

История создания системы Insignia





Доктор Крейг Андрейко

Началом разработки и развития того, что впоследствии стало системой Insignia™ Advanced Smile Design™, были поиски ответа на сложный вопрос. Середина 1980-х. Доктора Крейга Андрейко, инженера и врача-ортодонта, который уже имел за спиной

более 50 патентов на ортодонтические аппараты, уже некоторое время занимала определенная проблема. Как вспоминает Дэн Ивэн (Dan Even), который занимал пост президента Ortco в то время: «Крейг, ссылаясь на литературу, говорил о том, что безопасное передвижение зубов в кости возможно со скоростью 1 мм в месяц. Соответственно, если в большинстве случаев у пациентов наблюдаются нарушения положения зубов в пределах 3 мм, то почему до сих пор не существует высокоэффективной ортодонтической системы, с помощью которой возможно было бы закончить лечение за три месяца».

Конечно же, Дэн Ивэн и доктор Андрейко понимали, что существуют различные сложности в перемещении зубов. Первое – биологические нюансы. Человек является сложной биологической системой. Среди факторов, влияющих на процесс ортодонтического лечения, можно упомянуть функции языка, губ, жевательные силы, мышечные привычки, скелетный рост, ответ со стороны периодонта и т.д. Помимо данных чисто биологических аспектов следует упомянуть и о других факторах: разнонаправленные векторы перемещения для 32 зубов, неэффективность взаимодействия дуг и пазов брекетов (включая производственные отклонения), неточности в постановке брекетов, передне-задние и вертикальные несоответствия, различная форма и размеры зубов, а также индивидуальные особенности каждого пациента, которые усредняются при изготовлении универсальных брекет-систем.

Доктор Андрейко писал в своей работе: «Клиническая эффективность зависит от уровня контроля и минимизации значения переменных в целях достижения воспроизводимых результатов - как по времени, так и по качеству лечения»¹. Он считал, что ключом к решению вопросов о перемещении зубов, по крайней мере, в количественном аспекте, является использование растущих мощностей компьютерных технологий. Он задавался вопросом, что если попытаться использовать компьютерные мощности - а данная технология находилась еще на ранних этапах развития - для оцифровки данных по форме и размерам каждого зуба и костной основы для конкретного пациента, а затем изготовить аппаратуру и точно зафиксировать ее в полости рта. Станет ли такой индивидуализированный подход полезным и выгодным как для врача, так и для пациента? Дэн Ивэн продолжает: «Крейг считал, что все эти моменты являются чисто математическими, и что компьютеры с их возможностью производить сложные вычисления, идеально подходят для их решения».

Заинтересовавшись клиническим применением своих идей и аппаратуры для индивидуализированного лечения, доктор Андрейко в 1983 начал работать по совместительству в Ortco и мог продолжить свое стоматологическое образование. Диплом о стоматологическом образовании он получил в 1988 году, а специализацию по ортодонтии - в 1991 (Университет Лома-Линда).

Он и его коллега по Ortco и инженер Марк Пэйн (Mark Payne) приступили к работе в 1987 году. В копилке Марка Пэйна около 20 патентов в области фундаментальных исследований для Insignia. Написание компьютерного кода, разработка алгоритмов, создание и тестирование измерительных приборов для исследования заняло почти три года, включая анализ 200 случаев идеального ортодонтического лечения, которые послужили основой в разработке Insignia. Само исследование, которое началось в 1991 году, являлось уникальным в своем роде: во-первых, это было первое исследование, включавшее реальные

