

Медицинское тепловидение как метод исследования эффектов ортодонтического лечения (на примере метода НВТС-RFA)

М. Г. Воловик^{1,2}, Е. А. Отмахова³, И. М. Долгов²

¹ ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, Нижний Новгород

² ООО «Дигнозис», Москва, Россия

³ ООО «Центр стоматологии „Голливуд“», Нижний Новгород

РЕЗЮМЕ

В работе описана оригинальная методика и впервые представлены тепловизионные феномены, возникающие при аппаратной коррекции нарушений стоматогнатической системы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тепловидение, заболевания стоматогнатической системы, метод НВТС-RFA (W. Aragao), ортодонтия, аномалии прикуса, нарушения мышечного тонуса.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: авторы статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Medical thermal imaging as a method for studying the effects of orthodontic treatment (using the example of the HBTC-RFA method)

M. G. Volovik^{1,2}, E. A. Otmakhova³, I. M. Dolgov²

¹ Privolzhsky Researrch Medical University, Nizhny Novgorod, Russia,

² LLC "Dignosys", Moscow, Russia

³ LLC Dentistry Center "Hollywood", Nizhny Novgorod, Russia

SUMMARY

The work describes an original technique and presents for the first time thermal imaging phenomena that occur during hardware correction of disorders of the stomatognathic system.

KEY WORDS: thermal imaging; diseases of the stomatognathic system; RFA-method W. Aragao; orthodontics; malocclusion; muscle tone disorders.

CONFLICT OF INTEREST: the authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Список сокращений:

ВНЧС — височно-нижнечелюстной сустав

ПДГ — проксимально-дистальный градиент (температуры)

ТВИ — тепловизионное исследование

ТА — термоасимметрия

НВТС (Human body total care) — тотальная забота о теле человека

RFA — Regulador de Funcion Aragao (регулятор функций W. Aragao)

ВВЕДЕНИЕ

Инфракрасное тепловидение способно оценить функциональное состояние мышц человека, уровень нагрузки на связки и суставы [1]. Дисбаланс этих структур отражается в температурных изменениях, классификация которых пригодна для диагностики нарушений и наблюдения динамики в ходе лечения различных заболеваний. Термопаттерны кожных покровов человека при патологиях, связанных с гипер- и гиподисфункциональными состояниями мышц, обладают большим диагностическим и прогностическим потенциалом при регистрации до, в процессе и после лечения.

Ограничения тепловизионных исследований (ТВИ), существующих в области диагностики и лечения нарушений стоматогнатической системы, связаны с узким кругом конкретных клинических состояний, небольшим количеством изученных групп мышц (в основном, связанных с патологией височно-нижнечелюстного сустава — ВНЧС) [2–4 и др.], а также с значительной методологической вариативностью работ [5]. Имеются лишь отдельные указания о целесообразности комплексной тепловизионной оценки здоровья ортодонтических пациентов [6] и единичные работы по оценке других компонентов опорно-двигательной системы [7].

При этом в доступной литературе отсутствуют исследования, описывающие изменение термопаттернов при проведении специального лечения с использованием аппаратов коррекции.

В связи с тем, что аппаратная коррекция стоматогнатической системы, по некоторым данным [8], способствует коррекции нарушений позы тела (нарушения осанки, сколиоз, плоскостопие и др.) и влечет за собой изменение тонуса мышц и нагрузки на различные суставы, логично ожидать, что эти состояния, помимо клинической картины, могут быть выявлены и оценены с помощью тепловидения. Это побудило нас провести исследование, посвященное разработке унифицированного набора позиций и областей интереса и обоснованного стандартного протокола ТВИ для оценки феноменов, связанных с данным видом лечения.

Цель: исследовать возможности медицинского тепловидения в оценке влияния ортодонтического лечения (на примере метода НВТС-RFA) на функциональное состояние мышечно-суставного аппарата пациента по динамике температурного распределения (термопаттерна) на поверхности кожных покровов.

Гипотеза: если улучшение баланса стоматогнатической системы при использовании метода НВТС-RFA влечет за собой

гармонизацию мышечного тонуса в определенных группах мышц, уменьшение болевых синдромов, улучшение биомеханики движений, то эти изменения будут выражаться в соответствующей динамике термопаттерна тела.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ортодонтическое лечение проводилось по методу W. Arago (NBTC-RFA) [9], который заключается в использовании съемного двухчелюстного ортодонтического аппарата функционального действия (изготавливался по индивидуальным параметрам прикуса пациента) (рис. 1) и строгом выполнении протокола лечения (рекомендаций).

