερμικός τραυματισμός των περιοδοντικών ιστών θα πρέπει να προληφθεί με επιλογή κατάλληλων παραμέτρων, συνθηκών και τεχνικών ακτινοβολήσης (Sanz και Teughels 2008).

Η συστηματική αυτή ανασκόπηση δεν παρουσίαζε μείζονες μεθοδολογικούς περιορισμούς. Ως ελάχιστων μεθοδολογικός περιορισμός μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν εξετάστηκε το συστηματι-

surgical therapy of chronic periodontitis results in comparable short-term or long-term (≤ 24 months) clinical improvement with that achieved by conventional mechanical scaling and root planing, but the evidence supporting this conclusion is weak, primarily due to the limited number of available primary studies.

- (2) The clinical use of the Nd:YAG, Nd:YAP, carbon dioxide, or any diode laser (GaAlAs, InGaAIP, etc.) as an adjunct to conventional mechanical debridement for the nonsurgical therapy of chronic periodontitis does not provide a significant added clinical benefit (Schwarz et al. 2008); in addition, their exclusive use is not more efficacious than mechanical debridement (Sanz and Teughels 2008).
- (3) No major adverse events have been reported to be caused by lasers, but more information is required on their safety. A potential thermal trauma to periodontal tissues should be prevented by the selection of appropriate parameters, conditions, and techniques of radiation (Sanz and Teughels 2008).

This systematic review exhibited no major methodological limitations. A minor methodological limitation could be that publication bias of original articles

κό σφάλμα δημοσίευσης των πρωτογενών ερευνών. Με βάση τα παραπάνω, η πιθανότητα συστηματικού σφάλματος σε αυτή τη συστηματική ανασκόπηση θα πρέπει να θεωρηθεί ως χαμηλή.

Η συστηματική ανασκόπηση των Slot και συν. (2009)

Με βάση αυτή τη συστηματική ανασκόπηση προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι περισσότερες πρωτογενείς έρευνες δεν τεκμηρίωσαν ότι η κλινική εφαρμογή των παλμικών Nd:YAG laser ως αποκλειστική θεραπεία είχε καλύτερο θεραπευτικό κλινικό αποτέλεσμα (όσον αφορά στις μεταβολές του δείκτη πλάκας, του ουλικού δείκτη, της αιμορραγίας στην ανίχνευση ή άλλων δεικτών ουλικής αιμορραγίας, του κλινικού επιπέδου πρόσφυσης, του βάθους των θυλάκων και της υφίξης των ούλων) συγκριτικά με τη συμβατική μη χειρουργική περιοδοντική θεραπεία (με τη χρήση συσκευής υπερήχων ή και εργαλείων χειρός). Η χρήση παλμικών Nd:YAG laser ως συμπληρωματικού θεραπευτικού μέσου στη συμβατική μη χειρουργική περιοδοντική θεραπεία επίσης δεν είχε κάποιο σημαντικό επιπρόσθετο κλινικό όφελος, όσον αφορά στις μεταβολές αυτών των κλινικών παραμέτρων.

Κύριοι περιορισμοί αυτής της συστηματικής ανασκόπησης μπορούν να θεωρηθούν οι ακόλουθοι:

- (1) Δεν πραγματοποιήθηκε χειρωνακτική αναζήτηση άρθρων σε επιστημονικά περιοδικά που βασίζονται στη διαδικασία κρίσης και συνεπώς ένας αριθμός σχετικών με το θέμα εργασιών μπορεί να μην ανιχνεύτηκαν.
- (2) Δεν πραγματοποιήθηκε επικοινωνία με συγγραφείς δημοσιεύσεων και ειδικούς, με αποτέλεσμα να μην είναι πλήρης η ποιοτική αξιολόγηση των ερευνών. Επίσης, είναι πιθανό να μην επισημάνθηκε ένας αριθμός σχετικών με το θέμα ερευνών και να μην έχουν εντοπιστεί σημαντικά μη δημοσιευμένα δεδομένα.
- (3) Η συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε από δύο ανεξάρτητους εξεταστές, αλλά δεν αναφέρθηκε ο βαθμός κ της μεταξύ τους συμφωνίας, είτε όσον αφορά στην αναζήτηση των ερευνών, είτε αναφορικά με την ποιοτική αξιολόγηση των μελετών που τελικά επιλέχτηκαν.
- (4) Δεν εξετάστηκε το συστηματικό σφάλμα δημοσίευσης των πρωτογενών ερευνών.

Με βάση τα παραπάνω, η πιθανότητα συστηματικού σφάλματος σε αυτή την ανασκόπηση θα πρέπει να θεωρηθεί υψηλή.

Χειρουργική θεραπεία των περιοδοντικών νόσων

Από την αναζήτηση και εξέταση συστηματικών ανασκοπήσεων φαίνεται ότι η χειρουργική του περιοδοντίου πιθανόν είναι το λιγότερο τεκμηριωμένο πεδίο κλινικών εφαρμογών των ακτίνων laser στην Περιοδοντολογία μέχρι σήμερα (Πίνακας 1). Η συστηματική ανασκόπηση του Cobb (2006) επιτρέπει την εξαγωγή των ακόλουθων συμπερασμάτων:

- (1) Οι ακτίνες laser των μαλακών ιστών (κυρίως laser Nd:YAG, διοξειδίου του άνθρακα και διοδικών πηγών) χρησιμοποιούνται εναλλακτικά αντί του χειρουργικού νυστεριού στη χειρουργική ενδοστοματικών μαλακών ιστών, όπως η ουλεκτομή/ουλοπλαστική, η αφαίρεση χρωστικών μελανίνης, η χαλινεκτομή και η αποεπιθηλιοποίηση περιοδοντικών κρημνών. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση laser μαλακών ιστών είναι η ελάττωση της αιμορραγίας και επομένως η καλύτερη ορατότητα για τον θεράποντα, η μειωμένη πιθανότητα δημιουργίας ουλώδους ιστού και σε ορισμένες περιπτώσεις η μείωση του οιδήματος και του πόνου του ασθενούς αλλά και η

was not examined. On the basis of these considerations, the risk of bias in this systematic review should be regarded as low.

The systematic review by Slot et al. (2009)

From this systematic review, it can be concluded that most primary studies failed to document that the clinical application of a pulsed Nd:YAG laser as a monotherapy provided an improved therapeutic clinical outcome (with respect to changes in plaque index, gingival index, bleeding on probing or other gingival bleeding indices, clinical attachment level, probing pocket depth and gingival recession depth) compared with conventional nonsurgical periodontal therapy (using an ultrasonic device and/or hand instruments). The use of a pulsed Nd:YAG laser as an adjunct to conventional nonsurgical periodontal therapy also failed to yield a significant additive clinical benefit, with respect to alterations in these clinical parameters.

