

**Сравнительное исследование времени и результатов лечения, а также удовлетворенности пациентов при использовании брекет-системы Damon и обычных брекетов**

*Clin Orthod Res 4, 2001/228–234*

*Eberting JJ, Straja SR, Tuncay OC: Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets*

*Джеффри мл. Эбертинг (Университет Темпл, Школа стоматологии, Филадельфия, США), Сорин Р. Страя (Колумбия, США), Орхан С. Тункай (Университет Темпл, Школа стоматологии, Филадельфия, США)*

**Обзор:** На всем протяжении развития ортодонтии вопрос об эффективности лечения является одним из главных. Основой для разработки самолигирующих брекетов было предположение о том, что устранение лигатур создаст условия для лучшего скольжения дуги – без влияния силы трения. Предполагается, что использование самолигирующих брекетов позволяет сократить время лечения. Целью данного исследования было сравнение эффективности самолигирующих (SL) брекетов Damon и лигатурных брекетов с использованием металлических лигатур или эластичных колец. Помимо собственно времени лечения и количества назначений, оценивался конечный результат. Для оценки данных параметров применялась оценочная шкала Американского совета ортодонтотв (АВО) для моделей и панорамных рентгенограмм. Кроме того, все 215 пациентов (108 на брекетах Damon, 107 – на традиционных лигатурных брекетах) заполняли опросник, состоящий из 9-ти пунктов, для оценки процесса и результата их лечения. Результаты показали, что пациентам, проходившим лечение на брекетах Damon SL, потребовалось значительно меньше времени и назначений, чем пациентам с лигатурными брекетами; показатели же классификации АВО у пациентов на Damon SL оказались выше.

Существенных различий в показателях классификации АВО у пациентов с брекетами Damon и с лигатурными брекетами в зависимости от пола не наблюдалось. Пациенты с брекетами Damon старше 21 года имели значительно более высокие баллы по шкале АВО. С другой стороны, для пациентов на лигатурных брекетах наивысшие показатели АВО выявлены у лиц до 21 года. Существенных различий по классификации Энгля до лечения среди пациентов не выявлено. Согласно ответам пациентов, время лечения на брекетах Damon оценивалось как меньшее, чем ожидалось. Таким образом, более быстрое ортодонтическое лечение может выше оцениваться по шкале АВО.

### **Введение**

В ходе ортодонтического лечения пациент неизбежно интересуется, как скоро оно будет завершено. После многих лет развития технологий ортодонтического лечения можно с уверенностью сказать: время лечения сократилось. Помимо очевидных биологических и анатомических препятствий для скорости перемещения зубов, существуют и физические параметры самих брекетов, дуг и силы трения лигатур. Тип брекетов, дуг и лигатур, используемых во время лечения, оказывают влияние на скорость перемещения зубов и, следовательно, продолжительность лечения. Появление самолигирующих брекетов было связано с идеей создать условия "без трения", что позволило бы улучшить скольжение (1); а в связи с тем, что зубы передвигаются быстрее, сократить время лечения. Кроме того, использование самолигирующих брекетов предполагает меньшее время в кресле врача, улучшение гигиены полости рта и более эффективный инфекционный контроль. И хотя данные утверждения могут подтверждаться на практике, остается один вопрос: действительно ли быстрее – значит лучше?

Основной идеей самолигирующих брекетов является то, что закрытый замковый механизм брекета превращает его паз в трубку, в которой находится дуга – пассивно или активно. Отказ от использования

металлических или эластичных лигатур позволяет резко снизить силу трения, в то же время передвижение зубов происходит быстрее (2). Предполагается также, что применение самолигирующих брекетов Damon (SL) упрощает технику лечения, позволяет улучшить условия работы персонала (снижение риска травмы металлическими лигатурами, а также заражения вирусами гепатита В, С и ВИЧ), повысить эффективность работы клиники и ее рентабельности, а также привлечь больше пациентов (3).

