

Rohaya Megat Abdul Wahab*, Hartini Idris*, Habibah Yacob** and Shahrul Hisham Zainal Ariffin***

*Orthodontic Department, Faculty of Dentistry, Universiti Kebangsaan Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia, **Batu Pahat Dental Clinic, Johore and ***School of Biosciences and Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, Selangor, Malaysia

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТА ПРИМЕНЕНИЯ САМОЛИГИРУЮЩИХ И ОБЫЧНЫХ БРЕКЕТОВ НА СТАДИИ ВЫРАВНИВАНИЯ ЗУБОВ

Статья печатается по разрешению журнала «European Journal of Orthodontics»
European Journal of Orthodontics 34 (2012) 176-181

Введение

Эффективность лечения необходима для обеспечения оптимальных результатов лечения с меньшей затратой клинического времени и с более короткой продолжительностью лечения. Скользящая механика в современной системе прямой дуги несъемных аппаратов значительно сократила необходимость изгибания дуги, которая была доминирующей в стандартной эджвайс технике. Тем не менее, скользящие движения по дуге по-прежнему вызывают трение между дугой, брекетами и поверхностью лигатуры, отнимая часть приложенной силы и оставив неконтролируемое количество действовать на зубы. Подсчитано, что 50% применяющейся ортодонтической силы используется исключительно для преодоления трения в системе (Proffit, 2000). Самолигирующие брекеты (SLB) разработали на предпосылке того, что ликвидация лигатурных связей создает среду без трения и позволяет улучшить биомеханику, и поэтому может сократить сроки лечения (Eberling и соавт., 2001). SLB были впервые описаны Стольцэнбергом (1935) с его аппаратами Russell Lock, и с тех пор начали изготавливаться различные типы SLB (Harradine, 2008). Утверждают, что SLB имеют идеальные свойства ортодонтической лигатуры, предоставляя полное взаимодействие дуги с низкой силой трения между брекетами и дугой. Кроме того, он требует меньше помощи на приеме со стороны ассистента и позволяет быстрее устанавливать и снимать дуги. Во время лечения было обнаружено, что среднее снижение периода лечения составило 4 месяца и четыре посещения в период активного лечения (Harradine, 2001).

Теория, предложенная производителями, сообщает о том, что короткое время лечения может быть связано с низким коэффициентом трения. Многие авторы, которые исследовали различные конструкции и типы материалов, дуги, и размеры пазов брекетов, показали, что SLB демонстрируют очень низкий коэффициент трения (Harradine, 2008). Кариг и соавт. (1998) обнаружили

значительно более низкий коэффициент трения дуг из нержавеющей стали и никель титана (NiTi) с SLB по сравнению с обычными брекетами. Lotfus и соавт. (1999) в исследовании *in vivo* обнаружили, что трение моделируемой периодонтальной связки с Damon SLB было незначительно меньше, чем с обычными брекетами. Тем не менее, Thorstenson и Kusy (2002) обнаружили, что ангуляция угла, с которым дуга впервые контактирует с диагонально противоположными углами паза брекетов, вызывает аналогичное повышение сопротивления скольжению как в SLB, так и в обычных брекетах (CLB).

Также существует утверждение, что в SLB разрешается сохранять анкораж (Harradine, 2008). Это связано с тем, что малые силы используются для перемещения зубов и, следовательно, взаимные силы будут соответственно меньше. Меньшие силы на единицу площади приведут к большему сохранению анкоря. Систему SLB изобрели для более быстрого выравнивания зубов, чем CLB благодаря способности дуги скользить через брекеты развернутых зубов (Harradine, 2008). Свободное передвижение дуги значительно способствует выравниванию ретированного зуба и его соседних зубов. Это происходит благодаря тому, что полностью безопасное крепление брекета обеспечивает полную амбразуру (embrasure) смещенных зубов и, следовательно, может быть достигнут полный контроль движения зубов.

Некоторые SLB являются менее функциональными, чем обычные брекеты. Это приводит к более широкому диапазону между брекетами и, таким образом, более длинная часть дуги контактирует с брекетами. Если действующая сила пропорциональна третьей степени длины, отклонение дуги будет уменьшаться. Таким образом, низкие силы и большая продолжительность воздействия возникает с любой заданной дугой на этапе выравнивания (Harradine, 2008). SLB требуют меньше времени для замены дуг, избегая каких-либо видов лигирования. Это приводит к более

быстрой фиксации дуги и замены дуг, а также к уменьшению потребности в помощи ассистента. Voudouris (1997) сообщил о 4-кратном снижении времени для замены дуги с SLB. Другими словами, клиническое время, которое используется для лигирования и замены дуг, может сократиться на 80%.