Рекомендации заключаются в постоянном ношении аппарата (снимается только на время приема пищи и чистки зубов), регулярном выполнении упражнения для тренировки рефлекса спонтанного смыкания губ, пережевывании пищи строго поочередно правой и левой стороной с целью выравнивания жевательных углов Планаса [10], а также заклеивании на ночь губ тейпом для полноценного строго носового дыхания во время сна. Различают три модификации ортодонтического аппарата RFA (RFA-2, RFA-3, RFA-4), которые подбираются индивидуально в зависимости от вида прикуса. Возрастные показания к использованию методики NBTC-RFA могут быть разные, начиная с 2 лет.

Тепловизионные исследования (ТВИ) запланированы на трех этапах: до установки ортодонтического аппарата RFA, через 2 и через 6 месяцев после его установки. В данной работе описаны некоторые характерные тепловизионные феномены, зарегистрированные в динамике на этапе 2 мес. после установки аппарата.

Выборка составила 26 пациентов, из которых дети до 7 лет с молочным прикусом — 5 чел., дети 8–13 лет со сменным прикусом — 8 чел., подростки 14–17 лет — 3 чел., взрослые (18+ лет) — 10 чел. Из этого числа пациентов обследованы на этапе 6 мес. после установки аппарата 5 человек, на этапе 2 мес. — 8 человек.

Ортодонтические диагнозы пациентов были из группы «K07 — челюстно-лицевые аномалии (включая аномалии прикуса)». В приводимых примерах указан только основной ортодонтический диагноз.

Сбор анамнеза производили исходно и дополняли описанием значимых изменений в период между этапами исследования через 2 и 6 месяцев.

В стандартную *Карту пациента* вошли его ID, пол, возраст, род деятельности, характер и бытовые условия жилья, ортодонтический диагноз при направлении, жалобы пациента, сопутствующие клинические диагнозы, результаты исследований другими инструментальными методами и заключения врачей-специалистов (при наличии).

Дополнительные сведения (визиты после 2 и 6 месяцев ношения аппарата) включали: отдых (был / не было), изменение характера и объема физических нагрузок, заболевания, измене-

ния здоровья, значимые события жизни за время, прошедшее с предыдущего визита.

Регистрацию тепловизионных данных производили с помощью тепловизора Thermo Tracer TH-9100 (NEC, Japan), работающего в спектральном диапазоне 8–14 мкм, обладающего чувствительностью 0,025–0,030 °С при погрешности ±1% и разрешением инфракрасной матрицы 320×240 пикселей. При регистрации учитывалось, что объект должен занимать не менее 70 % полезной площади термограммы, положение частей тела, их ориентация (перпендикулярно оси визирования), а также фокусное расстояние должны быть одинаковыми на всех этапах исследований.

Позиции

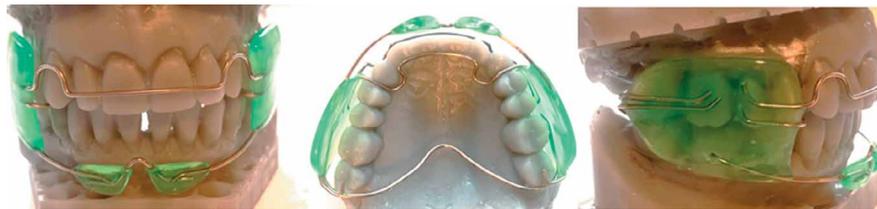
Стандартный набор позиций для ТВИ разработан согласно рекомендациям в учебном пособии Е. Е. Ачкасова и соавт. «Медицинское тепловидение» [11]:

- лицо анфас крупномасштабно с открытыми глазами (рис. 2А);
- лицо в боковых проекциях с захватом ушей и частично боковой поверхности шеи (рис. 2Б, В);
- передняя поверхность шеи с максимально запрокинутой назад головой с захватом подбородочной области и яремной вырезки (рис. 2Г);
- торс спереди от середины шеи до уровня больших вертелов бедренных костей (при отсутствии показаний к оценке нижележащих областей) (рис. 3А);
- торс в боковых позициях (справа и слева) от середины шеи до уровня большого вертела бедренной кости с каждой стороны, а также рука (наружная поверхность) с полусогнутым локтевым суставом и с отведением назад в плечевом суставе (рис. 3Б, В);
- спина от линии волос (у женщин волосы подняты, и шея сзади открыта) до начала межъягодичной складки (с обнажением кожных покровов в проекции крестцового отдела позвоночника) (рис. 3Г);
- молочные железы у женщин крупномасштабно в стандартных позициях: прямая (рис. 4А) и две вполборота под углом 45°, с заведенными за голову руками, с захватом подмышечных областей) (рис. 4Б, В). Диагностический смысл данное ТВИ имеет только в середине цикла (10–14 дни);
- ноги (стоя) спереди от паховой области до кончиков пальцев включительно (рис. 5А), сзади от ягодичной складки до пяточной области включительно (рис. 5Б), в правой и левой боковых позициях от проекции тазобедренного сустава до стоп включительно в шаговой позиции с выставленной вперед дальней от камеры и отставленной назад ближней к камере ногой (рис. 5В, Г);
- подошвенные поверхности стоп в положении стоя на коленях (держась руками за спинку стула), при невозможности — в положении сидя с ногами, положенными на стоящий впереди стул) (рис. 6А);

