

СТОМАТОЛОГІЯ

УДК 616.314-089.23-085.849.19

DOI 10.11603/2415-8798.2017.4.8252

©О. В. Савченко

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ПРОЦЕСІ ОРТОДОНТИЧНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗУБІВ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

Резюме. Процес комплексного ортодонтичного лікування характеризується значною тривалістю та високою ймовірністю розвитку побічних негативних наслідків. Дослідники довели позитивний вплив лазера на процес ортодонтичного переміщення зубів, але питання підбору відповідних характеристик лазерного випромінювання та розробки нових модифікованих підходів його застосування потребує подальших досліджень.

Мета дослідження – проаналізувати дослідження із застосуванням лазерного випромінювання в процесі ортодонтичного переміщення зубів та формулювання рекомендацій для розробки нової моделі лазерного апарату низької інтенсивності.

Матеріали і методи. Контент-аналіз наукових публікацій, присвячених досліджуваній проблемі, дозволив виокремити праці, в яких найповніше розкрито її вирішення, та надав авторові можливість представити власні рекомендації щодо напрямків удосконалення систем лазерного випромінювання та розробки більш клінічно-ефективного та контруктивно-мобільнішого аналогу.

Результати досліджень та їх обговорення. Більшість дослідників підтверджує ефективність використання лазерного випромінювання в процесі ортодонтичного переміщення зубів, хоча деякі інші не відмітили будь-якого позитивного впливу. Згідно з першими дослідженнями, лазерне випромінювання сприяє злиттю мононуклеарних макрофагів для дозрівання клітин остеобластів, збільшенню кількості диференційованих клітин остеобластів та центрів формування кісткоутворення, пришвидшенню утворення мінералізованої кісткової тканини у зоні розтягування. В інших дослідженнях відмічається підвищення рівня синтезу колагену, позитивний вплив на експресію металпротеїнази-9, катепсину К та альфа(ν)бета(3)-інтегрину та збереження вихідних параметрів мінеральної щільності кісткової тканини. Подальші дослідження здебільшого підтверджують попередні результати підвищення швидкості руху зубів на 20–40 % та відмічають пришвидшення репарації тканин пульпи, і, таким чином, мінімізацію ризику розвитку незворотних ускладнень й значне зниження больових відчуттів. За результатами аналізу науково-дослідних публікацій та на основі власного практичного досвіду автор виокремлює наступні рекомендації для розробки нової моделі лазерного апарату низької інтенсивності: 1) використання люмінофорів у структурі лазера та підбір робочих наконечників із різними вихідними параметрами; 2) використання технології вибіркового розмірного протравлювання металевих плат; 3) формування розбірних лазерних систем; 4) довжина хвилі повинна становити 810 нм.

Висновки. Для встановлення механізму впливу лазерного випромінювання на ефект ортодонтичного переміщення зубів необхідно забезпечити проведення додаткових морфометричних, рентгенологічних, гістологічних та клінічних досліджень.

Ключові слова: лазерне випромінювання; переміщення зубів; макрофаг; остеобласт; кісткоутворення.

ВСТУП Комплексне ортодонтичне лікування стоматологічних пацієнтів у більшості є доволі довготривалим процесом, тривалість котрого залежить від низки визначальних факторів: кількості етапів у структурі алгоритму лікування, складності ортодонтичної патології, віку пацієнта, вихідних характеристик зубнощелепного апарату, реакції тканин ротової порожнини на той чи інший вид ятрогенного втручання [1, 3, 7, 9]. Крім того, в процесі використання ортодонтичної апаратури формуються специфічні умови для розвитку можливих побічних негативних наслідків лікування, як наприклад гінгівіту, каріозних уражень при ускладненні можливостей для забезпечення адекватного гігієнічного контролю, резорбції коренів зубів, надмірної редуції рівня кісткової тканини щелеп унаслідок ремоделювання [10, 13, 14]. Врешті, для уникнення ризиків виникнення небажаних наслідків ятрогенних втручань та одночасно для прискорення процесу контрольованої ортодонтичної терапії у комплексі власне із ортодонтичними маніпуляціями було розроблено ряд допоміжних методів впливу, які в результаті дозволяють досягти більш прогнозованого кінцевого клінічного результату, сприяють мінімізації вираження запальних процесів, та загалом дозволяють не тільки системно підходити до процесу стоматологічної реабілітації, а й роблять його більш прийнятним та менш дискомфортним для самого пацієнта. Потенційований або суматійний позитивний ефект лікування досягається при проведенні

власне ортодонтичної фази та суміжних до неї підходів, на зразок ортодонтичноасоційованої кортикотомії, локального уведення простагландинів та остеокальцину, впливу ультразвуку, лазерного випромінювання, електромагнітного поля чи електричного струму.