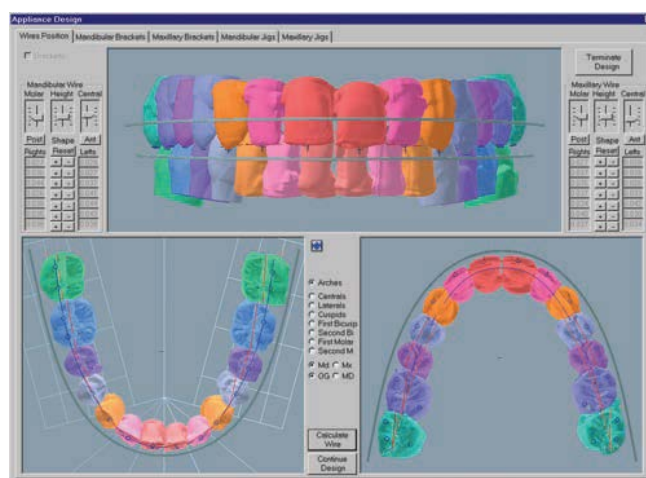
идеальные случаи лечения, а во-вторых, в этом исследовании впервые применялась компьютерная инженерия для этих целей. Доктор Джим Хилгерс (Jim Hilgers), врач-ортодонт на пенсии с тридцатилетним опытом работы в Mission Viejo, Калифорния, также принимал участие в разработке Insignia, являясь одним из первых специалистов, применившим эту систему и предоставивших результаты ее использования. По его словам, «идея заключалась в разработке программного обеспечения для воссоздания идеального ортодонтического лечения. По своей сути это было воспроизведением исследования доктора Ларри Эндрюса (Larry Andrews) 1970 года; главным отличием было то, что Крейг и Марк брали за основу не идеальную естественную окклюзию, а идеальные случаи ортодонтического лечения, а также применили более сложные методы цифрового анализа». Благодаря этому исследованию на свет появилась не только система Insignia, но и были разработаны и усовершенствованы основы для лигатурной системы Orthos®, которые начали выпускаться Ormco в 1994 году.

Одним из ключевых различий между подходами доктора Андрейко и доктора Эндрюса явилась форма дуг. Так, дуга на нижнюю челюсть по мысли доктора Эндрюса основывается на WALA Ridge (краевом гребне). Такой подход привел к применению высокопрофильных брекетов, особенно для передней группы зубов нижней челюсти. Марк Пэйн объясняет: «Благодаря применению компьютерных технологий нам с Крейгом удалось разработать программное обеспечение для придания дугам формы, максимально близкой к зубам. В результате этого стало возможным применение низкопрофильных брекетов».

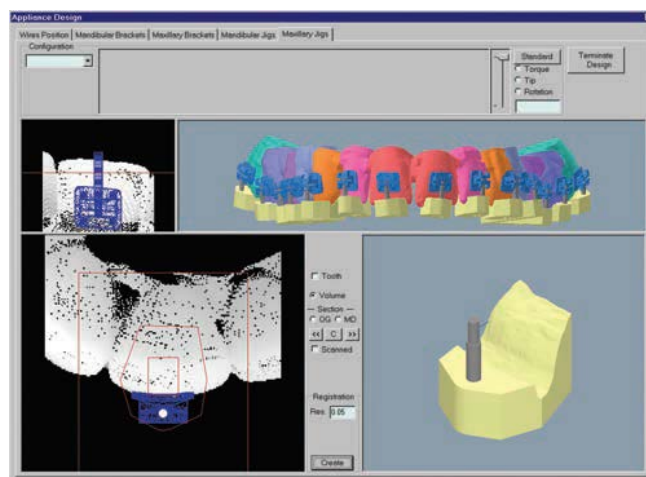
К 1994 году доктор Андрейко разработал основные элементы Insignia Digital Smile Design: так называемый концепт Mantrough, который позднее был дополнен идеей доктора Дуайта Дэймона о естественной дуге улыбки - сегментации дуги и зубных ориентиров, определенных форм корней зубов и параметров для индивидуального

изготовления аппаратуры брекетов, дуг и позиционных матриц. Кроме этого, им был разработан интерфейс 3D Approver.