The main limitations of this systematic review could be considered to be the following:

- (1) A manual search of articles published in peer-reviewed scientific journals was not performed and therefore a number of studies relevant to the subject were possibly not detected.
- (2) Study authors and experts were not contacted and therefore the quality assessment of studies may not be complete; it is also possible that a number of studies related to the subject were not detected and that significant unpublished data could have been missed.
- (3) The systematic review was performed by two independent examiners, but the κ score for interexaminer agreement was not reported, with respect to either the study search or the quality assessment of studies finally selected.
- (4) The publication bias of the original articles was not examined.

From these considerations, the risk of bias in this systematic review should be regarded as high.

Surgical therapy of periodontal diseases

On the basis of the search and examination of systematic reviews, it appears that periodontal surgery is possibly the least documented field of clinical application of lasers in periodontology to date (Table 1). The systematic review by Cobb (2006) allows the following conclusions:

- (1) Soft tissue lasers (mainly Nd:YAG, carbon dioxide, and diode lasers) are used as an alternative to the surgical scalpel in the surgery of intraoral soft tissues such as gingivectomy/gingivoplasty, the removal of melanin pigments, frenectomy, and de-epithelialization of periodontal flaps. The advantages of using soft tissue lasers include the reduction of bleeding and therefore the improved visualization of the operator, the reduced probability of scar tissue formation, and, in certain cases, the reduction of edema and pain in the patient and

- επιτάχυνση της επούλωσης.
- 2) Τα laser σκληρών ιστών (κυρίως Er:YAG και Er,Cr:YSGG lasers) χρησιμοποιούνται στη χειρουργική ενδοστοματικών σκληρών ιστών, όπως η οστεκτομή/οστεοπλαστική.
 - 3) Μετά την αναπέταση περιοδοντικού κρημνού, η επεξεργασία της ριζικής επιφάνειας των δοντιών (με στόχο την αποτελεσματική αφαίρεση της τρυγίας, την αδροποίηση της ριζικής επιφάνειας και τη δημιουργία μίας βιοσυμβατής επιφάνειας που ευνοεί την κυτταρική προσκόλληση) μπορεί να πραγματοποιηθεί με την κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser (συνήθως Nd:YAG, Er:YAG, διοξειδίου του άνθρακα και διοδικών πηγών), χωρίς να προκαλείται θερμική βλάβη στον πολφό ή αφαίρεση υγιούς οδοντικής ουσίας περισσότερο από το επιθυμητό. Η κλινική αυτή εφαρμογή πραγματοποιείται στη διάρκεια της χειρουργικής περιοδοντικής θεραπείας, όπως συμβαίνει και στην περίπτωση της μη χειρουργικής θεραπείας.

Μη χειρουργική θεραπεία περιεμφυτευματικών νόσων

Αναφορικά με τη μη χειρουργική θεραπεία των περιεμφυτευματικών νόσων (Πίνακας 1), έχει πραγματοποιηθεί ένας αριθμός συστηματικών ανασκοπήσεων (Esposito και συν. 2008a, b, Kotsovilis και συν. 2008, Renvert και συν. 2008) και μία δημοσίευση θέσεων (Lindhe και Meyle 2008) που βασίστηκε στη συστηματική ανασκόπηση των Renvert και συν. (2008). Οι συστηματικές ανασκοπήσεις των Esposito και συν. (2008a, b) θα μπορούσαν να θεωρηθούν και θέσεις του επιστημονικού Οργανισμού Cochrane.

Συστηματικές ανασκοπήσεις των Esposito και συν. (2008a, b)

Με βάση τις συγκεκριμένες συστηματικές ανασκοπήσεις, στις οποίες η αποτελεσματικότητα των ακτίνων laser συγκρίθηκε με αυτήν της αποτρίγωσης με πλαστικά εργαλεία χειρός και με διακλυσμό διαλύματος ή εφαρμογή γέλης χλωρεξιδίνης, η ερευνητική τεκμηρίωση ήταν πολύ περιορισμένη για την υπεροχή της μιας θεραπευτικής τεχνικής έναντι της άλλης στη μη χειρουργική θεραπεία της περιεμφυτευματίτιδας, κυρίως λόγω της ύπαρξης μικρού μεγέθους δείγματος ασθενών και περιορισμένων χρονικών περιόδων παρακολούθησης στις έρευνες που επιλέχθηκαν. Παρ' όλα, όλες οι θεραπευτικές τεχνικές ήταν αποτελεσματικές. Οι συστηματικές αυτές ανασκοπήσεις δεν περιείχαν σημαντικούς μεθοδολογικούς περιορισμούς και επομένως ο κίνδυνος συστηματικού σφάλματος θα πρέπει να θεωρηθεί χαμηλός.

Η συστηματική ανασκόπηση των Kotsovilis και συν. (2008)

Με βάση αυτή τη συστηματική ανασκόπηση προκύπτει το συμπέρασμα ότι η χρήση του Er:YAG laser μπορεί να βελτιώσει τις περιεμφυτευματικές κλινικές παραμέτρους. Περιορισμός της συστηματικής ανασκόπησης μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν εξετάστηκε το συστηματικό σφάλμα των πρωτογενών ερευνών. Με βάση τα παραπάνω, η πιθανότητα συστηματικού σφάλματος της συγκεκριμένης ανασκόπησης θα πρέπει να θεωρηθεί χαμηλή.

Η συστηματική ανασκόπηση των Renvert και συν. (2008)

Με βάση τη συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση στην οποία στηρίχθηκε η ομόφωνη θέση του 6ου Ευρωπαϊκού Συμπόσιου Περιοδοντολογίας (Lindhe και Meyle 2008), συμπεραίνεται ότι ελάχισσα οφέλη προέρχονται από τη χρήση των ακτίνων laser στη μη χειρουργική θεραπεία της περιεμφυτευματίτιδας, αλλά περισσότερες έρευνες απαιτούνται για την αξιολόγηση αυ-

the acceleration of healing.

- 2) Hard tissue lasers (mainly Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers) are used in the surgery of intraoral hard tissues, such as for ostectomy/osteoplasty.
- 3) Following the reflection of a periodontal flap, the modification of the root surface of teeth (aimed at the efficacious removal of calculus, root surface conditioning, and the creation of a biocompatible surface, favoring cell adhesion) can be performed by the clinical application of lasers (usually Nd:YAG, Er:YAG, carbon dioxide, and diode lasers), without causing thermal damage to the pulp or more removal of sound dental structure than desired. This clinical application is carried out during surgical periodontal therapy, as in the case of nonsurgical periodontal therapy.