Одним із перших позитивний вплив лазера на процес ортодонтичного переміщення зубів дослідили Kawasaki та Shimizu, які пояснили це акселеративним ремоделюванням альвеолярної кістки, що проявляється у зростанні кількості остеокластів, підвищенні рівнів клітинної проліферації у ділянці періодонтальної зв'язки, і формуванні мінералізованої кісткової тканини [8]. Крім цього, автори змогли довести й інший, не менш значний факт: використання лазерного випромінювання в умовах контролю його вихідних параметрів та відповідності конкретному біологічному діапазону не викликає жодних негативних змін ні безпосередньо в ділянці впливу лазера, ні в організмі досліджуваних тварин у цілому. Однак питання підбору відповідних характеристик лазерного випромінювання та розробка нових модифікованих підходів із метою удосконалення сучасних технологій у стоматологічній практиці залишається актуальним науково-практичним аспектом даної галузі, що потребує подальшого дослідження.

Метою дослідження було провести аналіз ефективності використання лазера в процесі ортодонтичного переміщення зубів та виокремити перспективні аспекти

вдосконалення існуючих систем низькоінтенсивного лазерного випромінювання для розробки більш клінічно-ефективного та конструкційно-мобільного аналогу.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ В ході дослідження було проведено аналіз наукових публікацій, присвячених питанню доцільності та ефективності використання лазерних технологій у стоматологічній, а конкретно – в ортодонтичній практиці з метою оптимізації процесу ортодонтичного переміщення зубів. Пошук матеріалу здійснювали в системі пошуку Google Scholar за ключовими словами. В ході проведення контент-аналізу було виділено ті наукові роботи, які найповніше розкривали аспекти, що стосувалися основної мети дослідження, тобто питання вихідних параметрів лазера для ортодонтичного переміщення, клінічні ознаки та біологічні маркери, що підтверджують ефективність використання даної технології у конкретних клінічних умовах, та аспекти перспективи вдосконалення існуючих систем низькоінтенсивного лазерного випромінювання. Реєстрація вихідних параметрів лазерного випромінювання у низці досліджень дозволила виокремити ті з них, які були найбільш змінними, а тому могли повпливати на досягнення того чи іншого клінічного результату. На основі проведеного аналізу було запропоновано низку власних рекомендацій, які в подальшому можуть слугувати підґрунтям для вдосконалення систем лазерного випромінювання та розробки більш клінічно-ефективного та конструктивно-мобільного аналогу. Категоризацію та групування чисельних параметрів, отриманих в ході аналізу попередніх публікацій, проводили в табличному редакторі Microsoft Excel 2016 (Microsoft Office 2016).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Динамічність ортодонтичного переміщення зубів залежить від швидкості ремоделювання кісткової тканини [1, 4, 5, 8, 10]. Активація даного процесу не настає безпосередньо у перший же день прикладення направлено механічного навантаження на зуб, а пов'язана, у свою чергу, із фазами активації клітин остеокластів та остеобластів. Саме тому, на думку Kawasaki та Shimizu, лазерне випромінювання сприяє процесу переміщення зубів найбільше у ранній період ортодонтичного втручання. Такий ефект, на думку авторів, спостерігається тому, що дія лазера сприяє злиттю мононуклеарних макрофагів для дозрівання клітин остеокластів [8]. Аналогічний ефект спостерігається при локальному уведенні вітаміну $1,25\text{-}(\text{OH})_2\text{D}_3$, що також спричиняє значне зростання кількості багатоядерних клітин кісткової тканини. Поміж тим Kawasaki та Shimizu виявили, що лазерне випромінювання сприяє не тільки швидкій активації остеокластів, а й спричиняє в 1,7 рази швидке формування мінералізованої кісткової тканини у зоні розтягування. Даний ефект викликають впливи випромінювання на зростання кількості більш диференційованих клітин остеобластів та формування центрів кістковоутворення. Необхідно відмітити, що у багатьох дослідженнях, проведених попередньо і присвячених питанню впливу лазера на процеси, асоційовані з ортодонтичним переміщенням зубів, протокол використання імітував такий, первинно описаний Kawasaki та Shimizu, що передбачає контактну аплікацію світловода на ділянку м'яких тканин безпосередньо навколо зубів, що піддаються направленій диспозиції [2, 5, 10, 12]. Окремі дослідження, присвячені використанню лазерного випромінювання низької потужності, вказують те, що даний метод сприяє не тільки акселерації процесу