Доктор Андрейко пояснил, что эти идеи «расширяют, но не заменяют традиционный цефаломерический анализ, добавляя применение точной трехмерной визуализации желаемого результата и изготовление специфической аппаратуры для его достижения». Эта идея также направлена на «уменьшение зависимости от человеческого фактора и, в результате, должна привести к снижению погрешностей».¹



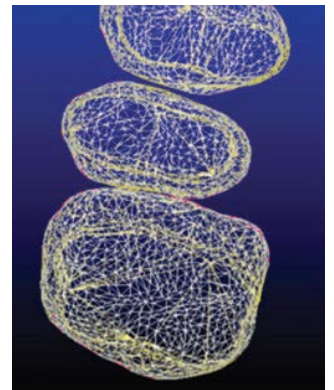
Начальная программа разработки аппаратуры



Первоначальная программа разработки переносных аппаратов

Доктор Хилгерс вспоминает: «Крейг большое внимание уделял определению формы дуги в системе Insignia - он понимал, что максимально

Говоря о точности систем Insignia, доктор Андрейко объясняет: **«Модели могут содержать от 800 000 до одного миллиона цифровых ориентиров на каждом зубном ряду. В связи с такой высокой плотностью маркеров, на отдельных зубах зачастую находится более 40 000 точек. Благодаря такой детализации может быть разработана и создана необычайно точная окклюзия».**



точный сетап и индивидуально изготовленные и идеально позиционированные брекететы для него и сами дуги должны полностью соответствовать друг другу». Доктор Андрейко ввел термин «Mantrough» (мантроф) для обозначения формы костной основы нижней челюсти и костномозгового центра. Затем он оцифровал эти ориентиры и вывел формулы, согласно которым зубы нижней челюсти располагаются таким образом, что длинная ось их коронок будет характеризоваться определенным наклоном. До этого в расчетах применялись вестибулярные наклоны и углы, что зачастую вызывало определенные трудности. Доктор Хилгерс описывает это так: «Главной задачей было разместить нижние зубы над базальной костью, а затем расположить соответственно им верхние зубы. Это звучит просто, но расчеты для этих манипуляций были невероятно сложными».

Mantrough доктора Андрейко определяет расположение вершук корней нижних зубов. Форма дуги, в свою очередь, определяется положением коронок.

Вне зависимости от того, какого подхода придерживается лечащий врач с более латеральным расположением коронок по отношению к верхушкам корней (типичной прописи Rota) или, напротив, того, что доктор Дуайт Дэймон называет «естественной формой зубной дуги» с более вертикальным расположением клыков и щечных сегментов, применение Mantrough является решением для любого из них.

Говоря о точности систем Insignia, доктор Андрейко объясняет: «Модели могут содержать от 800 000 до

одного миллиона цифровых ориентиров на каждом зубном ряду. В связи с такой высокой плотностью маркеров, на отдельных зубах зачастую находится более 40 000 точек. Благодаря такой детализации может быть разработана и создана необычайно точная окклюзия».¹

Разработка плана лечения на основе предпочтений лечащего врача и применения индивидуально изготовленной аппаратуры

Важной идеей при разработке Insignia был момент интеграции различных подходов и планов лечения и применения индивидуально изготовленной аппаратуры. Это достигалось с помощью компьютерных технологий: сначала проводилась оцифровка костных и зубных структур пациента (оттисков из поливинилсилоксана, а позже - методом прямого сканирования), затем создавалась модель идеального расположения зубов на основе плана лечения и алгоритмов, разработанных для объемного расположения зубов в костной ткани. После этого системой разрабатывались и изготавливались брекететы, инструменты для их позиционирования и дуги в обратной последовательности: от желаемого результата до настоящего состояния. Изначально все геометрические параметры закладывались в тело брекета; затем, после изобретения Insignia SL, стало возможным вкладывать значения торка в основание брекета. В связи с тем, что Insignia разрабатывалась для объединения предпочтений конкретного врача и ситуаций отдельно взятых пациентов и моделей, система представляет собой тот же инструмент, который специалист использует в своей работе, но с более точными параметрами.

Система позволяет сконцентрироваться на плане лечения и меньше времени уделять возможным несоответствиям аппаратуры и особенностей пациента. Как доктор Боб Рикеттс (Bob Ricketts) всегда говорил: «Всегда начинайте с представления конечного результата»². С программой трехмерной визуализации Insignia позволяет врачу «начинать, видя результат».

Дэн Ивэн продолжает: «Уникальной чертой системы, которую создал Крейг было то, что абсолютно не важно, какого подхода в лечении придерживается врач, Insignia дает возможность достигнуть последовательных и надежных высококачественных результатов».