Первоначальные результаты показали, что использование брекетов Damon SL упрощает размещение дуги и уменьшает силу трения – важное преимущество при использовании механики скольжения (4-7). Согласно Damon, сама конструкция брекета является "мини губным бампером", и что давление губ и щек способствует перемещению зубов в нужном направлении (1). С учетом данного эффекта и отсутствия трения между дугой и брекетом, можно говорить о том, что концентрация кислорода в периодонте является неизменной и не меняется в связи с уменьшением кровоснабжения, которым обычно сопровождается перемещение зубов. Время лечения сокращается, поскольку перестройка периодонта ничем не ограничена. Более того, время пребывания каждого пациента в кресле врача снизилось в среднем на 7 минут (8). Кроме того, сотрудники клиники отмечают, что самолигирующие брекеты просты в использовании, экономят время и повышают инфекционный контроль (9). В связи данными утверждениями по-прежнему остается вопрос: действительно ли брекеты Damon быстрее приводят к улучшению окклюзии и эстетики? Как оценивают результаты лечения сами пациенты?

Целью данного исследования было сравнение результатов использования брекетов Damon SL различными врачами – причем, как в случаях с необходимостью удаления зубов, так и без удаления. Результаты ортодонтического лечения определялась объективно согласно шкале Американского совета ортодонтии (ABO).

## **Материалы и методы**

### **Критерии отбора**

Пациенты для исследования были выбраны случайным образом из числа тех, кто проходил ортодонтическое лечение с использованием брекетов Damon и обычных лигатурных брекетов в одной из трех следующих клиник: Bayonne, Нью-Джерси; Easton, Пенсильвания, и Школа стоматологии Университета Темпл, Кафедра ортодонтии, Филадельфия. Критерием включения было условие прохождения всего курса лечения с использованием одного и того же типа брекетов (Damon или традиционных), а также равномерное распределение случаев с удалением зубов и без удаления среди пациентов с брекетами Damon и лигатурными брекетами. В исследовании приняли участие 215 пациентов, среди которых 108 проходили лечение на брекетах Damon и 107 – на традиционных лигатурных брекетах (далее именуемые как «non-Damon»). Все участвующие в исследовании клиники постоянно вели подробные записи о каждом пациенте, включая показания рентгенограмм после лечения и анализа моделей. Размер выборки был ограничен в связи с критериями включения, которые были составлены до начала сбора данных. Все наблюдавшиеся случаи соответствовали указанным выше критериям.

С помощью записей о лечении пациентов, данных истории болезни, результатов панорамных рентгенограмм и моделей челюстей после лечения была собрана следующая информация о каждом пациенте: имя, адрес, возраст на начало лечения, пол, классификация по Энглию в начале лечения, данные об удалении зубов (если такое требовалось), время лечения в месяцах, число визитов до завершения лечения и оценка по шкале ABO после лечения.

### **Анализ моделей**

Все 215 моделей челюстей после лечения и панорамные рентгенограммы были разделены на случаи лечения Damon и non-Damon и оценивались с помощью шкалы ABO. Баллы по каждому из восьми пунктов

суммировались, давая общую оценку АВО, максимум по которой составляет 380 баллов. Хотя не существует "проходного балла" по данным показателям, как такового, считается, что случаи с вычетом 20 баллов и меньше считаются положительными, в то время как, случаи с вычетом 30 баллов и больше считаются отрицательными (10).

### **Анкетный анализ**

Каждый испытуемый ответил на девять вопросов анкеты относительно качества ортодонтического лечения, выставляя отметку на визуальной аналоговой шкале (рис. 1). Отметка "ND" (non-Damon) на конверте с ответом того или иного пациента позволяла разделить ответы пациентов с Damon от ответов тех, кто проходил лечение на других брекетах.