регенерації кісткової тканини, а й підвищенню рівня синтезу колагену, який, у свою чергу, є основним матричним протеїном в структурі кістки. Зокрема, даний вплив було зареєстровано при використанні лазера в умовах розширення ділянки палатинального шва. S. Fujita (2008) зі свого боку пояснив ефективний вплив низькоінтенсивного лазерного випромінювання на швидкість ортодонтичного переміщення через індукцію ним RANK та RANKL, що було підтверджено відповідними позитивними результатами імунореакцій [5]. M. Yamaguchi доповнив результати дослідження S. Fujita (2008), виявивши, що лазер низької інтенсивності також позитивно впливає на експресію металпротеїнази-9, катепсину K та альфа(v) бета(3)-інтегрину. Усі вищеперелічені фактори є необхідними для процесу остеокластогенезу [13]. В ході досліджень, які провели японські науковці, вдалось підтвердити не тільки стимуляцію експресії відповідних кісткових маркерів за допомогою лазера, а й позитивний вплив такого на збереження вихідних параметрів мінеральної щільності кісткової тканини при ортодонтичному переміщенні. Використовуючи лазер із вихідними параметрами 780 нм, 20 мВ, 10 с дії, 5 Дж/см² M. V. da Silva Sousa та колеги (2012) виявили статистично значиму різницю у динаміці переміщення ікол упродовж 4 місяців спостереження [3]. При цьому рівні резорбції кісткової тканини та кореня зубів, що підлягали впливу механічних сил, майже не відрізнялися залежно від факту чи відсутності використання лазера.

Однак у результаті проведення подвійного сліпого рандомізованого плацебо-контрольованого парного клінічного дослідження W. Limpanichkul та колеги (2006) не змогли довести впливу низькорівневої лазерної терапії на процес ортодонтичного переміщення зубів, але при цьому дослідники відмітили, що очевидно показник густини енергії у 25 Дж/см², який використовували в експерименті, виявився занадто малим, щоб спровокувати виникнення інгібіторного чи, навпаки, очікуваного стимулятивного ефекту [10]. Для контролю процесу ортодонтичного переміщення ікла дослідники використовували GaAlAs-лазер з довжиною хвилі 860 нм при вихідних параметрах 100 мВ, спектральної площі 0,09 см², потужності 1,11 В/см², дозі енергії 2,3 Дж/точку та густині енергії 25 Дж/см²/ділянку. M. Marquezan (2010) також відмітив відсутність значущої клінічної ефективності при використанні лазера в процесі ортодонтичного переміщення зубів. У ході використання двох протоколів процедури (при щоденному впливі та тільки на ранніх стадіях) автори відмітили прогресивне зростання кількості остеокластів та незрілого колагену на ранньому етапі ортодонтичного лікування, однак даний ефект нівелювався в ході подальшого періоду спостереження за рахунок того, що процес репарації в зоні натягу зуба ставав повільнішим [11].