Изначальные лигатурные брекетты Insignia. Индивидуальные параметры заложены в тело брекета.

Доктор Дэвид Сарвер (David Sarver), Веставиа, Алабама, считает, что возможность работы с индивидуальными предпочтениями врача — это одно из главных достоинств Insignia: «Для меня крайне важно, что система позволяет мне использовать различные подходы в зависимости от нужд пациента. Таким образом учитываются все особенности разных врачей».

Доктор Джефф Козловски (Jeff Kozlowski), Ист Лайм, Коннектикут, поддерживает своего коллегу: «Insignia не определяет механику лечения и не прописывает передвижения зубов. Она позволяет врачу использовать ту механику и тот подход, который он сам считает верным, и обеспечивает бесподобный уровень контроля и точности расположения зубов, а также дает возможность производить изменения прямо на трехмерной модели без посредников в лице техников».

История: Использование технологических возможностей

Доктор Сарвер с большим интересом следил за работой доктора Андрейко и с самого начала стал применять идеи и разработки на практике. Доктор Сарвер вспоминает свою первую встречу с доктором Андрейко: «В мое первое посещение Ortso и производственной фабрики меня представили Крейгу, который сидел за монитором и занимался какими-то непонятными вычислениями. Он рассказал мне над чем работает и меня это сразу же заинтересовало, причем, не только идея, но и он сам как ученый. Вот это интеллект! Крейг живо интересовался буквально всем. Он мыслил масштабно и заразил окружающим своим подходом и идеями».



Доктор Андрейко (справа) с доктором Штефаном Трейси (слева) и Джошуа (в центре) в R&D отделе Ortso в Глендоре, Калифорния. Доктор Трейси лечил пациента, впервые используя Insignia, в своем офисе в Апланде, Калифорния.

Дэн Ивэн поясняет: «Заслугой Крейга было то, что ему удалось понять, как компьютерные технологии, которые в то время находились в зачаточном состоянии, могут быть использованы для разработки индивидуальных планов лечения и производства аппаратуры. Основную трудность представлял расчет алгоритмов, учитывая производственные мощности и скорость обработки информации технологий того времени. Для осуществления проекта мы расширили команду Крейга и отошли от исследований традиционного оборудования и программ разработки. В связи с тем, что до этого компьютерные технологии в ортодонтии не использовались, Крейгу пришлось

самому разрабатывать программные алгоритмы». Доктор Хилгерс согласен со своим коллегой: «Данная история говорит о том, чего можно достичь, если правильно применить доступную технологию, и о том, чего удалось достичь Крейгу благодаря своей проницательности».

Доктор Джон Смит (John R. "Bob" Smith) из Винтер Спрингс, Флорида, начал применять технологию Insignia начиная с ранних этапов ее разработки и остается клиническим консультантом Insignia по настоящее время. «Я был сторонником концепции изменяемого торка с самого начала, я писал об этом и читал лекции в 90-е годы. Более того, я работал с Крейгом над созданием торка в Orthos. Однажды мы говорили с ним о внедрении значений торка в алгоритм Insignia. Я посоветовал ему воспользоваться его возможностями и расчетами и использовать большие или меньшие значения торка, применив программный протокол Insignia на уровне игры дуги, ее жесткости и самой последовательности дуг. Крейг - настоящий гений всех этих расчетов. Моя же роль заключалась в том, чтобы донести до него наши потребности как практикующих врачей. Значения торка, индивидуальные для каждого пациента и различные для разных зубов, стали основой технологии Insignia».

Дэн Ивэн вспоминает: «Моя задача в работе с Ortco была достаточно ясной - каждый разработанный продукт должен был отвечать трем важным критериям: он должен обеспечивать лучшие клинические результаты, минимизировать неприятные ощущения для пациентов и снижать общее время лечения. Когда эти цели были определены, Крейг брался за работу».

Доктор Соня Паллек (Sonia Palleck) из Лондона, Онтарио (Канада) считает, что «одним из главных отличий системы Insignia является вычисление различных значений торка для боковой группы зубов нижней челюсти слева и справа. Зубы зачастую прорезаются не симметрично. В большинстве случаев наблюдается трансверсальный дефицит верхнего зубного ряда, что приводит к изменениям нижнего зубного ряда и смещению центральной линии».