### **Статистический анализ**

Для каждой из трех участвовавших клиник были рассчитаны средние величины и стандартные отклонения по времени лечения, количеству назначений и показателям АВО. Средние значения АВО и стандартные отклонения определялись в зависимости от возраста (до 21 года и старше 21 года), пола и классификации по Энглию до лечения. Для выявления статистически значимых различий между средними значениями у пациентов на Damon и у пациентов с другими брекет-системами использовался t-критерий Стьюдента. Для анкетного анализа были рассчитаны средние величины и стандартные отклонения для каждого из девяти ответов; для выявления существенных различий между средними показателями использовался t-критерий Стьюдента.

### **Исследование погрешностей**

Исследование погрешностей было проведено с целью определения точности экспериментатора и его последовательности в оценке моделей и панорамных рентгенограмм с использованием критериев классификации АВО. Случайным образом выбирался один образец, и в течение короткого периода времени (около 3 часов) проводились 15 измерений. Еще один образец также выбирался случайным образом, измерения проводились раз в

2 дня, всего 6 раз. В каждом случае были рассчитаны средние величины и стандартные отклонения по шкале ABO. Уровень отклонения был разделен на средний балл и умножен на 100 процентов. Полученное значение представляло собой процент погрешности. Каждая из оценок при округлении до сотых долей процента дала погрешность менее 1,09%.

*Рис. 1. Пункты опросника для пациентов после окончания лечения. Пациенты должны были отмечать свои ответы на визуальной аналоговой шкале.*

#### **АНКЕТА ПАЦИЕНТА**

1. Сразу после фиксации брекет-аппарата, как правило, вызывают неприятные ощущения и дискомфорт в области щек, губ и десен. Отметьте, пожалуйста, степень дискомфорта по данным показателям.

2. Пожалуйста, отметьте на строке ниже, пользовались ли вы воском, чтобы облегчить неприятные ощущения от брекетов в области щек, губ и десен; и если да – то в каком количестве.

3. Испытывали ли вы болевые ощущения в области зубов при смене дуг или при их активации? Пожалуйста, укажите на строке ниже интенсивность болевых ощущений.

4. После установки брекетов пациенты отмечают, что чистка зубов и гигиена полости рта становится более трудной. Пожалуйста, укажите на строке ниже, насколько сложнее стал для вас уход за полостью рта.

5. Удовлетворены ли вы результатами ортодонтического лечения, в том числе, насколько ваши зубы стали ровнее?

6. Удовлетворены ли вы тем, как выглядит ваша улыбка?

7. Считаете ли вы, что после лечения при улыбке видно слишком много, слишком мало или нужное количество зубов?

8. Считаете ли вы интервалы между назначениями адекватными? Были ли интервалы слишком длинными или слишком короткими?

9. Ожидали ли вы более короткого или более длительного времени ортодонтического лечения?

## Результаты

### Анализ опроса

На 215 отправленных опросника было получено 100 ответов (частота ответов 46,5%), 52 из которых – от пациентов с брекетами Damon, 48 – от пациентов non-Damon. Были определены средние величины и стандартные отклонения для каждого из девяти ответов в каждой группе. За исключением ответов на пункт 9, существенных различий между группами Damon и non-Damon отмечено не было. Значительные различия ( $p < 0.05$ ) между группами Damon и non-Damon были отмечены в ответах на пункт 9, в котором пациентов просили оценить, была ли продолжительность лечения меньше, больше их ожиданий или соответствовала им. Так, пациенты на брекетах системы Damon считали, что продолжительность их лечения была немного меньше, чем они ожидали, в то же время пациенты группы non-Damon считали, что их лечение заняло больше времени, чем они ожидали (Таблица 1).