На відміну від W. Limpanichkul та колеги, Cruz та співавт. (2004) підтвердили вплив низькоінтенсивного лазерного випромінювання на процес контрольованого ортодонтичного переміщення зубів, що виражався в акселерації такої диспозиції, і таким чином, сприяв скороченню термінів лікування [2]. При цьому дослідники використовували апарат навіть із дещо нижчими вихідними параметрами, але за модифікованим алгоритмом самої процедури впливу. Genc та колеги (2012) відмітили значно вищі показники ортодонтичного руху зубів у групі дослідження із використанням низькоінтенсивного лазерного випромінювання на 7; 14; 21; 28 і 35 дні моніторингу по-

рівняно з групою контролю. Таким чином, вдалось підтвердили попередні результати, отримані в ході досліджень Saito та Shimizu, Youssef та колеги, Kawasaki та Shimizu, в яких середній діапазон підвищення швидкості руху зубів під дією механічних сил у ході ортодонтчного лікування сягав 20–40 %. Важливо також відмітити, що Genc та колеги (2012) відмітили також результати попередніх досліджень, проведених W. Limpanichkul, які вказували на відсутність впливу лазерного випромінювання на ефект ортодонтчного переміщення. Таку різницю у реєстрації впливу лазерного випромінювання автори інтерпретували через залежність бажаного клінічного ефекту від дози випромінювання та часу дії фізичного чинника [7]. Поміж тим, Genc також відмітив значимість реєстрації рівня оксиду азоту як маркера реакції пародонтальних тканин на дію ортодонтчних сил. У авторському дослідженні жодної статистичної різниці між показниками рівня нітриту в групі дослідження та контролю виявити не вдалось. Навіть в умовах уже попередньо доведеного факту, що використання лазерного випромінювання сприяє репарації кісткової тканини у ділянці впливу, досі не вирішеним залишається аспект необхідної дози використовуваного випромінювання, і яка з них найбільше впливає на відповідні лінійки клітин, стимулюючи таким чином ефект загоєння. При цьому важливо також експериментально перевірити, чи встановлені вихідні параметри лазера не можуть провокувати ураження навколишніх тканин та розвиток токсичного ефекту.

L. Abi-Ramia (2012) підтвердила той факт, що ортодонтчне переміщення зубів провокує виникнення зворотної гіперемії пульпи внаслідок дії механічних сил, проте використання низькоінтенсивного лазерного випромінювання сприяє процесу швидшої репарації тканин пульпи, і таким чином, мінімізує ризик розвитку незворотних ускладнень [1]. У групі дослідження ефекту механічної диспозиції без додаткового використання лазера було зареєстровано, що одонтобластичний шар в середині структури зубів був більш дезорганізований, при цьому в полі зору спостерігалися недиференційовані клітини та переповненість капілярів кров'ю. G. Doshi-Mehta та W. A. Bhad-Patil (2013) змогли не тільки підтвердити підвищення динамічності руху зубів у середньому на 30 % (29 % – на верхній щелепі та 31 % – на нижній), але й значне зниження больових відчуттів за аналоговою візуальною шкалою на третій день дії ортодонтчної конструкції [4]. При цьому, порівняно з 3 та 30 днями спостереження, зміни показників болю в експериментальній групі без застосування лазера знизились з 2,15 до 1,5, а у контрольній групі змінилися від 0,25 до 0,5. У результаті систематичного огляду та мета-аналізу, проведеного M. K. Ge та колегами (2014), в якому вдалось проаналізувати 173 дослідження із сумарною участю 211 пацієнтів, вдалось виявити, що прискорення ортодонтчного руху зубів при додатковому використанні лазера спостерігається у період 7 днів та 2 місяців, при цьому автори відмітили вищу клінічну ефективність більш низьких показників густини енергії, порівняно з тими, що перевищували 20 Дж/см² [6].

Проведений аналіз літературних публікацій, присвячених тематиці використання лазерних технологій в стоматологічній практиці, та часте практичне застосування даного підходу у особистій клінічній роботі автора, дозволило виокремити аспекти, врахування котрих може стати аргументованим для розробки нової моделі лазер-