В нескольких опубликованных проспективных клинических исследованиях, сравнивающих SLB и CLB, показано различия в эффективности SLB систем, но не существовало никакой разницы в дискомфорте, который испытывали пациенты (Scott и соавт., 2008). Сравнение сокращения скученности в течение первых 20 недель лечения между Smart-Clip SLB и CLB не показало никакой разницы между двумя типами брекетов (Miles, 2005). В аналогичном исследовании по сравнению Damon 2 и обычных брекетов Miles и соавт. (2006) не обнаружили никаких различий в клинических возможностях выравнивания зубов.

Цель данного исследования заключалась в сравнении эффективности выравнивания верхнего губного сегмента зубов в терапии несъемными аппаратами между системами Damon™ 3 SLB и Mini Diamond CLB.

Материалы и методы

Эталонную популяцию данного проспективного исследования составили пациенты ожидающие лечение на стоматологических факультетах университета Kebangsaan Malaysia (UKM) и Pusat Pergigian AT, Kementah, Kuala Lumpur. Для участия в исследовании пригласили двадцать девять пациентов (10 мужского и 19 женского пола), в возрасте от 14 до 30 лет (средний возраст 20,7 лет), которые соответствовали критериям включения, и случайным образом распределили на лечение с использованием SLB или CLB. Характер исследования объяснили всем пациентам и получили информированное согласие их/или их родителей. Этическое одобрение предоставлено UKM, факультетом стоматологических исследований и этическим комитетом.

Критерии включения в исследование

1. Здоровое состояние организма и отсутствие системных заболеваний, как сообщает пациентом.

2. Отсутствие предшествующего начала исследования использования любой формы противовоспалительных препаратов.

3. Хорошая гигиена полости рта и здоровья десен с наличием пародонтальных карманов глубиной 4 мм и меньше, уровень налета полости рта 20% и меньше (в течение 15 секунд после глубокого зондирования карманов).

4. Сотрудничество с врачом и мотивация.

5. Наличие всех зубов в постоянном прикусе, применительно к первым молярам.

6. Прикус Класс I или Класс II подкласс 1 с резцовым перекрытием 6,0 мм и меньше (верхний зуб, который в перекрестном прикусе был принят при условии, что ортодонтический брекет может быть зафиксирован к зубу, и отсутствует необходимость в дополнительных замыкающих аппаратах для выравнивания зуба).

7. Удаление по крайней мере верхних первых премоляров для моделирования и снижения скученности и/или уменьшения резцового перекрытия.

8. Пациенты, которые нуждаются в необходимости несъемной техники лечения по крайней мере на верхней челюсти для ретракции верхних клыков.

9. Рентгенографически не наблюдается потеря костной ткани на ортопантомограмме.

Критерии исключения из исследования

1. Предыдущее ортодонтическое лечение съемной техникой на верхней челюсти.

2. Пациенты, после хирургической коррекции скелетных несоответствий.

3. Пациенты с гипердонтией, гиподонтией или синдромными заболеваниями (например, расщелина губы и неба).

4. Пациенты, которые не хотят сотрудничать.

Все пациенты проходили рутинные ортодонтические оценки и лечились одним и тем же врачом (HI) под руководством главного исследователя (RMAW).

До начала лечения, провели профилактику и полную профессиональную гигиену полости рта, и каждого пациента проинструктировали насчет индивидуальной гигиены полости рта. Небный бюгель сконструировали с надлежащими молярными изгибами и зафиксировали на первых молярах верхней челюсти. Верхние альгинатные оттиски сняли в качестве базового оттиска (T0) непосредственно перед фиксацией брекет системы.

Либо Damon™ 3 или Mini Diamond брекет (Ormco Corporation, Orange, California, USA; 0,025×0,028 дюйма) зафиксировали с вестибулярной поверхности всех зубов на обоих зубных дугах с помощью композита Transbond™ XT (3M Unitek, Monrovia, California, USA) в соответствии с рекомендациями производителей. NiTi дугу размером 0,014 дюйма и круглым поперечным сечением (TruFlex™; OrthoTechnology, Inc., Tampa, Florida, USA) использовали в качестве начальной дуги для выравнивания и затянули назад (рис. 1). Laceback дуга из нержавеющей стали (0,010 дюйма) была слегка зафиксирована в каждом квадранте от клыка до моляра для предотвращения отклонения NiTi дуги во время жевания. Пациентов вызывали в течение 4 месяцев с интервалом в один месяц и снимали верхние оттиски на каждом посещении (T1, T2, T3 и T4). Та же 0,014 дюймовая NiTi дуга с круглым поперечным се-

чением была использована в течение этого периода для выравнивания зубов, пока не возникала необходимость замены, но диаметр дуги сохранялся. Проводился тщательный мониторинг за резцовым перекрытием по вертикали и горизонтали, молярными взаимоотношениями у каждого пациента, а также за качеством индивидуальной гигиены и исполнением назначений. Ход исследования показан на рис. 2.