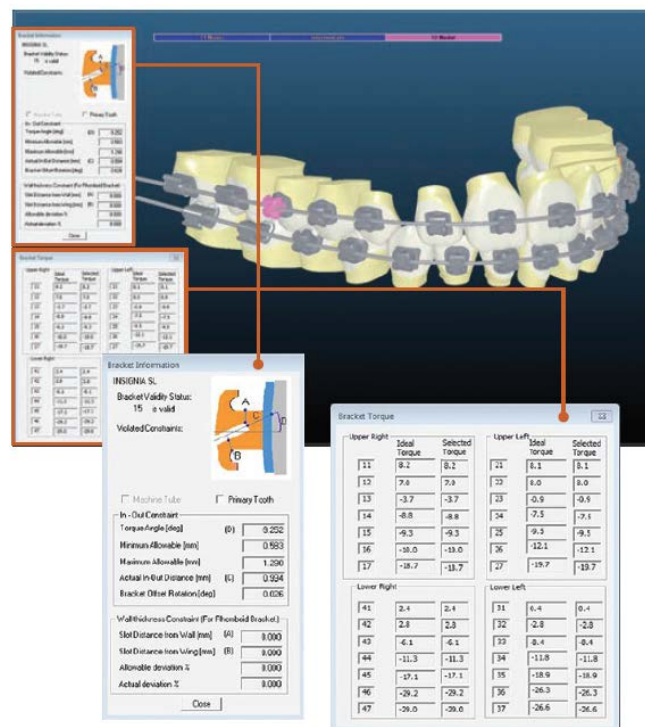


Таблица индивидуальных значений торков в программе разработки на сегодняшний день

В результате компенсация зубного ряда более выражена только с одной стороны. Разница в значениях торка, которая определяется Insignia, выражается в долях миллиметров, но именно в этом и заключается различие между хорошим и идеальным лечением. Таким образом, Insignia является идеальным инструментом лечения на финальных стадиях, применение которого начинается еще на моменте разработки плана лечения. Выбор торка для каждого зуба в отдельности — это залог высочайших результатов лечения».

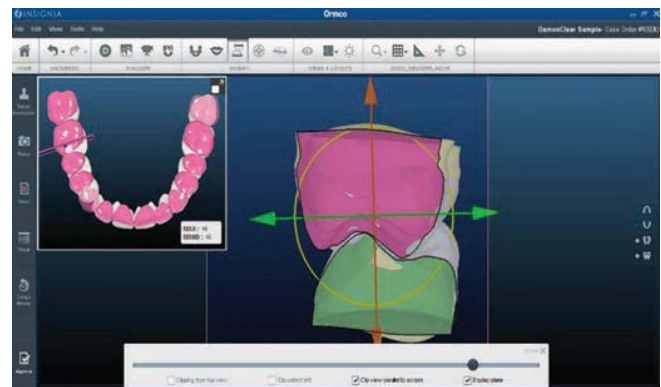
Уникальность Insignia. Преимущества для врачей и пациентов

Доктор Козловски однажды спросил доктора Андрейко что отличают Insignia и доктор Андрейко ответил: «Все просто. Мы ставим брекеты на правильно стоящие зубы».

Доктор Козловски комментирует далее: «Когда мы используем традиционный подход к постановке брекетов, мы постоянно пытаемся предсказать эффект и влияние на соседние зубы, и зубы на

противоположной стороне челюсти и зубы-антагонисты. Это все теоретические расчеты о перемещении зубов при выравнивании, изменении торка, о зависимости его изменений от вертикальной высоты зуба, и т.д. Благодаря Insignia мы можем не тратить наше время на технические составляющие и сосредоточиться на «дизайне» улыбки. Мы устанавливаем зубы в нужное положение с эстетической точки зрения и с точки зрения положения в зубном ряду, а затем с помощью Insignia мы получаем инструмент для достижения нужного результата с небольшой корректировкой. Конечно же, идеальной ситуацией было бы полное отсутствие необходимости в корректировках, но, имея дело с такой сложной системой, как организм человека, приходится принимать во внимание множество переменных: различные действующие силы, скелетный рост, соблюдение режима лечения и др. Но даже при таком положении вещей Insignia дает возможность делать то, что раньше было невозможно».