ного апарату низької інтенсивності. Неконтрольоване використання лазерного випромінювання може спровокувати травматичну його дію на навколишні тканини. Профілактика даного ефекту може реалізуватися за рахунок використання люмінофорів у структурі лазера – таким чином феномен випромінювання набуває вторинного характеру, а також формуються умови, в яких лікар може легко корегувати як спектр, так й інтенсивність енергії. Такі можливості налаштування апарату, а вірніше підбір робочих наконечників із різними вихідними параметрами залежно від комбінації та складу люмінофорів, дозволяють використовувати його у різних клінічних ситуаціях. Щоб забезпечити високу ефективність нової запропонованої системи, у розробці такого необхідно враховувати потребу максимально ефективного охолодження. Для такої мети запропоновано використовувати технологію вибіркового розмірного протравлювання металевих плат, для моделювання їх типології та потрібної ієрархії. Комбінації такої технології з методами прискореної електролітичної металізації дозволяє мінімізувати загальну товщину плати до 200 мікрон, таким чином, забезпечивши максимальну швидку дію системи охолодження при мінімальних затратах енергії. Враховуючи динамічність сучасного технологічного розвитку, а також постійні модифікації та вдосконалення апаратів, що використовуються у стоматологічній практиці зокрема, логічним є формування таких лазерних систем, які б носили характер розбірних. Тобто можливість заміни елементів лазерного апарату – оптичного кабеля, системи люмінофорів, основного робочого блока системи – значно полегшує завдання адаптації лазерних технологій у різних клінічних ситуаціях, а з іншого боку – робить апарат готовим до подальшого удосконалення шляхом використання модифікованого складу люмінофорів чи провідникової гілки оптичного кабелю. Крім того, саме такий дизайн системи є найзручнішим і з точки зору заміни застарілих елементів, дозволяючи крім того реалізувати масове виробництво кожного з них. Виходячи з наявного досвіду, довжина хвилі експериментальної системи лазера повинна становити 810 нм, враховуючи, що системи з наближеними до такої довжини хвилі характеризувалися найвищою клінічною ефективністю у проведених раніше дослідженнях. Тобто врахування усіх вищеперерахованих пропозицій дозволить розробити лазерний апарат для стоматологічної практики, який буде характеризуватися значно вищою ефективністю та мобільністю, порівняно з існуючими системами, при цьому забезпечуючи вирішення трьох важливих аспектів ортодонтчного лікування: 1) прискорення процесу ортодонтчного переміщення зубів за рахунок впливу на процес ремоделювання кісткової тканини; 2) скорочення термінів стоматологічного лікування за рахунок акселеративної диспозиції зубів у структурі щелеп; 3) зменшення вираження ознак запалення та больових відчуттів за рахунок біостимулюючого впливу на навколишні тканини ротової порожнини в ділянці безпосередньої дії випромінювання.

ВИСНОВКИ Проведений аналіз результатів опублікованих досліджень, присвячених питанню доцільності використання низькоінтенсивного лазерного випромінювання в ході ортодонтчного переміщення зубів, дозволив підтвердити позитивний вплив лазера на процеси ремоделювання кісткової тканини, мінімізація ознак запалення в ділянці зубів, що піддаються диспозиції, та скорочення термінів лікування. Пропозиції, наведені автором

щодо удосконалення лазерного апарату, можуть стати підґрунтям для розробки більш клінічно-ефективної та конструктивно-мобільнішої системи, що дозволить розширити спектр використання лазерного випромінювання у різних клінічних ситуаціях. Крім того, можливість заміни та модифікації системи люмінофорів на кінці оптичного кабелю, запропонованої системи сприятиме реалізації можливостей постійної модифікації апарату паралельно до нових впроваджень науково-технічних розробок, дотичних до стоматологічної практики. Для встановлення механізму впливу лазерного випромінювання на ефект ортодонтитичного переміщення зубів необхідно забезпе-