— наружная поверхность рук от уровня плечевых суставов до кончиков разведенных пальцев для оценки проксимально-дистального градиента (ПДГ) на верхних конечностях (рис. 6Б);

— кисти рук с тыльной и ладонной стороны крупномасштабно на теплоизолирующей подложке с захватом нижней трети предплечий (рис. 6В);

Рисунок 1. Внешний вид аппарата RFA-2



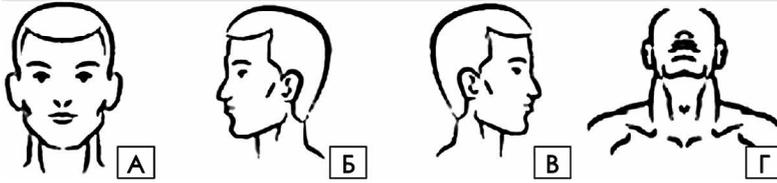


Рисунок 2. Позиции: лицо и передняя поверхность шеи

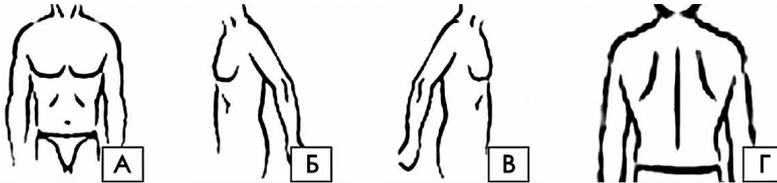


Рисунок 3. Позиции: торс и спина

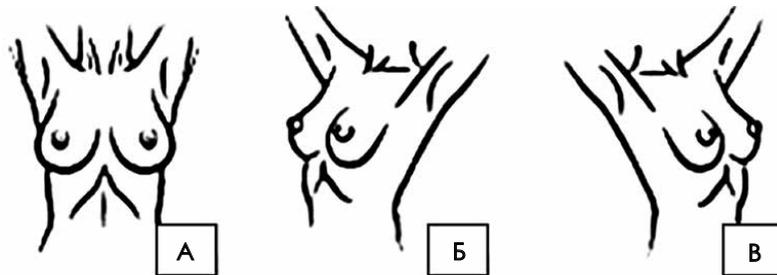


Рисунок 4. Позиции: молочные железы

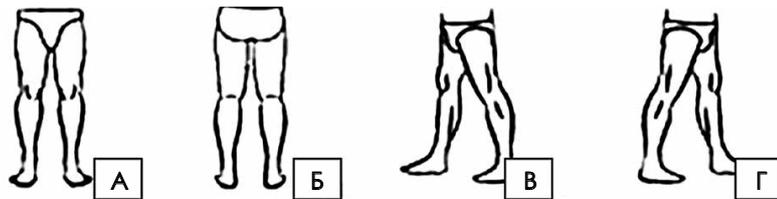


Рисунок 5. Позиции: нижние конечности

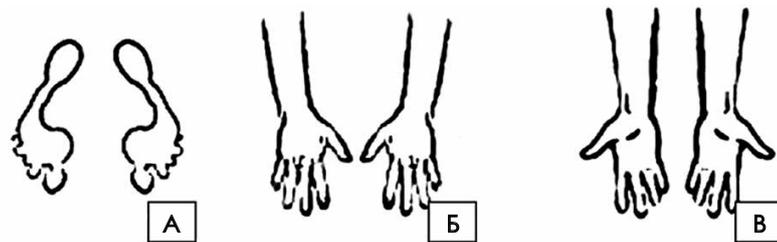


Рисунок 6. Позиции: подошвенные поверхности стоп, кисти рук

— крупномасштабные термограммы голеностопных, коленных, тазобедренных суставов, тыла стоп, сегментов верхних и нижних конечностей (при наличии показаний).