Nonsurgical therapy of peri-implant diseases

With respect to the nonsurgical therapy of peri-implant diseases (Table 1), a number of systematic reviews have been conducted (Esposito et al. 2008a, b, Kotsovilis et al. 2008, Renvert et al. 2008) and a position paper published (Lindhe and Meyle 2008) that was based on the systematic review by Renvert et al. (2008). The systematic reviews by Esposito et al. (2008a, b) could also be regarded as position papers of the Cochrane Collaboration.

The systematic reviews by Esposito et al. (2008a, b)

On the basis of the systematic reviews by Esposito et al. (2008a, b), in which the efficacy of lasers was compared with that of manual debridement and irrigation with chlorhexidine solution or application of chlorhexidine gel, very limited evidence was found for the superiority of one treatment modality over the other for the nonsurgical therapy of peri-implantitis, primarily because of the presence of small sample sizes and short follow-up periods in the studies selected; nonetheless, all therapeutic modalities were indeed efficacious. These systematic reviews contained no significant methodological limitations and therefore their risk of bias should be regarded as low.

The systematic review by Kotsovilis et al. (2008)

On the basis of this systematic review, it can be concluded that the use of the Er:YAG laser can improve peri-implant clinical parameters. A limitation of this systematic review could be that the publication bias of the original articles was not examined. From these considerations, the risk of bias in this systematic review should be regarded as low.

The systematic review by Renvert et al. (2008)

On the basis of this specific review, which provided support for the Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology (Lindhe and Meyle 2008), it can be concluded that minor benefits are derived from the use of lasers in the nonsurgical therapy of peri-implantitis, but that more studies are

τής της κλινικής εφαρμογής.

Κύριοι περιορισμοί αυτής της συστηματικής ανασκόπησης μπορούν να θεωρηθούν οι ακόλουθοι:

- (1) Δεν αναφέρεται σε πόσα και ποια περιοδικά πραγματοποιήθηκε μη ηλεκτρονική έρευνα και δε συγκεντρώθηκαν μη δημοσιευμένα δεδομένα μετά από επικοινωνία με συγγραφείς και ειδικούς, με αποτέλεσμα πιθανό συστηματικό σφάλμα στη φάση της αναζήτησης των πρωτογενών ερευνών.
- (2) Δεν πραγματοποιήθηκε ποιοτική αξιολόγηση πρωτογενών ερευνών.
- (3) Δεν αναφέρονται ο αριθμός των ερευνών που αποκλείστηκαν σε κάθε φάση της συστηματικής ανασκόπησης και η αιτία αποκλεισμού, με αποτέλεσμα να εισάγεται πιθανό συστηματικό σφάλμα κατά τη φάση της επιλογής των πρωτογενών ερευνών.
- (4) Δεν αναφέρονται ο αριθμός των ατόμων που πραγματοποίησαν τη συστηματική ανασκόπηση και ο βαθμός κ της μεταξύ τους συμφωνίας, όσον αφορά στην αναζήτηση των ερευνών ή την ποιοτική αξιολόγησή των μελετών που τελικά επιλέχθηκαν.
- (5) Δεν εξετάστηκε το συστηματικό σφάλμα δημοσίευσης των πρωτογενών ερευνών.

Με βάση τα παραπάνω, η πιθανότητα συστηματικού σφάλματος στη συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση θα πρέπει να θεωρηθεί ως υψηλή.

Χειρουργική θεραπεία περιεμφυτευματικών νόσων

Με βάση τη συστηματική ανασκόπηση των Claffey και συν. (2008), στην οποία στηρίχτηκε και η διατύπωση της ομόφωνης αναφοράς του 6ου Ευρωπαϊκού Συμπόσιου Περιοδοντολογίας (Lindhe και Meyle 2008) (Πίνακας 1), συνάγονται τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- (1) Καμία μέθοδος απολύμανσης των επιφανειών των εμφυτευμάτων που χρησιμοποιείται για να ελαττωθεί ή να εξαλειφθεί η μόλυνση και η φλεγμονή και να δημιουργηθεί εμφυτευματική επιφάνεια που να ευνοεί την οστική ανάπλαση και το σχηματισμό νέας άμεσης επαφής οστού-εμφυτεύματος (χημικές και/ή αντιμικροβιακές ουσίες όπως φυσιολογικός ορός, κιτρικό οξύ, υπεροξείδιο του υδρογόνου, τοπική εφαρμογή αντιβιοτικών, αποτριπτικής αμμοβολής, πλαστικά εργαλεία αποτρίγωσης ή ακτίνες laser) δεν τεκμηριώθηκε να πλεονεκτεί σαφώς σημαντικά έναντι της άλλης.
- (2) Παρά το γεγονός ότι η εξάλειψη ή εξουδετέρωση των βακτηρίων δεν επιτυγχάνεται, είναι εφικτή η σημαντική ελάττωση του αριθμού τους και επομένως η επίτευξη σημαντικής ελάττωσης της περιεμφυτευματικής φλεγμονής.
- (3) Η δημιουργία νέας άμεσης επαφής οστού-εμφυτεύματος σε σημαντικό ποσοστό κατά μήκος της αρχικά μολυσμένης και στη συνέχεια απολυμασμένης επιφάνειας των εμφυτευμάτων δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί προβλέψιμα από καμία μέθοδο απολύμανσης των επιφανειών των εμφυτευμάτων που αναφέρθηκαν. Στις περισσότερες περιπτώσεις, νέα άμεση επαφή οστού-εμφυτεύματος δημιουργείται μόνο στο πιο ακροεμφυτευματικό τμήμα του. Περισσότερες έρευνες απαιτούνται για τους παράγοντες που περιορίζουν το σχηματισμό νέας άμεσης επαφής οστού-εμφυτεύματος.
- (4) Η θεραπεία με laser διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να έχει βραχυπρόθεσμο, αλλά όχι μακροπρόθεσμο, θετικό αποτέλεσμα στη θεραπεία της περιεμφυτευματίτιδας.

required to evaluate this clinical application.

The main limitations of this systematic review could be considered as follows:

- (1) The number and names of journals that were manually searched were not mentioned, and unpublished data were not collected following contact with study authors and experts; therefore potential bias might exist at the phase of study search.
- (2) Quality assessment of primary studies was not performed.
- (3) The number of studies excluded in each phase of the systematic review and the reason for the exclusion of each study was not reported and therefore potential bias might exist at the phase of primary study selection.
- (4) The number of authors who carried out the systematic review and the κ score for interexaminer agreement were not mentioned, either with respect to study search or with regard to the quality assessment of the studies finally selected.
- (5) The publication bias of the original studies was not evaluated.