**Table 1. Descriptive statistics for differences in patient responses based on bracket type**

|    | Damon |      | Non-Damon |      | <i>t</i> | DF | <i>p</i> -value |
|----|-------|------|-----------|------|----------|----|-----------------|
|    | Mean  | SD   | Mean      | SD   |          |    |                 |
| Q1 | 6.32  | 3.14 | 7.18      | 2.94 | 1.41     | 98 | 0.158           |
| Q2 | 3.19  | 3.33 | 3.93      | 3.76 | 1.03     | 92 | 0.304           |
| Q3 | 7.04  | 3.09 | 7.67      | 2.85 | 1.06     | 98 | 0.288           |
| Q4 | 6.09  | 3.14 | 5.65      | 3.20 | 0.69     | 97 | 0.488           |
| Q5 | 10.66 | 1.61 | 10.30     | 3.11 | 0.70     | 69 | 0.482           |
| Q6 | 10.79 | 1.47 | 10.44     | 2.25 | 0.93     | 80 | 0.353           |
| Q7 | 6.27  | 0.87 | 6.35      | 1.03 | 0.43     | 93 | 0.666           |
| Q8 | 6.74  | 1.67 | 6.52      | 4.39 | 0.71     | 97 | 0.477           |
| Q9 | 5.66  | 3.36 | 7.64      | 2.74 | 3.23     | 97 | 0.001           |

DF = degrees of freedom.

*Таблица 1. Описательная статистика по различиям ответов пациентов в зависимости от типа брекет-систем*

## Анализ историй болезни

Анализ общего времени лечения и количества назначений показал значительные различия между группами Damon и non-Damon. Во всех трех клиниках лечение на брекетах системы Damon занимало значительно меньше времени ( $p < 0,05$ ) (Таблица 2).

**Table 2. Descriptive statistics for differences in treatment times (months) based on bracket types**

| Office  | Brackets  | # patients | Mean  | SD    | t    | DF  | p-value  |
|---------|-----------|------------|-------|-------|------|-----|----------|
| Bayonne | Damon     | 48         | 22.33 | 4.41  | 6.14 | 72  | 4.00E-08 |
|         | Non-Damon | 47         | 30.38 | 7.85  |      |     |          |
| Easton  | Damon     | 52         | 27.63 | 6.57  | 3.16 | 101 | 0.002    |
|         | Non-Damon | 52         | 31.96 | 7.37  |      |     |          |
| Temple  | Damon     | 8          | 17.63 | 5.58  | 2.22 | 11  | 0.048    |
|         | Non-Damon | 8          | 26.63 | 10.01 |      |     |          |
| All     | Damon     | 108        | 24.54 | 6.45  | 6.46 | 205 | 7.41E-10 |
|         | Non-Damon | 107        | 30.87 | 7.85  |      |     |          |

*Таблица 2. Описательная статистика по различиям времени лечения (в месяцах) в зависимости от типа брекет-систем*

Количество необходимых визитов в каждой из трех клиник для пациентов на системе Damon также было значительно меньшим ( $p < 0,05$ ) (Таблица 3).

**Table 3. Descriptive statistics for differences in number of appointments based on bracket types**

| Office  | Brackets  | # patients | Mean  | SD   | t    | DF  | p-value  |
|---------|-----------|------------|-------|------|------|-----|----------|
| Bayonne | Damon     | 48         | 18.58 | 4.07 | 5.44 | 75  | 6.20E-07 |
|         | Non-Damon | 47         | 24.81 | 6.72 |      |     |          |
| Easton  | Damon     | 52         | 25.35 | 6.56 | 5.30 | 101 | 6.65E-07 |
|         | Non-Damon | 52         | 32.63 | 7.42 |      |     |          |
| Temple  | Damon     | 8          | 14.38 | 4.57 | 2.60 | 11  | 0.024    |
|         | Non-Damon | 8          | 22.75 | 7.85 |      |     |          |
| All     | Damon     | 108        | 21.53 | 6.63 | 6.81 | 203 | 1.05E-10 |
|         | Non-Damon | 107        | 28.46 | 8.19 |      |     |          |

*Таблица 3. Описательная статистика по количеству назначений в зависимости от типа брекет-систем*



## Анализ моделей

Данное исследование выявило существенные различия по шкале ABO между группами Damon и non-Damon. В двух клиниках из трех (Bayonne и Easton) показатели ABO были значительно выше для пациентов на брекетах Damon ( $p < 0,05$ ). В клинике Temple показатели ABO для пациентов на брекетах Damon также были выше, но разница не являлась статистически значимой. Общие показатели ABO всех трех клиник были значительно выше в группе Damon (Таблица 4).