Измерения

Области интереса размечали одинаково на всех этапах исследований каждого конкретного пациента. Их расположение, размеры и количество определяли по последнему измерению (ретроспективно наносили на термограммы первичного и промежуточных ТВИ), с учетом появления новых или исчезновения (а также миграции) ранее имевшихся значимых термополей (учитывали при обработке термограмм заключительного ТВИ).

У разных пациентов могут быть особенности разметки, связанные с наличием / отсутствием индивидуальных особенностей анатомии, возрастных, гендерных различий, а также заболеваний, влияющих на достижение целей исследования (сколиоз, парезы, контрактуры, младенческий или дементный возраст и иные проблемы, препятствующие выполнению отдельных укладок, и т.п.).

При каждом из трех визитов проводится обзорное ТВИ с функциональными пробами по одинаковой для данного пациента схеме. На 2-м и 3-м визитах пациент на время обследования снимает ортодонтический аппарат, а после ТВИ возвращает его на место.

Функциональные пробы

Для повышения специфичности ТВИ использовали функциональные пробы — стандартизированные провокации, предназначенные для тестирования заранее известных мишеней в системе терморегуляции и контурах управления кровотоком [12].

Проба с поднятием рук над головой и удержанием их в этом положении 1 мин. Регистрировали термограммы спины от уровня волос на голове (шея открыта) до нижнегрудного отдела (при необходимости — включая пояснично-крестцовый отдел с учетом динамики в нем в ответ на пробу), сразу после опускания рук, через 1 и 3 мин. Данные этих измерений сопоставляли с термограммой в той же позиции до пробы.

Проба позволяет выявить мышечно-тонические нарушения в конкретных мышцах плечевого пояса и спины, нейродистрофические, невровазкулярные и корешковые синдромы, а также наличие миофасциальных триггерных зон («точек») — гиперраздражимых уплотнений в мышцах и их фасциях.

Жевательная проба. Пациент разогревал во рту пастилку жевательной резинки, затем совершал по 10 акцентированных жевательных движений правой и левой половинами челюстей поочередно. После извлечения пастилки изо рта регистрировали термограммы лица в боковых позициях справа и слева сразу после окончания пробы, через 1 и 3 мин. Данные этих измерений сопоставляли с термограммами в тех же позициях до пробы. Проба позволяет выявить проблемы с ВНС, а также симметричность работы жевательного аппарата.

Все исследования выполнены в стандартных условиях в соответствии с Протоколом ТВИ Европейской ассоциации термологии (EAT) [13]: в помещении с температурой 21–23 °С, в отсутствие потоков теплого и холодного воздуха, после адаптации с открытыми кожными покровами в течение 10–15 мин.

При анализе данных оценивали:

- проксимально-дистальный градиент (ПДГ) на верхних и нижних конечностях (значения перепада температур в сегментах плечо/кисть и бедро/стопа, соответственно);
- перепад температуры между отделами позвоночника в проекции позвоночного столба и паравerteбрально слева и справа в каждом отделе;

- динамику термопаттерна спины при пробе с поднятием рук над головой;
- наличие и величину термоасимметрий (ТА) на конечностях, туловище и лице;
- локальные зоны гипер- и гипотермии вне зависимости от их локализации;
- динамику температуры в проекции ВНЧС при жевательной пробе;
- изменения всех зарегистрированных температурных распределений (а также их динамики в ответ на функциональные пробы) на этапах исследования (визиты 2 и 3).

Во всех областях интереса количественно оценивали изменение температурного рельефа как при нативном ТВИ, так и после проведения функциональных проб.

Полученные данные сопоставляли с результатами физикального и специального ортодонтического обследования.

Обработку и хранение полученных термограмм проводили с использованием облачного медицинского комплекса программной обработки и анализа термограмм "TVision" (ООО «Дигносис», г. Москва).

РЕЗУЛЬТАТЫ

По коррекции прикуса у всех пациентов на этапе 2 мес. ношения аппарата RFA наблюдалась положительная динамика (рис. 7). В то же время, в зависимости от аккуратности и настойчивости пациента в выполнении протокола и врачебных рекомендаций, успех лечения мог быть различным.