Результаты измерений

Индекс неравномерности Little (LI; Little, 1975) использовали для общей оценки изменения при выравнивании (рис. 3). Все измерения проводились на измерительных моделях, взятых на T0 и во время выравнивания и нивелирования (T1, T2, T3 и T4). Эти измерения проводились с использованием электронной цифровой калибровочной линейки (Series 600-Manual, Absolute Digimatic; Auto Motor Zubehor, Hannover, Germany) с возможностью ошибки $0,01 \pm 0,02$ мм. Оценка влияния брекетов на движение зуба определяется путем вычисления текущего значения из предыдущего чтения. Калибровка была выполнена с помощью набора из 14 измерительных моделей из архивного ортодонтического отдела с измерений, полученных RMAW как золотой стандарт.

Статистический анализ

Статистический пакет для социальных наук версии 15.0 (компания SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA) использовали для анализа данных с помощью Mann-Whitney U-теста для оценки результатов LI на всех этапах выравнивания в связи с не параметрическим распределением данных. Z статистику и P значения использовали для проверки значимости результатов. $P < 0,05$ указывает на статистическую значимость.

Результаты

Распределения пациентов по половой принадлежности, типу патологии прикуса, среднему возрасту, средним предварительным LI до лечения приведены в табл. 1. В общем 29 пациентов приняли участие в исследовании, из них 15 в CLB, и 14 в SLB группе. Внутри- и между об-

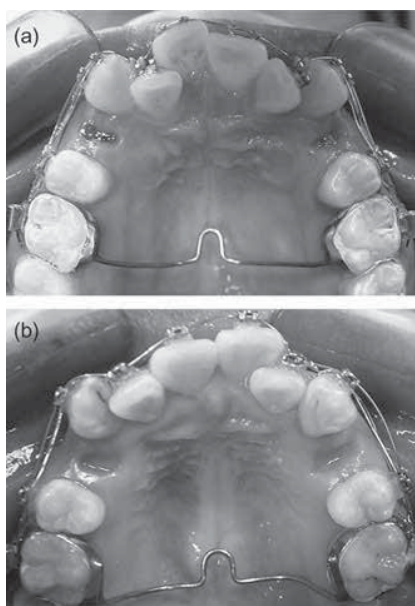


Рис. 1. Пациент, который проходит лечение обычными брекетами (а) Mini Diamond и самолигирующими брекетами (б) Damon™ 3 на этапах начального выравнивания и фазы нивелирования

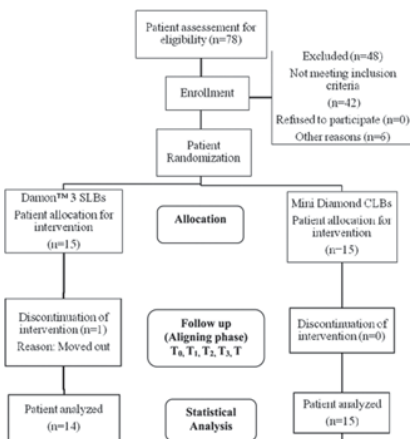


Рис. 2. Исследование блок-схемы

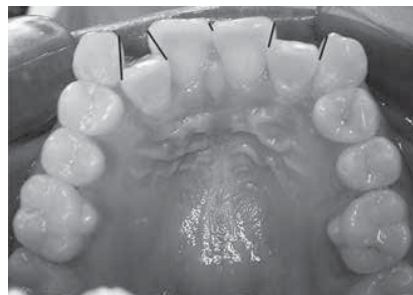


Рис. 3. Измерение индекса неравномерности Little

следовательная воспроизводимость и надежность оценки показали хорошее согласие со значением внутриклассового коэффициента корреляции 0,996 и 0,995. Описательная статистика не показала никакой разницы между группами по скученности до начала лечения. Сравнение разницы в изменении скорости выравнивания зубного ряда (LII) во время лечения для двух групп брекетов показано в табл. 2. Статистически незначительная разница в скорости передвижения зубов была отмечена на этапе T1-T2 между CLB и SLB ($P < 0,05$; табл. 2).