Доктор Джейми Рейнольдс (Jamie Reynolds), Нови, Мичиган, начал применять Insignia в 2009 году и в настоящее время проводит лекции и семинары по этой технологии по всему миру. По его мнению, окклюзиограмма в программе Insignia Approver является отличным примером важной для работы с моделированием функции, которая позволяет добиться более эффективной и качественной конечной обработки. «Особенности окклюзионных взаимоотношений, которые становятся заметны только на этапе достижения соотношений по I классу, являются для меня самым важным моментом на финальной стадии лечения. Так, если стандартные брекететы позиционированы не точно или если геометрия действующих сил недостаточна, исправление вертикальных несоответствий окклюзии требует большого количества времени. Эти моменты достаточно сложно обнаружить, когда пациент находится в процессе лечения. Approver позволяет в значительной степени решить эти вопросы еще на этапе планирования».



Окклюзиограмма в программе Approver

Доктор Сарвер (Sarver) согласен со своим коллегой и добавляет: «Большинство ортодонтот ведут лечение до определенного момента, а затем в обязательном порядке переклеивают брекететы, добавляют изгибы на дугах для финальной доработки. Конечно, это работает, но вряд ли это оптимальный подход. Целью применения Insignia является сведение таких моментов к минимуму или полное избавление от них путем уменьшения ошибок и неточностей позиционирования брекетов».

Доктор Козловски и доктор Рейнольдс сходятся в том, что Insignia на самом деле позволила достичь им нового уровня в своей практической деятельности. Доктор Рейнольдс поясняет: «Если в какой-то момент вы решите глубже и внимательнее рассмотреть клинические случаи на этапе завершения и понять принцип работы Insignia, а также, почему лечение становится более эффективным и с лучшими результатами, ваше клиническое мышление перейдет на качественно новый уровень. Так, понимание почему значения торка работают именно таким образом, изучение правильного позиционирования брекетов, а также анализ схем лечения для лучшего результата позволили мне вырасти как профессионалу и повысить эффективность моей работы, даже во время применения метода прямой фиксации».

Доктор Паллек (Palleck) начала применять Insignia в 2010 году, до этого она работала на других системах, включая самолигирующие. В настоящее время она использует систему Insignia в качестве стандартна и эталона лечения в своей практике, а

ЭВОЛЮЦИЯ ПЕРЕНОСНЫХ КАПП

1е поколение



Каждый зуб имел соответствующую одинарную каплу со съемным штырем

2е поколение



2е поколение капп стало доступно для группы зубов

Текущие

4е поколение, изготовленные методом трехмерной печати, доступны для различных квадрантов



также является одним из главных ее идеологов в Северной Америке, выступает с лекциями на эту тему по всему миру. «До начала использования Insignia в моей практике встречались случаи, которые я не могла завершить так, как мне хотелось, и не из-за ошибок в диагностики или невыполнения рекомендаций пациентом, а потому, что стандартные брекететы просто-напросто не обладали нужной мне прописью. В результате мне приходилось экспериментировать в процессе лечения: что-то добавляя, от чего-то избавляясь, что требовало больших усилий и дополнительного времени и зачастую мне приходилось заканчивать лечение, не добившись идеального результата, так как пациент был уже вымотан самими процессом. Предсказуемость результатов при работе с Insignia — это неоценимое ее преимущество в моей практике. Работая с ней, я достигаю тех результатов, которые обещаю, таким образом, я всегда могу с точностью сказать, сколько будет стоить лечение. Это своеобразные «фиксированные затраты» для меня».