Рисунок 7. Результат коррекции прикуса у пач. И., мальчика 4 лет (диагноз K07.21 Мезиальный прикус) с помощью RFA-3 на этапе лечения: слева — до лечения, справа — через 2 месяца после установки аппарата

При сравнении данных двух визитов зафиксированы следующие тепловизионные феномены, встречавшиеся с разной частотой и проявлявшиеся в разной степени:

- уменьшение ТА в проекции ВНЧС на термограммах лица в боковых позициях как при нативном исследовании, так и при проведении функциональных проб (у тех пациентов, кто исходно имел нарушения, связанные с этим суставом);
- уменьшение ТА на лице в целом (при наличии исходных нарушений термотопографии лица);
- уменьшение ТА в проекции паравerteбральных мышц в разных отделах позвоночника на термограммах спины как при нативном исследовании, так и при проведении пробы с поднятием рук над головой на 1 мин.;
- уменьшение количества, площади и выраженности триггерных зон, возникающих (или становящихся более гипертермичными) в проекции мышц надплечья, в шейно-воротниковой зоне и в грудном отделе позвоночника в ответ на пробу с поднятием рук;
- уменьшение ТА и изменение терморисунка в сторону нормального распределения температур на нижних конечностях, в том числе на подошвенной поверхности стоп;

- изменение ПДГ на конечностях в сторону нормального распределения;
- уменьшение анизотермии дистальных фаланг пальцев на руках.

Во всех случаях, когда было зафиксировано уменьшение ТА, пациенты отмечали позитивные субъективные изменения в виде уменьшения болезненности и увеличения амплитуды движений.

Проиллюстрируем некоторые из этих феноменов.

Наиболее часто встречалось изменение температурного распределения на лице. Приводим пример ТВИ до и через 2 месяца после установки аппарата у мальчика 4 лет (рис. 8, 9; табл. 1).

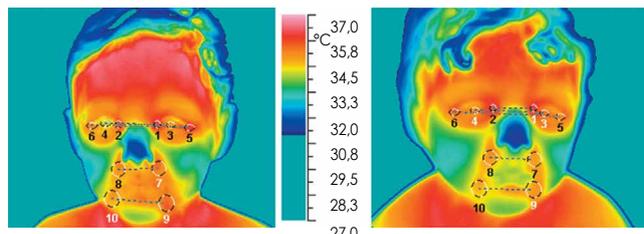


Рисунок 8. Изменения термопаттерна лица пациента Ш., мальчика 4 лет (диагноз K07.25 Перекрестный прикус): слева — до лечения, справа — после 2 месяцев ношения аппарата RFA-3

Таблица 1
Динамика ТА ($\Delta T_{\text{ср.}} = T_{\text{лев.}} - T_{\text{прав.}}$) на лице пациента Ш., 4 лет, до и через 2 мес. лечения аппаратом RFA

Область интереса	$\Delta T_{\text{ср.}} \text{ } ^\circ\text{C}$ до лечения	$T_{\text{ср.}} \text{ } ^\circ\text{C}$ через 2 мес. лечения
Внутренний эпикантус глаза	0,4	-0,2
Глазное яблоко	0,8	0,3
Наружный эпикантус глаза	0,8	-0,2
Носоугубный треугольник	0,4	-0,1
Ниже углов рта	0,6	0,3

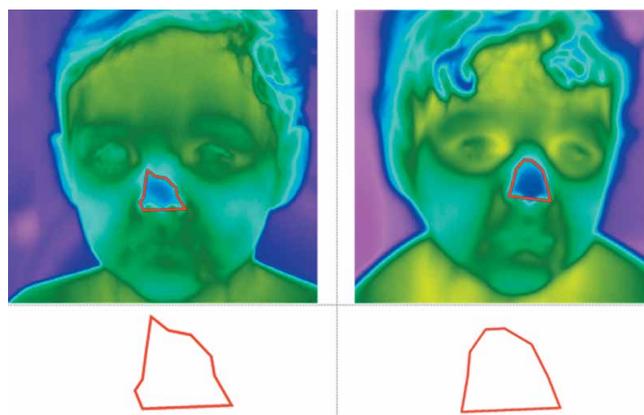


Рисунок 9. Изменение распределения температур у пациента Ш. в зоне контакта хрящевой и костной носовой перегородки: слева — до установки аппарата, справа — через 2 мес. после установки

У пациента на лице исходно была зарегистрирована ТА за счет (предположительно) гипертермии с левой стороны: в проекции внутреннего угла глаза ($0,4 \text{ } ^\circ\text{C}$), наружного угла глаза ($0,8 \text{ } ^\circ\text{C}$), глазного яблока ($0,8 \text{ } ^\circ\text{C}$), носогубного треугольника ($0,4 \text{ } ^\circ\text{C}$), нижней челюсти в проекции 3–4 зубов ($0,6 \text{ } ^\circ\text{C}$). После 2 месяцев лечения ТА во всех локациях снизилась до недостоверных