On the basis of these considerations, the risk of bias in this systematic review should be regarded as high.

Surgical therapy of peri-implant diseases

On the basis of the systematic review by Claffey et al. (2008), which provided support for the Consensus Report of the 6th European Workshop on Periodontology (Lindhe and Meyle 2008) (Table 1), the following conclusions may be drawn:

- (1) No implant surface decontamination method used to reduce or eliminate infection and inflammation and to create an implant surface conducive to osseous regeneration and new direct bone-to-implant contact formation (chemical and/or antimicrobial substances such as saline, citric acid, hydrogen peroxide, topically applied antibiotics, air powder abrasives, plastic curettes, or lasers) was documented to be clearly significantly superior over the other.
- (2) Despite the fact that complete eradication or elimination of bacteria was not attained, their significant reduction is feasible and therefore significant reduction of peri-implant inflammation.
- (3) New direct bone-to-implant contact formation at a significant percentage along a previously contaminated and subsequently decontaminated implant surface is not predictably attainable by any of the aforementioned implant surface decontamination methods. In most cases, new direct bone-to-implant contact is formed only at the most apical part of the implant. More studies are required on factors limiting new direct bone-to-implant contact formation.
- (4) The use of a carbon dioxide laser can have a short-term positive effect on the surgical therapy of peri-implantitis, but not a long-term positive effect.

(5) Η θεραπεία της περιεμφυτευματίτιδας με ακτίνες laser ως επιπρόσθετο μέσο στη θεραπεία χωρίς ακτίνες laser μπορεί να προκαλέσει ένα βελτιωμένο κλινικό θεραπευτικό αποτέλεσμα συγκριτικά με την αποκλειστική εφαρμογή της συμβατικής θεραπείας, αλλά η τεκμηρίωση του συμπεράσματος αυτού είναι προς το παρόν ασθενής.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μη χειρουργική και χειρουργική θεραπεία της περιεμφυτευματίτιδας με τη χρήση ακτίνων laser έχει διερευνηθεί και σε πρόσφατη ανασκόπηση της ελληνικής βιβλιογραφίας (Καρούσης και συν. 2009).

Συμπεράσματα

Με δεδομένο ότι η πλειονότητα των σχετικών συστηματικών ανασκοπήσεων παρουσιάζει υψηλή πιθανότητα συστηματικού σφάλματος και με βάση τη μελέτη των συστηματικών ανασκοπήσεων και πρωτογενών ερευνών που έχουν αναφερθεί, μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα κύρια συμπεράσματα:

Μη χειρουργική θεραπεία περιοδοντικών νόσων

Η κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser (Er:YAG, Nd:YAG, Nd:YAP, διοξειδίου του άνθρακα ή οποιασδήποτε διοδικής πηγής όπως GaAlAs και InGaAIP) ως αποκλειστικής μεθόδου για τη μη χειρουργική θεραπεία της χρόνιας περιοδοντίτιδας μπορεί να είναι εξίσου αποτελεσματική – αλλά όχι περισσότερο αποτελεσματική – όσο η συμβατική αποτρύγωση και ριζική απόξεση (χωρίς ακτίνες laser), αναφορικά κυρίως με την ελάττωση του κλινικού βάθους των θυλάκων και του υποουλικού βακτηριακού φορτίου και για περίοδο παρακολούθησης ≤ 24 μηνών.

Η κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser (Er:YAG, Nd:YAG, Nd:YAP, διοξειδίου του άνθρακα ή οποιασδήποτε διοδικής πηγής όπως GaAlAs και InGaAIP) ως συμπληρωματικού θεραπευτικού μέσου στη συμβατική αποτρύγωση και ριζική απόξεση για τη μη χειρουργική θεραπεία της χρόνιας περιοδοντίτιδας φαίνεται ότι δεν παρέχει σημαντικό επιπρόσθετο κλινικό όφελος, όσον αφορά στις μεταβολές των παραπάνω κλινικών παραμέτρων.

Η ερευνητική τεκμηρίωση κάποιου πιθανού επιπρόσθετου κλινικού οφέλους (κυρίως όσον αφορά στη βελτίωση του κλινικού επιπέδου πρόσφυσης) από την κλινική εφαρμογή των lasers ως συμπληρωματικού θεραπευτικού μέσου στη συμβατική αποτρύγωση και ριζική απόξεση θεωρείται ασθενής. Ο αριθμός των τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων κλινικών ερευνών είναι πολύ περιορισμένος (<10) και οι έρευνες αυτές έχουν χαμηλή στατιστική ισχύ (μικρός αριθμός ασθενών). Οι κλινικές έρευνες εμφανίζουν υψηλή ετερογένεια που αφορά πλήθος χαρακτηριστικών, όπως τα μήκη κύματος (και επομένως τον τύπο) των ακτίνων laser, ο ερευνητικός σχεδιασμός, η βαρύτητα της περιοδοντίτιδας, οι μετρούμενες κλινικές παράμετροι, τα θεραπευτικά πρωτόκολλα, η παρουσία ή απουσία κατάλληλων μαρτύρων, με αποτέλεσμα η μεταξύ τους σύγκριση ή η πραγματοποίηση μετα-ανάλυσης να είναι δυσχερής ή αδύνατη.

Δεν έχουν αναφερθεί σημαντικές ανεπιθύμητες ενέργειες από την κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser στη μη χειρουργική θεραπεία της περιοδοντίτιδας, αλλά απαιτούνται περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την ασφάλειά τους. Η πρόληψη του δυνητικού θερμικού τραυματισμού των περιοδοντικών ιστών επιτυγχάνεται με την επιλογή κατάλληλων παραμέτρων, συνθηκών και τεχνικών ακτινοβολήσης.

Χειρουργική θεραπεία περιοδοντικών νόσων

Οι ακτίνες laser των μαλακών ιστών (κυρίως Nd:YAG, δι-

(5) The therapy of peri-implantitis by using lasers as an adjunctive means to therapy without lasers could result in an enhanced clinical therapeutic outcome in comparison with the exclusive use of conventional therapy, but the documentation of this conclusion is weak at present.

Finally, it should be noted that the nonsurgical and surgical therapy of peri-implantitis with lasers has been examined in a recent review of the Hellenic literature (Karoussis et al. 2009).