чити проведення додаткових морфометричних, рентгенологічних, гістологічних та клінічних досліджень, реалізація котрих дозволить виокремити аспекти специфіки впливу лазера на клітини ділянки періодонтальної зв'язки при ортодонтитичній диспозиції, проаналізувати рівень зміни архітектоники та показників щільності кісткової тканини, рівень втрати альвеолярного гребеня в результаті впливу механічних сил, і наскільки даний показник підлягає прогнозу в умовах впливу низькоінтенсивного випромінювання, а також вплив лазера на процес запалення у ділянці втручання, виходячи зі змін концентрації клітинних маркерів та зовнішніх клінічних проявів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Effects of low-level laser therapy and orthodontic tooth movement on dental pulps in rats / L. B. P. Abi-Ramia, A. Sasso Stuaní, A. Sasso Stuaní [et al.] // *The Angle Orthodontist*. – 2010. – Vol. 80, No. 1. – P. 116–122.
2. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: A preliminary study / D. R. Cruz, E. K. Kohara, M. S. Ribeiro [et al.] // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2004. – Vol. 35, No. 2. – P. 117–120.
3. da Silva Sousa M. V. Influence of low-level laser on the speed of orthodontic movement / M. V. da Silva Sousa, M. A. Scanavini, E. K. Sannomiya [et al.] // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2011. – Vol. 29, No. 3. – P. 191–196.
4. Doshi-Mehta G. Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation / G. Doshi-Mehta, W. A. Bhad-Patil // *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. – 2012. – Vol. 141, No. 3. – P. 289–297.
5. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL / S. Fujita., M. Yamaguchi, T. Utsunomiya [et al.] // *Orthodontics & Craniofacial Research*. – 2008. – Vol. 11, No. 3. – P. 143–155.
6. Ge M. K. Efficacy of low-level laser therapy for accelerating tooth movement during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis / M. K. Ge, W. L. He, J. Chen [et al.] // *Lasers in Medical Science*. – 2015. – Vol. 30, No. 5. – P. 1609–1618.
7. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement / G. Genc, I. Kocadereli, F. Tasar [et al.] // *Lasers in Medical Science*. – 2013. – Vol. 28, No. 1. – P. 41–47.
8. Kawasaki K. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats / K. Kawasaki, N. Shimizu // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2000. – Vol. 26, No. 3. – P. 282–291.
9. Effects of low-level laser therapy after Corticision on tooth movement and paradental remodeling / S. J. Kim, S. U. Moon, S. G. Kang [et al.] // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2009. – Vol. 41, No. 7. – P. 524–533.
10. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement / W. Limpanichkul, K. Godfrey, N. Srisuk [et al.] // *Orthodontics & Craniofacial Research*. – 2006. – Vol. 9, No. 1. – P. 38–43.
11. Marquezan M. Effects of two low-intensity laser therapy protocols on experimental tooth movement / M. Marquezan, A. M. Bolognese, M. T. de Souza Araújo // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2010. – Vol. 28, No. 6. – P. 757–762.
12. Seifi M. Effects of two types of low-level laser wave lengths (850 and 630 nm) on the orthodontic tooth movements in rabbit / M. Seifi, H. A. Shafeei, S. Daneshdoost [et al.] // *Lasers in Medical Science*. – 2007. – Vol. 22, No. 4. – P. 261–264.
13. Yamaguchi M. Low-energy laser irradiation facilitates the velocity of tooth movement and the expressions of matrix metalloproteinase-9, cathepsin K, and alpha (v) beta (3) integrin in rats / M. Yamaguchi, M. Hayashi, S. Fujita [et al.] // *The European Journal of Orthodontics*. – 2010. – Vol. 32, No. 2. – P. 131–139.
14. Low-energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling / T. Yoshida, M. Yamaguchi, T. Utsunomiya [et al.] // *Orthodontics & Craniofacial Research*. – 2009. – Vol. 12, No. 4. – P. 289–298.

Отримано 02.09.17

©O. V. Savchenko

O. Bohomolets National Medical University, Kyiv

ANALYSIS OF APPLICATION OF LASER RADIATION IN THE PROCESS OF ORTHODONTIC MOVEMENT OF TEETH AND SUGGESTIONS REGARDING THE TECHNOLOGY IMPROVEMENT

Summary. The process of comprehensive orthodontic treatment is characterized by a long-term duration and the high probability of the development of adverse effects. The researchers have proved a positive influence of the laser in the process of orthodontic teeth movement, but the issue of selecting the appropriate characteristics of laser radiation and the development of the new modified approaches to its application requires further investigations.

The aim of the study – to review and analyse the results of researchers on the laser radiation application in the process of orthodontic tooth movement, and to represent recommendations for the designing of a new model of low-level laser device.

Materials and Methods. The content analysis of the scientific publications devoted to the investigated problem has allowed to highlight the works in which its solution was most fully disclosed and has given the author an opportunity to represent his own recommendations on the improvement of laser radiation systems.