значений (рис. 8, табл. 1), а также в сторону нормализации изменилось температурное распределение в зоне контакта хрящевой и костной носовой перегородки (рис. 9). Данные признаки нормализации термопаттерна лица можно отнести к влиянию ношения аппарата RFA. Дополнительно было отмечено улучшение речи (без участия в этот период логопеда). На этапе 2 мес. после начала применения аппарата у пациента отмечено также уменьшение ТА по задней поверхности голени и в пяточной области на подошвенной поверхности стоп за счет гипотермии слева, имевшейся до лечения (соответствует автономной зоне иннервации S1 корешка слева), на фоне недостоверного выравнивания термопаттерна спины в грудном и поясничном отделах.

Более выраженные изменения распределения температур на спине могли проявляться в виде уменьшения перепада температур между отделами позвоночника, особенно в шейной и грудной области, снижения количества, размывания либо уменьшения площади триггерных точек в шейно-воротниковой зоне, на надплечьях, в проекции плечевых суставов, в верхне- и среднегрудном отделах между лопатками. В то же время, были зарегистрированы случаи обострения нарушений мышечного тонуса, выявлению которых способствовала функциональная проба с поднятием рук над головой на 1 мин. (рис. 10).

На нижних конечностях в ряде случаев отмечена тенденция к нормализации ПДГ, исходное нарушение которого обусловлено, чаще всего, нарушением регуляции периферического кровообращения по вазоспастическому типу, однако эти изменения не достигали уровня достоверности. На верхних конечностях динамика тепловизионных характеристик могла быть связана, наиболее вероятно, с проявлениями остеохондроза шейного отдела позвоночника либо с профессиональной деятельностью. В одном случае зарегистрировано выравнивание температурных значений дистальных фаланг пальцев обеих кистей (рис. 11).

У данной пациентки исходная анизотермия пальцев обусловлена заинтересованностью С8-корешка спинного мозга справа, а выравнивание температур на этапе 2 мес., очевидно, связано с уменьшением симптоматики шейного остеохондроза.

Обсуждение

Актуальность темы объективного обследования суставного и мышечного аппаратов обусловлена существенным пулом работ, показывающих негативное влияние нарушения прикуса на стабильность позы и иные биомеханические характеристики пострального контроля [14]. Имеются указания [7], что аппаратное лечение зубочелюстных нарушений способствует коррекции нарушений позы тела (краниовертебральные отношения, нарушения осанки, сколиоз, плоскостопие и др.) и может найти применение в лечении патологии верхних дыхательных путей, некоторых видов хронической боли и в ряде других клинических контекстов [15 и др.]. По утверждению разработчика, нейрофизиолога и врач-стоматолога W. Aragao, RFA-метод позволяет лечить системные заболевания, связанные со стоматогнатической системой, такие как бруксизм, головные боли (в том числе мигренозного характера), мышечные и суставные боли, миофасциальный синдром, фибромиалгию, храп, нарушения сна и многие другие, у детей — решать проблемы с дыханием, осанкой и походкой, а также интеллектуальным развитием и когнитивными функциями [8].

Методика НВТС-RFA профессора W. Aragao (Regulador de Funcion Aragao) хорошо зарекомендовала себя при наличии у па-

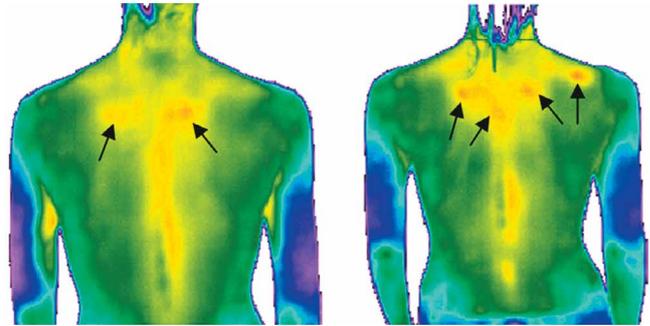
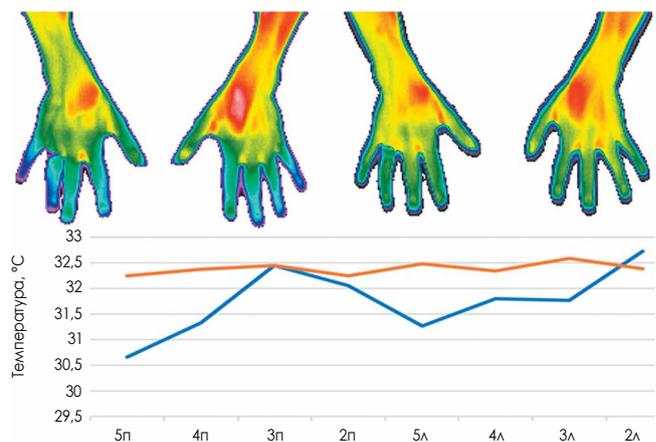