Conclusions

Within the limitation that the majority of systematic reviews available on the subject present a high risk of bias, and on the basis of the systematic reviews and original research articles described above, the following main conclusions may be drawn:

Nonsurgical therapy of periodontal diseases

The clinical application of lasers (Er:YAG, Nd:YAG, Nd:YAP, carbon dioxide, or any diode laser such as GaAlAs and InGaAIP) as an exclusive method for the nonsurgical therapy of chronic periodontitis can be comparably efficacious to – but not more efficacious than – conventional scaling and root planing (without lasers), mainly regarding the reduction of probing pocket depth and the subgingival bacterial load, for a follow-up period of ≤ 24 months.

The clinical application of lasers (Er:YAG, Nd:YAG, Nd:YAP, carbon dioxide, or any diode laser such as GaAlAs and InGaAIP) as an adjunct to conventional mechanical debridement (without lasers) for the nonsurgical therapy of chronic periodontitis does not provide a significant added clinical benefit with respect to alterations in these clinical parameters.

The evidence available for a potential adjunctive clinical benefit (primarily regarding improvement of clinical attachment level) derived from the clinical application of lasers as an adjunct to conventional scaling and root planing could be regarded as weak. The number of randomized controlled trials is too limited (<10) and these studies have a low statistical power (low number of patients). Clinical studies exhibit high heterogeneity for numerous characteristics such as laser wavelength (and therefore laser type), study design, severity of periodontitis, clinical parameters evaluated, therapeutic protocols, and the presence or absence of appropriate controls, and therefore their comparison or the conduction of a meta-analysis is difficult or impossible.

No major adverse events have been reported to be caused by the clinical application of lasers for the nonsurgical therapy of periodontitis, but more information is required on their safety. A potential thermal trauma to periodontal tissues should be prevented by the selection of appropriate parameters, conditions, and techniques of radiation.

Surgical therapy of periodontal diseases

Soft tissue lasers (mainly Nd:YAG, carbon diox-

οξειδίου του άνθρακα και διοδικών πηγών) χρησιμοποιούνται αντί του χειρουργικού νυστεριού στη χειρουργική των ενδοστοματικών μαλακών ιστών, όπως η ουλεκτομή/ουλοπλαστική, η αφαίρεση χρωστικών μελανίνης, η χαλινεκτομή και η αποεπιθηλιοποίηση περιοδοντικών κρημνών. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση ακτίνων laser μαλακών ιστών είναι η ελάττωση της αιμορραγίας και επομένως η καλύτερη ορατότητα για τον θεράποντα, η μειωμένη πιθανότητα δημιουργίας ουλώδους ιστού και σε ορισμένες περιπτώσεις η μείωση του οιδήματος και του πόνου του ασθενούς και η επιτάχυνση της επούλωσης.

Τα laser σκληρών ιστών (κυρίως Er:YAG και Er,Cr:YSGG laser) χρησιμοποιούνται στη χειρουργική των ενδοστοματικών σκληρών ιστών όπως η οστεκτομή/οστεοπλαστική.

Μετά την αναπέταση περιοδοντικού κρημνού, η επεξεργασία της ριζικής επιφάνειας (με στόχο την αποτελεσματική αφαίρεση της τρυγίας, την αδροποίηση της ριζικής επιφάνειας και τη δημιουργία βιοσυμβατής επιφάνειας που ευνοεί την κυτταρική προσκόλληση) μπορεί να πραγματοποιηθεί με την κλινική εφαρμογή των ακτίνων laser (συνήθως Nd:YAG, Er:YAG, διοξειδίου του άνθρακα και διοδικών πηγών), χωρίς να προκαλείται θερμική βλάβη στον πολφό ή αφαίρεση υγιούς οδοντικής ουσίας περισσότερο από το επιθυμητό. Η κλινική αυτή εφαρμογή πραγματοποιείται στη διάρκεια της χειρουργικής περιοδοντικής θεραπείας, όπως συμβαίνει και στην μη χειρουργική θεραπεία.

Μη χειρουργική θεραπεία περιεμφυτευματικών νόσων

Η κλινική εφαρμογή του Er:YAG laser είναι δυνατόν να βελτιώσει τις περιεμφυτευματικές κλινικές παραμέτρους.

Η τεκμηρίωση της αποτελεσματικότητας των laser στη μη χειρουργική θεραπεία της περιεμφυτευματίτιδας είναι πολύ περιορισμένη, κυρίως λόγω του μικρού αριθμού σχετικών ερευνών, μικρού μεγέθους δείγματος ασθενών, αλλά και περιορισμένων χρονικών περιόδων παρακολούθησης στις υπάρχουσες έρευνες.

Χειρουργική θεραπεία περιεμφυτευματικών νόσων

Καμία μέθοδος απολύμανσης των επιφανειών των εμφυτευμάτων που χρησιμοποιείται για ελάττωση ή εξάλειψη της μόλυνσης και της φλεγμονής και δημιουργία επιφάνειας που ευνοεί την οστική ανάπλαση και το σχηματισμό νέας άμεσης επαφής οστού-εμφυτεύματος (χημικές και/ή αντιμικροβιακές ουσίες όπως φυσιολογικός ορός, κιτρικό οξύ, υπεροξείδιο του υδρογόνου, τοπική εφαρμογή αντιβιοτικών, αποτριπτική αμμοβολή, πλαστικά εργαλεία αποτρύγωσης ή ακτίνες laser) δεν τεκμηριώθηκε να πλεονεκτεί σημαντικά έναντι της άλλης.

Παρόλο που δεν επιτυγχάνεται εξάλειψη ή εξουδετέρωση των βακτηρίων, είναι εφικτή η σημαντική ελάττωση του αριθμού τους και επομένως, η σημαντική μείωση της περιεμφυτευματικής φλεγμονής.

Η δημιουργία νέας άμεσης επαφής οστού-εμφυτεύματος σε σημαντικό ποσοστό κατά μήκος της αρχικά μολυσμένης και μετέπειτα απολυμασμένης εμφυτευματικής επιφάνειας δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί προβλέψιμα από καμία μέθοδο απολύμανσης που αναφέρθηκαν. Στις περισσότερες περιπτώσεις, νέα άμεση επαφή οστού-εμφυτεύματος δημιουργείται μόνον στο πιο ακροεμφυτευματικό τμήμα. Περισσότερες έρευνες απαιτούνται για τους παράγοντες που περιορίζουν το σχηματισμό νέας άμεσης επαφής οστού-εμφυτεύματος.