Сравнение различий для показателя LII в полном зубном выравнивании между T0 и T4 показало более быстрые изменения в CLB по сравнению с SLB за 4 месяца фазы выравнивания и нивелирования. Средний процент устранения скученности был выше в CLB (98%) по сравнению с SLB (67%; табл. 3).

Обсуждение

Результаты этого исследования показали, что CLB выравнивают зубы статистически быстрее, чем SLBs но только на этапе T1-T2. Не было выявлено никаких статистически значимых различий между CLB во время T2-T3 и T3-T4. Этот вывод соответствует предыдущим исследованиям по сравнению CLB и брекетов SmartClip (Miles, 2005) и Damon 2 SLBs (Barreiro и соавт., 2005; Miles и соавт., 2006.).

В исследовании *in vivo*, Miles (2005) сравнивал эффективность брекетов SmartClip с обычными твин брекетами Victory для начального выравнивания нижнечелюстной дуги. Выбрали пятьдесят восемь пациентов и поочередно

распределили в две группы. LII использовали для определения различий в выравнивании, измерения проводили до начала лечения, через 10 недель и спустя 20 недель после первоначально размещенной дуги. 0,014 дюймовую Damon Cu-NiTi использовали в качестве начальной дуги, затем заменили на 0,016x0,025 дюймовую Damon Cu-NiTi. Автор обнаружил, что по окончании 20 недель, брекететы SmartClip больше не были настолько эффективны для выравнивания, как обычные твин брекететы, лигированы с помощью эластиков или лигатур из нержавеющей стали с обеими испытанными дугами.

В исследовании Miles и соавт. (2006), 60 пациентов взяли участие в изучении полости рта *in vivo*. На одну сторону нижнечелюстной дуги зафиксировали Damon 2 SLBs с 0,022 дюймовым пазом, а на другую сторону — Victory CLB с 0,022 дюймовым пазом.

Точно так же LII подсчитали для обеих сторон в начале исследования, через 10 недель, а также через 20 недель после замены дуги. В исследовании использовали те же дуги, которыми раньше пользовался Miles (2005). Было обнаружено изменения в обеих дугах, Victory CLB имели более низкий показатель LII, чем брекететы Damon 2 (0,2 мм). Хотя этот результат и не был клинически значимым, он показал, что Damon 2 SLB были не лучше, чем CLB на начальном этапе выравнивания при ортодонтическом лечении.

Pandis и соавт. (2007) исследовали *in vitro* продолжительность устранения нижнечелюстной скученности с SLB

(Damon 2) по сравнению с обычными аппаратами (Microarch) и сопровождающие их зубные эффекты. Они набрали 54 пациентов без наличия пространства на нижней челюсти в постоянном прикусе и показателем LII больше 2. Все пациенты прошли лечение без удаления, а время выравнивания оценивалось в днях. Боковые цефалометрические рентгенограммы использовали для оценки положения нижних резцов до и после этапа выравнивания. Для определения изменений, связанных с коррекцией, на зубной модели также выполнили измерения ширины между клыками и между молярами. Было отмечено, что, в общем не было никакой разницы во времени, необходимого для устранения скученности нижней челюсти с Damon 2 или с обычными брекетами (Microarch) на этапах начального выравнивания и нивелирования. Тем не менее, Damon 2 брекететы выравнивали зубы в 2,7 раза быстрее, чем другие типы брекетов в случае с умеренной скученностью в зубной дуге на нижней челюсти (индекс неравномерности меньше 5). Для большей скученности с показателем LII больше 5, обнаружено, что для каждой единицы индекса неравномерности, лечение продлевалось на дополнительные 20 процентов независимо от типа брекетов. Кроме того, исследователи обнаружили статистически большое междумолярное увеличение ширины в Damon 2 группе. Наблюдалась проклинация резцов, но не существовало никакой разницы для этого параметра между какими либо типами брекетов. В этом исследовании, устранение скученности

Таблица 1.

Распределение пациентов по полу, патологии прикуса, возрасту и индексу неравномерности Little (LII) до лечения

Тип брекета	Мужской пол	Женский пол	Класс I	Класс II Подкласс 1	Средний возраст	Средний LII до лечения
Mini Diamond	5	10	7	8	19,5±3,9	12,9±4,5
Damon 3	3	11	6	8	21,9±3,6	12,4±4,4

Таблица 2.