Рисунок 10. Изменение количества триггерных зон и их температуры на спине у пач. С., женщины 29 лет (диагноз: K07.51 Неправильное смыкание челюстей) через 1 мин. после выполнения пробы с поднятием рук: слева — до лечения, справа — через 2 мес. после начала применения аппарата RFA-2

циента зубочелюстных нарушений (аномалии прикуса и неправильное положение отдельных зубов) и нарушения функций дыхания, глотания, двустороннего жевания и звукопроизношения, а также при бруксизме, ночном апноэ [9]. Разработанный автором аппарат и протокол рассчитаны на лечение в течение 180 дней (по автору, это необходимый срок для образования новых нейронных связей) с использованием специальных жевательных и дыхательных упражнений. Методика применяется для коррекции черепных и зубочелюстных деформаций и обеспечивает лучшее развитие средней трети лица, верхней и нижней челюсти, нормализацию работы височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС), улучшение носового дыхания. Согласно «теории функциональной матрицы» M. Moss и L. Salentijn [16], объем костной ткани челюстей определяется генетически, однако на форму костей огромное влияние оказывают функциональные факторы (в данном случае нормализация работы ороназофарингеальной матрицы при физиологическом глотании и носовом дыхании). Эффект применения аппаратов подобного типа основан, в том числе, на нормализации функционирования тройничного нерва и лимбических структур.

Разработанная нами методика и первые результаты динамического тепловизионного исследования термопаттерна лица и тела у пациентов на этапах ортодонтического лечения RFA-методом

Рисунок 11. Вверху: термограммы кистей пациентки С., женщины 25 лет (диагноз: K07.51 Неправильное смыкание челюстей), до (слева) и через 2 мес. после (справа) начала применения аппарата RFA-4. Внизу: диаграмма распределения температур на дистальных фалангах пальцев рук до и через 2 мес. после начала применения аппарата. Ось абсцисс — номера пальцев правой (п) и левой (л) кистей



позволяет подтвердить гипотезу связи мышечного тонуса с балансом стоматогнатической системы. Это обуславливает перспективность применения медицинского тепловидения для контроля эффективности аппаратной коррекции зубочелюстных аномалий с помощью аппарата RFA. Несомненно, что предложенный подход может быть применен для оптимизации лечебного процесса при использовании любых других аппаратов подобного типа.

В дальнейшем мы планируем на основании анализа динамики термопаттерна тела пациентов через 2 и 6 месяцев ортодонтического лечения оценить влияние эффекта метода НВТС-RFA не только на изменение стоматогнатической системы и нормализацию функции жевания, но и на улучшение общего состояния здоровья человека. При подтверждении положительных изменений это может позволить более широко рекомендовать данный метод лечения для гармонизации мышечного тонуса и устранения различных заболеваний далеко за рамками зубочелюстных аномалий, а тепловидение — сделать важным дополнительным методом объективного контроля в ортодонтических клиниках.