Η θεραπεία με ακτίνες laser διοξειδίου του άνθρακα είναι δυνατό να έχει βραχυπρόθεσμο, αλλά όχι μακροπρόθεσμο θετικό

ide, and diode lasers) can be used as an alternative to the surgical scalpel in the surgery of intraoral soft tissues such as gingivectomy/gingivoplasty, the removal of melanin pigments, frenectomy, and de-epithelialization of periodontal flaps. The advantages of using soft tissue lasers include the reduction of bleeding and therefore the improved visualization of the operator, the reduced probability of scar tissue formation, and, in certain cases, the reduction of edema and pain in the patient and the acceleration of healing.

Hard tissue lasers (mainly Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers) are used in the surgery of intraoral hard tissues such as for ostectomy/osteoplasty.

Following the reflection of a periodontal flap, the modification of the root surfaces of teeth (aimed at the efficacious removal of calculus, root surface conditioning, and the creation of a biocompatible surface favoring cell adhesion) can be performed by the clinical application of lasers (usually Nd:YAG, Er:YAG, carbon dioxide, and diode lasers) without causing thermal damage to the pulp or more removal of sound dental structure than desired. This clinical application is carried out during surgical periodontal therapy, as in the case of nonsurgical periodontal therapy.

Nonsurgical therapy of peri-implant diseases

The clinical application of the Er:YAG laser can improve peri-implant clinical parameters.

The evidence for the efficacy of lasers in the nonsurgical therapy of peri-implantitis is very limited, primarily because of the presence of a low number of pertinent studies, small sample sizes, and short follow-up periods in existing studies.

Surgical therapy of peri-implant diseases

No implant surface decontamination method used to reduce or eliminate infection and inflammation and to create an implant surface conducive to osseous regeneration and new direct bone-to-implant contact formation (chemical and/or antimicrobial substances such as saline, citric acid, hydrogen peroxide, topically applied antibiotics, air powder abrasives, plastic curettes, or lasers) was documented to be clearly significantly superior over the other.

Despite the fact that complete eradication or elimination of bacteria was not attained, their significant reduction is feasible and therefore significant reduction of peri-implant inflammation is also attainable.

New direct bone-to-implant contact formation at a significant percentage along a previously contaminated and subsequently decontaminated implant surface is not predictably attainable by any of the aforementioned implant surface decontamination methods. In most cases, new direct bone-to-implant contact is formed only at the most apical part of the implant. More studies are required on factors limiting new direct bone-to-implant contact formation.

The use of a carbon dioxide laser can have a short-term positive effect on the surgical therapy of peri-

αποτέλεσμα στη θεραπεία της περιεμφυτευματίτιδας.

Η θεραπεία της περιεμφυτευματίτιδας με ακτίνες laser ως επιπρόσθετο μέσο στη θεραπεία χωρίς ακτίνες laser μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένο κλινικό θεραπευτικό αποτέλεσμα, συγκριτικά με την αποκλειστική εφαρμογή της συμβατικής θεραπείας, αλλά η τεκμηρίωση του συμπεράσματος αυτού προς το παρόν είναι ασθενής. ανάγκες.

Δηλώσεις/Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς δηλώνουν ότι δεν υπάρχουν οικονομικές ή άλλες αντιθέσεις συμφερόντων σε σχέση με την παρούσα δημοσίευση.

implantitis, but not a long-term positive effect.

The therapy of peri-implantitis by using lasers as an adjunctive means to therapy without lasers could result in an enhanced clinical therapeutic outcome in comparison with the exclusive use of conventional therapy, but the documentation of this conclusion is weak at present.needed.

Acknowledgments

The authors declare that there are no financial or other conflicts of interest related to this publication.