Results and Discussion. Most researchers confirm the effectiveness of laser radiation in the process of orthodontic tooth movement, although some of them did not notice any positive effect. According to the first studies, laser radiation favours the fusion of mononuclear macrophages for the maturation of osteoblasts, an increase of their quantity and the acceleration of the mineralized bone tissue formation in the stretching area. In other studies, there were noted: an increase of the collagen synthesis, a positive effect on the expression of metalloproteinase-9, cathepsin K and alpha (v) beta (3) integrin and the maintenance of initial parameters of bone tissue mineral density. Further studies largely confirmed the preliminary results of the tooth movement speed increase by 20–40 % and noted the acceleration of the pulp tissues regeneration, and thus – the minimization of the irreversible complications' risk and a significant reduction in pain sensations. Following on from the results of the conducted analyses and on the basis of his own practical experience, the author emphasises the following recommendations for the development of a new model of low intensity laser apparatus: 1) the use of luminophores in the laser construction and the selection of handpieces with different output parameters; 2) use of the technology of selective dimensional metal plates' etching; 3) construction of collapsible laser systems; 4) the wavelength must be 810 nm.

Conclusions. To establish the mechanism of laser radiation influence on the orthodontic movement of teeth, it is necessary to provide additional morphometric, X-ray, histological and clinical studies.

Key words: laser radiation; tooth displacement; macrophage; osteoblast; bone formation.

©О. В. Савченко

Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца, г. Киев

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОРТОДОНТИЧНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗУБОВ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ

Резюме. Процесс комплексного ортодонтического лечения характеризуется значительной продолжительностью и высокой вероятностью развития побочных негативных последствий. Исследователи доказали положительное влияние лазера на процесс ортодонтического перемещения зубов, но вопрос подбора соответствующих характеристик лазерного излучения и разработка новых модифицированных подходов его применение требует дальнейших исследований.

Цель исследования – проанализировать исследования применения лазерного излучения в процессе ортодонтического перемещения зубов и формулирование рекомендаций для разработки новой модели лазерного аппарата низкой интенсивности.

Материалы и методы. Контент-анализ научных публикаций, посвященных исследуемой проблеме, позволил выделить работы, в которых наиболее полно раскрыто ее решения, и предоставил автору возможность представить свои рекомендации относительно направлений совершенствования систем лазерного излучения и разработки более эффективного клинически и конструктивно мобильного аналога.

Результаты исследований и их обсуждение. Большинство исследователей подтверждает эффективность использования лазерного излучения в процессе ортодонтического перемещения зубов, хотя некоторые из них не заметили какого-либо положительного влияния. Согласно первым исследованиям, лазерное излучение способствует слиянию мононуклеарных макрофагов для созревания клеток остеобластов, увеличению количества дифференцированных клеток остеобластов и центров формирования костей, ускорению образования минерализованной костной ткани в зоне растяжения. В других исследованиях отмечается повышение уровня синтеза коллагена, положительное влияние на экспрессию металлопротеиназы-9, катепсина K и альфа(v)бета(3)-интегрин и сохранение исходных параметров минеральной плотности костной ткани. Дальнейшие исследования в основном подтверждают предварительные показатели ускорения перемещения зубов на 20–40 % и восстановлению тканей пульпы, и, таким образом, минимизацию риска развития необратимых осложнений и значительное снижение болевых ощущений. В результате анализа научно-исследовательских публикаций и на основе собственного практического опыта автор выделяет следующие рекомендации для разработки новой модели лазерного аппарата низкой интенсивности: 1) использование люминофоров в структуре лазера и подбор рабочих наконечников с разными выходными параметрами; 2) использование технологии выборочного размерного протравливания металлических плат; 3) формирование разборных лазерных систем; 4) длина волны должна составлять 810 нм.

Выводы. Для выявления механизма воздействия лазерного излучения на процесс ортодонтического перемещения зубов необходимо обеспечить проведение дополнительных морфометрических, рентгенологических, гистологических и клинических исследований.

Ключевые слова: лазерное излучение; перемещение зубов; макрофаг; остеобласт; костеобразование.