Список литературы / References

1. Chudecka M., Lubkowska A., Leznicka K., Krupecki K. The Use of Thermal Imaging in the Evaluation of the Symmetry of Muscle Activity in Various Types of Exercises (Symmetrical and Asymmetrical) // *Journal of Human Kinetics* 2015; 49 (1): 141–147. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0116>
2. Rodrigues-Bigaton D., Dibai Filho A. V., Costa A. C. et al. Accuracy and reliability of infrared thermography in the diagnosis of arthralgia in women with temporomandibular disorder // *J Manipulative Physiol Ther.* 2013 May;36(4):253–258. doi: 10.1016/j.jmpt.2013.04.006
3. Altindis T., Gungormus M. Thermographic evaluation of occlusal splint and low level laser therapy in myofascial pain syndrome // *Complement Ther Med.* 2019;44:277–281.
4. Haddad D. S., Oliveira B. C., Brioschi M. et al. Is it possible myogenic temporomandibular dysfunctions change the facial thermal imaging? // *October 2019.* DOI: 10.11606/jissn.2357-8041.cldr.2019.158306
5. de Almeida A. N., de Souza Ferreira S. L., Mendes Balata P. M. et al. Thermography in complementary assessments of head and neck muscles: A scoping review // *Journal of Oral Rehabilitation.* September 2022;49(4). DOI: 10.1111/joor.13374
6. Schwartz R. G., Brioschi M., Getson P. et al. Guidelines for dental-oral and systemic health infrared thermography — 2019 edition // *Pan American Journal of Medical Thermology.* January 2022;5:41–55.
7. Costa A. C.S., Dibai Filho A. V., Packer A. C., Rodrigues-Bigaton D. Intra and inter-rater reliability of infrared image analysis of masticatory and upper trapezius muscles in women with and without temporomandibular disorder // *Braz J Phys Ther.* 2013 Jan-Feb; 17(1):24–31. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000058>
8. <https://lessons.ortholab.es/curso-hbtc-rfa-2a-edicion-wilson-aragao/>
9. Aragao W. Regulador de Función Aragao: Tratamiento de las enfermedades sistémicas a partir del sistema estomatognático. Ripano S. A. Madrid, Espana, 2008. 172 p. ISBN-10: 84612268369.
10. Planas P. Réhabilitation neuro-occlusale, RNO. 2 edition. Rio de Janeiro: Éditions CdP, 2006. 289 p. ISBN 978-2-84361-103-2
11. Ачкасов Е. Е., Воловик М. Г., Долгов И. М., Колесов С. Н. Медицинское тепловидение. Учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2019. 218 с. Сер. «Высшее образование. Специалитет». ISBN: 978-5-16-015293-6. www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5ce64de5707d59.18786697
12. Воловик М. Г., Долгов И. М., Хрипковский Д. Н. Функциональные пробы в медицинском тепловидении. Москва: Дигносис, 2023. 128 с., илл. Серия «Профессиональное образование». ISBN: 978-5-16-018784-6 DOI:10.12737/monography_646341497049a9.30616752
13. Amalu W. et al. (eds). International Academy of Clinical Thermology Quality Assurance Guidelines, Standards and Protocols in Clinical Thermographic Imaging, Current Revision July 2015. Internationally Peer Reviewed, Annual review January 2018. 35 pp. DOI: 10.13140/RG.2.2.28341.78562
14. Nowak M., Golec J., Wiecek A., Golec P. Is There a Correlation between Dental Occlusion, Postural Stability and Selected Gait Parameters in Adults? // *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023, 20, 1652. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021652>
15. Havakeshian G., Korets V., Eliades T., Papageorgiou S. N. Effect of Orthopedic Treatment for Class III Malocclusion on Upper Airways: A Systematic Review and Meta-Analysis // *J. Clin. Med.* 2020, 9, 3015. <https://doi.org/10.3390/jcm9093015>
16. Moss M. L., Salentijn L. The capsular matrix // *Am J Orthod.* 1969;56:5:474–490.

Сведения об авторах:

Воловик Михаил Григорьевич, д.б.н., в.н.с.^{1,2}

<https://orcid.org/0000000254592545>

Отмахова Елена Александровна, к.м.н., врач-ортодонт, главный врач³

Долгов Игорь Маратович, д.м.н., заместитель Генерального директора² <https://orcid.org/0000000255115679>

¹ ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, Нижний Новгород

² ООО «Дигносис», Москва, Россия

³ ООО «Центр стоматологии „Голливуд“», Нижний Новгород

Автор для переписки: Воловик Михаил Григорьевич,
e-mail: volovik@dignosys.com

About authors:

M.G. Volovik^{1,2}

<https://orcid.org/0000000254592545>

E.A. Otmakhova³

I.M. Dolgov² <https://orcid.org/0000000255115679>

¹ Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia,

² LLC "Dignosys", Moscow, Russia

³ LLC Dentistry Center "Hollywood", Nizhny Novgorod, Russia

Corresponding author: M.G. Volovik,

e-mail: volovik@dignosys.com

Статья поступила / Received 21.04.2024

Получена после рецензирования / Revised 16.05.2024

Принята в печать / Accepted 16.05.2024

Для цитирования: Воловик М.Г., Отмахова Е.А., Долгов И.М. Медицинское тепловидение как метод исследования эффектов ортодонтического лечения (на примере метода НВТС-RFA). Медицинский алфавит. 2024;(15):51–56. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-15-51-56>

For citation: Volovik M. G., Otmakhova E. A., Dolgov I. M. Medical thermal imaging as a method for studying the effects of orthodontic treatment (using the example of the HBTC-RFA method). Medical alphabet. 2024;(15):51–56. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-15-51-56>