Βιβλιογραφία - References

- AboElsaad, N. S., Soory, M., Gadalla, L. M., Raqab, L. I., Dunne, S., Zalata, K. R. & Louca, C. (2009) Effect of soft laser and bioactive glass on bone regeneration in the treatment of infra-bony defects (a clinical study). *Lasers in Medical Science* **24**, 387-395.
- Albrektsson, T. & Isidor, F. (1994) Consensus report of Session IV. *Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology*, Editors: Lang, N. P. & Karring, T., Quintessence Publishing Co., Ltd., London, UK, pp. 365-369.
- Alexopoulos, K. D. & Marinos, D. I. (1978) *Physics. Optics-Electromagnetism-Atomic and Nuclear Physics*, Vol. 2, Olympia-Constantine Stroumboukis, Athens, Greece, pp. 349-360.
- Amorim, J. C., de Sousa, G. R., de Barros Silveira, L., Prates, R. A., Pinotti, M. & Ribeiro, M. S. (2006) Clinical study of the gingiva healing after gingivectomy and low-level laser therapy. *Photomedicine and Laser Surgery* **24**, 588-594.
- Armitage, G. (1999) Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. *Annals of Periodontology* **4**, 1-6.
- Campbell, C. M. & Deas, D. E. (2009) Removal of an amalgam tattoo using a subepithelial connective tissue graft and laser deepithelialization. *Journal of Periodontology* **80**, 860-864.
- Centy, I. G., Blank, L. W., Levy, B. A., Romberg, E. & Barnes, D. M. (1997) Carbon dioxide laser for de-epithelialization of periodontal flaps. *Journal of Periodontology* **68**, 763-769.
- Choi, K. H., Im, S. U., Kim, C. S., Choi, S. H. & Kim, C. K. (2004) Effect of the carbon dioxide laser on the clinical parameters and crevicular IL-1beta when used as an adjunct to gingival flap surgery. *Journal of the International Academy of Periodontology* **6**, 29-36.
- Claffey, N., Clarke, E., Polyzois, I. & Renvert, S. (2008) Surgical treatment of peri-implantitis. *Journal of Clinical Periodontology* **35** (Suppl. 8), 316-332.
- Cobb, C. M. (2006) Lasers in Periodontics: a review of the literature. *Journal of Periodontology* **77**, 545-564.
- Coluzzi, D. J. (2000) An overview of laser wavelengths used in Dentistry. *Dental Clinics of North America* **44**, 753-765.
- Coluzzi, D. J. (2004) Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dental Clinics of North America* **48**, 751-770.
- Crespi, R., Barone, A. & Covani, U. (2005) Histologic evaluation of three methods of periodontal root surface treatment in humans. *Journal of Periodontology* **76**, 476-481.
- Crespi, R., Covani, U., Margarone, J. E. & Andreana, S. (1997) Periodontal tissue regeneration in beagle dogs after laser therapy. *Lasers in Surgery and Medicine* **21**, 395-402.
- Damante, C. A., Greggi, S. W. L., Sant'Ana, A. C., Passanezi, E. & Taga, R. (2004) Histomorphometric study of the healing of human oral mucosa after gingivoplasty and low-level laser therapy. *Lasers in Surgery and Medicine* **35**, 377-384.
- Deppe, H., Horch, H. H., Henke, J. & Donath, K. (2001) Peri-implant care of ailing implants with the carbon dioxide laser. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **16**, 659-667.
- Deppe, H., Horch, H. H. & Neff, A. (2007) Conventional versus CO₂ laser-assisted treatment of peri-implant defects with the concomitant use of pure-phase beta-tricalcium phosphate: a 5-year clinical report. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **22**, 79-86.
- Dilsiz, A., Aydin, T., Canakci, V. & Cicek, Y. (2010) Root surface biomodification with Nd:YAG laser for the treatment of gingival recession with subepithelial connective tissue grafts. *Photomedicine and Laser Surgery* **28**, 337-343.
- Dörftbudak, O., Haas, R., Bernhart, T. & Mailath-Pokorny, G. (2001) Lethal photosensitization for decontamination of implant surfaces in the treatment of peri-implantitis. *Clinical Oral Implants Research* **12**, 104-108.
- Esposito, M., Grusovin, M. G., Coulthard, P. & Worthington, H. V. (2008a) The efficacy of interventions to treat peri-implantitis: a Cochrane systematic review of randomised controlled clinical trials. *European Journal of Oral Implantology* **1**, 111-125.
- Esposito, M., Grusovin, M. G., Kakisis, I., Coulthard, P., Worthington, H. V. (2008b) Interventions for replacing missing teeth: treatment of periimplantitis. *Cochrane Database of Systematic Reviews* **16**, CD004970.
- Finkbeiner, R. L. (1995) Free autogenous soft tissue graft with the argon laser. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery* **13**, 1-5.
- Gaspirc, B. & Skaleric, U. (2007) Clinical evaluation of periodontal surgical treatment with an Er:YAG laser: 5-year results. *Journal of Periodontology* **78**, 1864-1871.
- Gilio, D. A. (1999) Increasing the width of periodontal attached gingiva using an Nd:YAG laser and GTM: results of a clinical study. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery* **17**, 217-222.
- Gontijo, I., Navarro, R. S., Haypek, P., Ciamponi, A. L. & Haddad, A. E. (2005) The applications of diode and Er:YAG lasers in labial frenectomy in infant patients. *Journal of Dentistry for Children (Chicago, Ill.)* **72**, 10-15.
- Haas, R., Baron, M., Dörftbudak, O. & Watzek, G. (2000) Lethal photosensitization, autogenous bone, and e-PTFE membrane for the treatment of peri-implantitis: preliminary results. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **15**, 374-382.
- Hayek, R. R. A., Araújo, N. S., Gioso, M. A., Ferreira, J., Baptista-Sobrinho, C. A., Yamada Jr., A. M. & Ribeiro, M. S. (2005) Comparative study between the effects of photodynamic therapy and conventional therapy on microbial reduction in ligature-induced peri-implantitis in dogs. *Journal of Periodontology* **76**, 1275-1281.
- Haytac, M. C. & Ozcelik, O. (2006) Evaluation of patient perceptions after frenectomy operations: a comparison of carbon dioxide laser and scalpel techniques. *Journal of Periodontology* **77**, 1815-1819.
- Ito, K., Nishikata, J. & Murai, S. (1993) Effects of Nd:YAG laser radiation on removal of a root surface smear layer after root planing: a scanning electron microscopic study. *Journal of Periodontology* **64**, 547-552.
- Kafas, P., Stavrianos, C., Jerjes, W., Upile, T., Vourvachis, M., Theodoridis, M. & Stavrianou, I. (2009) Upper-lip laser frenectomy without infiltrated anaesthesia in a paediatric patient: a case report. *Cases Journal* **2**, 7138.
- Kara, C. (2008) Evaluation of patient perceptions of frenectomy: a comparison of Nd:YAG laser and conventional techniques. *Photomedicine and Laser Surgery* **26**, 147-152.
- Karlsson, M. R., Diogo Löfgren C. I. & Jansson, H. M. (2008) The effect of laser therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment in subjects with chronic periodontitis: a systematic review. *Journal of Periodontology* **79**, 2021-2028.
- Karoussis, I., Kotsovilis, S., Feloutzis, A. & Fourmousis, I. (2009) Diagnosis and therapy of peri-implantitis. *Hellenic Stomatological Reviews* **63**, 168-195.