Доктор Рейнольдс также отмечает важность маркетинговой составляющей работы с Insignia: «По моему мнению, индивидуальный подход уже на

стадии консультации в значительно большей степени располагает пациентов, чем сам продукт. Люди знают о брекетах меньше, чем мы думаем. В то время, как стандартные брекететы могут быть хороши в определенных ситуациях, индивидуальный подход здесь, как и во многих других сферах, является более эффективным. Сегодня спрос на индивидуальный подход как никогда высок. Многие пациенты не просто обращают внимание на высокие технологии в сочетании с индивидуальным подходом, но зачастую требует именно такое лечение. Взрослые пациенты ориентированы на эффективность лечения, что, безусловно, достигается применением Insignia. Родителям же особенно приятно, когда я говорю о разработке уникального плана лечения для их детей -такого же уникального, как и сами дети».

Insignia сегодня. Взгляд в Будущее

К настоящему времени уже более 120'000 пациентов прошли лечение на системе Insignia, а сама система применяется уже более чем в 25 странах мира. Программное обеспечение Approver и элементы системы постоянно совершенствуется.

Говоря о перспективах, доктор Смит отмечает не только то, что означает применение Insignia для врача-ортодонта и пациентов, но и то, что это значит для профессии в целом. «Зачастую во время ортодонтических исследований основной задачей является получение необходимой выборки. Именно поэтому более 120'000 случаев лечения на Insignia являются отличной возможностью для этих целей. Более того, до настоящего времени не существует крупномасштабных исследований лечения с предварительным моделированием просто потому, что раньше такие данные были недоступны. Исследования, основанные на применении Insignia, могут дать ответы на многочисленные вопросы, с которыми раньше приходилось иметь дело только на уровне эмпирического наблюдения. Каков средний идеальный торк для клыков? Каковы статистические различия в анатомии зубов? Какова роль расовой принадлежности пациента? Существует ли возможность определения естественной формы зубной дуги? Эти вопросы требуют ответов, основанных на опытных исследованиях. С этой точки зрения, я рассматриваю Insignia как стимул и великолепную возможность для таких исследований, которые в перспективе будут определять путь развития ортодонтии. Это то, чего ученые так долго ждали!».

Доктор Сарвер отмечает следующее: «Я рекомендую Insignia, в первую очередь, потому что она позволяет применять индивидуальный подход в процессе лечения вместо стандартного «один размер для всех». Это позволяет планировать лечение, держа в уме конечный результат. При стандартном лечении брекететы устанавливаются на криво расположенные зубы, а уже затем происходит выравнивание. Insignia же позволяет сразу увидеть результат на виртуальной модели; брекететы изготавливаются и подбираются после этого с учетом их расположения на уже выровненных зубах и в правильном соотношении с «прямой» дугой. Ключ к успешному лечению — это постоянство и возможность оценить все стадии лечения еще до его начала, что и позволяет предвидеть возможные сложности и с успехом их решать».

Заключение

Когда доктор Андрейко, который настаивал, чтобы его называли Крейг, впервые начал развивать идею индивидуального подхода к лечению, он руководствовался естественным разнообразием индивидуальных особенностей и ограниченными возможностями лечения на стандартной аппаратуре. Его считали гениальным ученым, он всегда отличался тем, что умел мыслить нестандартно и проявлял интерес к различным областям знаний; он был очень настойчивым в своих изысканиях, сконцентрированным на работе и необычайно скромным человеком; он осознал преимущества индивидуального подхода к лечению задолго до того, как это стало ожиданием рынка. Кроме этого, он увидел потенциал в применении цифровых технологий, то, что сейчас кажется привычным: программный контроль хода лечения; надежность и предсказуемость индивидуально подобранных элементов системы.

По словам президента Ormco Патрика Эрикссона: «Insignia представляет собой передовую технологию, жизненно важную для сохранения преемственности инноваций нашей компании. Ormco стремится продолжить работу, начатую Крейгом почти 30 лет назад — технологическое достижение, которое заложило основу для улучшения качества ортодонтического лечения на долгие годы».

Список литературы

¹ Andreiko, C. Increasing clinical performance with 3D interactive treatment planning and patient-specific appliances. Ormco (2014). Orange, CA.

² JCO Interviews Craig Andreiko on the Elan and Orthos Systems, J. Clin. Orthod. 28:459-468, 1994.