Сравнение Mini Diamond обычных брекетов и Damon™ 3 самолигирующих групп брекетов по индексу неравномерности Little на четырех интервалах лечения: T0 = до начала лечения и на первом (T1), втором (T2), третьем (T3) и четвертом (T4) осмотре с использованием Mann-Whitney U-теста. IQR вероятное отклонение

Тип брекета	Mini Diamond (n=15, F=10, M=5)	Damon™ 3 (n=14, F=11, M=3)	Z статистика	P значение
T0-T1 среднее (IQR)	4,95 (2,58)	1,94 (3,07)	-1,724	0,085
T1-T2 среднее (IQR)	5,35 (2,27)	2,13 (3,01)	-1,964	*
T2-T3 среднее (IQR)	1,57 (1,22)	0,94 (1,31)	-0,982	0,326
T3-T4 среднее (IQR)	1,14 (2,39)	0,99 (0,65)	-0,262	0,793

Таблица 3.

Индекс неравномерности Little перед выравниванием (T0), после выравнивания (T4), и процент улучшения для Mini Diamond обычных и Damon™ 3 самолигирующих брекетов на этапе выравнивания и нивелирования

Тип брекета	n	Среднее значение T0 (mm)	Среднее значение T4 (mm)	Среднее значение T0-T4 (mm)	Среднее значение процента улучшения
Mini Diamond	15	12,9±4,5	0,3±0,9	12,6±4,7	97,6±8,2
Damon 3	14	12,4±4,4	3,8±1,4	8,6±4,3	67,1±13,4

показало более высокий процент с CLB (98%) по сравнению с SLB (67%).

Хотя Miles и соавт. (2006) обнаружили, что не было никакого различия в эффективности между брекетами SLB и CLB на этапах начального выравнивания и нивелирования, результат на T2 в данном исследовании может объяснить тот факт, что в CLB появляется возможность лучшего включения дуги в паз. Хотя не было использовано никаких конфигураций в форме восьмерки во время лечения, полное вовлечение дуги с максимальным контактом дуги с пазом брекета было легко достигнуто при размещении эластомерных модулей на крыльях брекета по сравнению с SLB. Движению зубов способствовало трение между поверхностью дуга-паз-модуль так, что зубы могут выравниваться по предварительной изготовленной NiTi дуге более быстрыми темпами.

Зубы большинства пациентов были роторованы в умеренной степени. Несмотря на то, что ортодонтические брекеты были зафиксированы на этих зубах, эластомерные модули не участвовали в полной мере с обеими медиальными и дистальными крыльями. Модули достаточно разместить для удержания дуги в брекете, чтобы избежать отрыва брекета от поверхности зуба. На этапах

T1 и T2, развернутые зубы медленно выравнивались, а затем полное лигирование модуля к крыльям брекетов было проведено в результате полного вовлечения дуги в паз брекета, что, в свою очередь, облегчило движение зуба.

Несмотря на тот факт, что Damon брекеты были успешно приклеены к поверхности роторованных зубов, закрытие металлического паза не может быть осуществлено за счет чрезмерного изгиба дуги на этапе T1. Это не привело к включению дуги в паз брекетов. В этом случае, использовали 0,010 дюймовую лигатуру из нержавеющей стали для фиксации NiTi дуги к брекету. Невозможность полного включения дуги в паз брекета существенно повлияло на скорость перемещения зубов для устранения скученности зубных дуг. Однако, как роторованные зубы медленно поворачивались, так лечение прогрессировало, выравнивающая дуга смогла быть полностью вставлена в паз брекета в течение нескольких последующих визитов.

С целью сравнения нивелирования и выравнивания, 0,014 дюймовая NiTi дуга использовалась во время всей фазы выравнивания, несмотря на больший размер паза брекета пассивной брекет-системы Damon™ 3 SLB, используемой в данном исследовании. Miles и соавт.

(2006) предположили, что присутствие «игры» между дугой меньшего размера и пазом, когда дуга 0,014 дюйма была установлена в пределах глубины паза 0,028 дюйма, Damon 2 брекеты (0,0275+0,0010-in/-0,0000 допустимое отклонение в пазе, данные Ortco) допускает вращение на 8,5 градуса по сравнению с теоретически полностью вовлеченной дугой в обычных twin брекетах. Scott и соавт. (2008) не обнаружили никаких различий в начальном выравнивании между Damon 3 и обычными брекетами по отношению к дискомфорту.