- Kato, J. & Wijeyeweera, R. L. (2007) The effect of CO₂ laser irradiation on oral soft tissue problems in children in Sri Lanka. *Photomedicine and Laser Surgery* **25**, 264-268.
- Kimura, Y., Yu, D. G., Fujita, A., Yamashita, A., Murakami, Y. & Matsumoto, K. (2001) Effects of erbium,chromium:YSGG laser irradiation on canine mandibular bone. *Journal of Periodontology* **72**, 1178-1182.
- Kotsovilis, S. & Fourmoussis, I. (2007) Clinical applications of lasers in non-surgical periodontal therapy. *Analecta Periodontologica* **18**, 101-122.
- Kotsovilis, S., Karoussis, I. K., Trianti, M. & Fourmoussis, I. (2008) Therapy of peri-implantitis: a systematic review. *Journal of Clinical Periodontology* **35**, 621-629.
- Lindhe, J. & Meyle, J. (2008) Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *Journal of Clinical Periodontology* **35** (Suppl. 8), 282-285.
- Mavrogiannis, M., Ellis, J. S., Seymour, R. A. & Thomason, J. M. (2006) The efficacy of three different surgical techniques in the management of drug-induced gingival overgrowth. *Journal of Clinical Periodontology* **33**, 677-682.
- Olivi, G., Chaumanet, G., Genovese, M. D., Beneduce, C. & Andreana, S. (2010) Er,Cr:YSGG laser labial frenectomy: a clinical retrospective evaluation of 156 consecutive cases. *General Dentistry* **58**, e126-133.
- Ozcelik O., Cenk Haytac, M., Kunin, A. & Seydaoglu, G. (2008) Improved wound healing by low-level laser irradiation after gingivectomy operations: a controlled clinical pilot study. *Journal of Clinical Periodontology* **35**, 250-254.
- Persson, L. G., Mouhyi, J., Berglundh, T., Sennerby, L. & Lindhe, J. (2004) Carbon dioxide laser and hydrogen peroxide conditioning in the treatment of periimplantitis: an experimental study in the dog. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* **6**, 230-238.
- Renvert, S., Roos-Jansåker, A.-M. & Claffey, N. (2008) Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: a literature review. *Journal of Clinical Periodontology* **35** (Suppl. 8), 305-315.
- Rosa, D. S., Aranha, A. C., Eduardo Cde, P. & Aoki, A. (2007) Esthetic treatment of gingival melanin hyperpigmentation with Er:YAG laser: short-term clinical observations and patient follow-up. *Journal of Periodontology* **78**, 2018-2025.
- Sanz, M. & Teughels, W. (2008) Innovations in non-surgical periodontal therapy: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *Journal of Clinical Periodontology* **35** (Suppl. 8), 3-7.
- Sasaki, K. M., Aoki, A., Ichinose, S. & Ishikawa, I. (2002a) Ultrastructural analysis of bone tissue irradiated by Er:YAG laser. *Lasers in Surgery and Medicine* **31**, 322-332.
- Sasaki, K. M., Aoki, A., Ichinose, S., Yoshino, T., Yamada, S. & Ishikawa, I. (2002b) Scanning electron microscopy and Fourier transformed infrared spectroscopy analysis of bone removal using Er:YAG and CO₂ lasers. *Journal of Periodontology* **73**, 643-652.
- Schawlow, A. L. & Townes, C. H. (1958) Infrared and optical masers. *Physical Review* **112**, 1940-1949.
- Schoop, U., Moritz, A., Kluger, W., Frei, U., Maleschitz, P., Goharkhay, K., Schöfer, C., Wernisch, J. & Sperr, W. (2002) Changes in root surface morphology and fibroblast adherence after Er:YAG laser irradiation. *Journal of Oral Laser Applications* **2**, 83-93.
- Schwarz, F., Aoki, A., Becker, J. & Sculean, A. (2008) Laser application in non-surgical periodontal therapy: a systematic review. *Journal of Clinical Periodontology* **35** (Suppl. 8), 29-44.
- Schwarz, F., Aoki, A., Sculean, A., Georg, T., Scherbaum, W. & Becker, J. (2003a) In vivo effects of an Er:YAG laser, and ultrasonic system and scaling and root planing on the biocompatibility of periodontally diseased root surfaces in cultures of human PDL fibroblasts. *Lasers in Surgery and Medicine* **33**, 140-147.
- Schwarz, F., Bieling, K., Bonsmann, M., Latz, T. & Becker, J. (2006a) Nonsurgical treatment of moderate and advanced periimplantitis lesions: a controlled clinical study. *Clinical Oral Investigations* **10**, 279-288.
- Schwarz, F., Bieling, K., Nuesry, E., Sculean, A. & Becker, J. (2006b) Clinical and histological healing pattern of periimplantitis lesions following non-surgical treatment with an Er:YAG laser. *Lasers in Surgery and Medicine* **38**, 663-671.
- Schwarz, F., Jepsen, S., Hertel, M., Sager, M., Rothamel, D. & Becker, J. (2006c) **Influence of different treatment approaches on non-submerged and submerged healing of ligature induced peri-implantitis lesions: an experimental study in dogs.** *Journal of Clinical Periodontology* **33**, 584-595.
- Schwarz, F., Pütz, N., Georg, T. & Reich, E. (2001) Effect of an Er:YAG laser on periodontally involved root surfaces: an in vivo and in vitro SEM comparison. *Lasers in Surgery and Medicine* **29**, 328-335.
- Schwarz, F., Sculean, A., Berakdar, M., Szathmari, L., Georg, T. & Becker, J. (2003b) In vivo and in vitro effects of an Er:YAG laser, a GaAlAs diode laser, and scaling and root planing on periodontally diseased root surfaces: a comparative histologic study. *Lasers in Surgery and Medicine* **32**, 359-366.
- Schwarz, F., Sculean, A., Georg, T. & Becker, J. (2003c) Clinical evaluation of the Er:YAG laser in combination with an enamel matrix protein derivative for the treatment of intrabony periodontal defects: a pilot study. *Journal of Clinical Periodontology* **30**, 975-981.
- Schwarz, F., Sculean, A., Rothamel, D., Schwenzer, K., Georg, T. & Becker, J. (2005) Clinical evaluation of an Er:YAG laser for nonsurgical treatment of peri-implantitis: a pilot study. *Clinical Oral Implants Research* **16**, 44-52.
- Sculean, A., Schwarz, F., Berakdar, M., Windisch, P., Arweiler, N. B. & Romanos, G. E. (2004) Healing of intrabony defects following surgical treatment with or without an Er:YAG laser. *Journal of Clinical Periodontology* **31**, 604-608.
- Slot, D. E., Kranendonk, A. A., Paraskevas S. & van der Weijden F. (2009) The effect of a pulsed Nd:YAG laser in non-surgical periodontal therapy. *Journal of Periodontology* **80**, 1041-1056.
- Sulewski, J. G. (2000) Historical survey of Laser Dentistry. *Dental Clinics of North America* **44**, 717-752.
- Wang, X., Zhang, C. & Matsumoto, K. (2005) In vivo study of the healing processes that occur in the jaws of rabbits following perforation by an Er,Cr:YSGG laser. *Lasers in Medical Science* **20**, 21-27.
- White, J. M., Goodis, H. E. & Rose, C. L. (1991) Use of the pulsed Nd:YAG laser for intraoral soft tissue surgery. *Lasers in Surgery and Medicine* **11**, 455-461.
- Wilder-Smith, P., Arrastia, A. M., Schell, M. J., Liaw, L. H., Grill, G. & Berns, M. W. (1995) Effect of Nd:YAG laser irradiation and root planing on the root surface: structural and thermal effects. *Journal of Periodontology* **66**, 1032-1039.
- Williams, T. M., Cobb, C. M., Rapley, J. W. & Killoy, W. J.

- (1995) Histologic evaluation of alveolar bone following CO₂ laser removal of connective tissue from periodontal defects. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* **15**, 497-506.
- Yamaguchi, H., Kobayashi, K., Osada, R., Sakuraba, E., Nomura, T., Arai, T. & Nakamura, J. (1997) Effects of irradiation of an erbium:YAG laser on root surfaces. *Journal of Periodontology* **68**, 1151-1155.

Επικοινωνία: Ευδοξία Πεπελάση, Εργαστήριο Περιοδοντολογίας, Οδοντιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών, Θηβών 2, 115 27 Αθήνα, Ελλάδα, Τηλ: +30 210-7461203, Fax: +30 210-7461202, e-mail: kgkostop@netscape.net

Correspondence: Dr. Eudoxie Pepelassi, Department of Periodontology, School of Dentistry, University of Athens, 2 Thivon Street, 115 27 Athens, Greece, Tel: +30 210-7461203, Fax: +30 210-7461202, e-mail: kgkostop@netscape.net