Ограничения этого исследования связаны с системой, рекомендованной производителями SLB. Протоколы исследования были относительно строгими, чтобы избежать смещения любого типа брекета. Таким образом, рекомендованная система для Damon 3 SLB™ не может быть применена. Кроме того, измерение скученности с использованием LII только отобразило смещение точки контакта шести передних зубов, которые не представляют истинного движения зуба. Длина зубной дуги не была измерена до или после выравнивания, чтобы обнаружить связано ли было выравнивание с мезиальным или дистальным движением или проклинацией зубов.

Перевод Н. И. Станчева

Резюме

В данном проспективном исследовании изучалась разница в клинической эффективности между Damon™ 3 самолигирующими брекетами (SLB) и Mini Diamond обычными лигирующими брекетами (CLBs) на этапе выравнивания зубных рядов при лечении несъемными аппаратами техникой прямой дуги.

Двадцать девять пациентов (10 мужского и 19 женского пола), в возрасте между 14 и 30 лет, случайным образом разделили на две группы: 14 пациентов получили SLB и 15 получили CLB. Оттиски верхней зубной дуги взяли для предварительной обработки записей (T0). Небный бюгель припаяли к обоим кольцам верхних первых моляров перед экстракцией верхних первых премоляров, а затем зафиксировали несъемный аппарат для техники прямой дуги (0,022x0,028 дюйма). Никель-титановые дуги (NiTi) 0,014 дюйма использовали для нивелирования и выравнивания. Осмотр проводили ежемесячно на протяжении четырех месяцев и на каждом посещении снимали оттиски верхней зубной дуги (T1, T2, T3 и T4). Смещение зубов определили с использованием индекса неравномерности Little (LII). Данные проанализировали с использованием Mann-Whitney U-теста.

На этапе выравнивания, группа CLB показала значительно быстрее выравнивание зубов по сравнению с группой SLB на T1-T2 интервале (P<0,05). Тем не менее, не было замечено никаких различий на T2-T3 и T3-T4 для обеих групп (P>0,05). Группа CLB показала устранения скученности на 98% по сравнению с 67% в SLB группе после 4 месяцев выравнивания и нивелирования. Брекеты Mini Diamond выравнивали зубы быстрее, чем Damon™ 3 только в течение первого месяца. В последующие 3 недели не было отмечено никакой разницы в эффективности между двумя группами. Устранение скученности было быстрее с CLB, чем с SLB.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barreiro T C, Perez C M C, Suartz Q D 2006 Comparative assessment of the effectiveness of dental alignment between low friction conventional ligated and self-closing brackets on the maxillary arch in 18 patients. *European Journal of Orthodontic* 28: e1-e147
2. Eberting J J, Straja S R, Tuncay O C 2001 Treatment time, outcome and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets. *Clinical Orthodontic Research* 4: 228-234
3. Harradine N W T 2001 Self-ligating brackets and treatment efficiency. *Clinical Orthodontic Research* 4: 220-227
4. Harradine N W T 2008 The history and development of self-ligating brackets. *Seminars in Orthodontics* 14: 5-18
5. Kapur R, Sinha P K, Nanda R S 1998 Frictional resistance of the Damon SL bracket. *Journal of Clinical Orthodontics* 32: 485-489
6. Little R M 1975 The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *American Journal of Orthodontics* 68: 554-563
7. Lotfus B P, Artun J, Nicholls J I, Alonzo T A, Stoner J A 1999 Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 116: 336-345
8. Miles P G 2005 SmartClip versus conventional twin brackets for initial alignment: is there a difference? *Australian Orthodontic Journal* 21: 123-127
9. Miles P G, Weyant R J, Rustveld L 2006 A clinical trial of Damon 2 vs conventional twin brackets during initial alignment. *Angle Orthodontist* 76: 480-485
10. Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T 2007 Self-ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 132: 208-215
11. Proffit W R 2000 Contemporary orthodontics, 3rd edn. Mosby Inc, St Louis
12. Scott P, Dibiase A T, Sherriff M, Cobourne M T 2008 Alignment efficiency of Damon 3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: a randomised clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 134: 470.e1-e8
13. Stolzenberg J 1935 The Russell attachment and its improved advantages. *International Journal of Orthodontics and Dentistry for Children* 9: 837-840
14. Thorstenson G A, Kusy R P 2002 Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry and saliva states. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 121: 472-482
15. Voudouris J C 1997 Interactive edgewise mechanisms: form and function comparison with conventional edgewise brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 111: 119-140