**Table 4. Descriptive statistics for differences in ABO scores based on bracket types**

| Office  | Brackets  | # patients | Mean   | SD    | t    | DF  | p-value  |
|---------|-----------|------------|--------|-------|------|-----|----------|
| Bayonne | Damon     | 48         | 351.81 | 9.77  | 4.15 | 90  | 7.51E-05 |
|         | Non-Damon | 47         | 342.68 | 11.58 |      |     |          |
| Easton  | Damon     | 52         | 349.08 | 7.03  | 3.69 | 85  | 0.00039  |
|         | Non-Damon | 52         | 342.21 | 11.43 |      |     |          |
| Temple  | Damon     | 8          | 341.00 | 8.75  | 0.05 | 13  | 0.96     |
|         | Non-Damon | 8          | 340.75 | 11.23 |      |     |          |
| All     | Damon     | 108        | 349.69 | 8.85  | 5.31 | 200 | 2.93E-07 |
|         | Non-Damon | 107        | 342.31 | 11.38 |      |     |          |

**Таблица 4.** Описательная статистика по различиям показателей ABO в зависимости от типа брекет-систем

Из-за недостаточного объема выборки в двух клиниках из трех, сравнение показатели ABO в зависимости от возраста не проводились. В целом, для пациентов любого возраста показатели ABO значительно выше при использовании системы Damon ( $p < 0,05$ ). При анализе отдельных возрастных групп были выявлены более высокие показатели ABO для пациентов старшего возраста; в то же время более высокие показатели ABO зафиксированы у пациентов младшего возраста группы non-Damon.

Далее были проанализированы показатели в зависимости от пола пациента. В клиниках Bayonne и Easton значительно более высокие показатели ABO ( $p < 0,05$ ) были отмечены как для мужчин, так и для женщин на брекетах Damon. В целом, и мужчины и женщины имели значительно

более высокие показатели АВО в группе Damon. При сравнении мужчин и женщин внутри каждой группы Damon / non-Damon было отмечено лишь одно существенное различие: в клинике Easton показатели АВО у женщин в группе non-Damon были значительно выше, чем у мужчин. В клинике Bayonne обе группы мужчин имели более высокие показатели АВО, чем соответствующие группы женщин. В клинике Easton пациенты женского пола группы Damon показали значительно более высокие результаты АВО, чем мужчины той же группы ( $p < 0,05$ ). В клинике Temple пациенты женского пола группы Damon показали более высокие результаты АВО, чем мужчины той же группы. У мужчин группы non-Damon показатели АВО были выше, чем у женщин. В целом, показатели АВО у женщин группы Damon были немного выше, чем у мужчин; показатели АВО в группе non-Damon практически не отличались между полами.

Полный анализ по классификации Энгля до начала лечения был проведен только для случаев I класса и II класса 1 подкласса. Из-за недостаточного объема выборки анализ случаев II класса 2 подкласса и III класса не проводился. Результаты АВО пациентов группы Damon I класса на брекетах оказались значительно выше в клинике Bayonne, а также во всех трех клиниках в общем ( $p < 0,05$ ). В клинике Easton показатели АВО пациентов группы non-Damon и в клинике Temple имели более высокие показатели АВО, но разница не была существенной. Пациенты группы Damon II класса 1 подкласса имели более высокие показатели АВО, чем пациенты группы non-Damon. Разница в показателях АВО у пациентов групп Damon и non-Damon наблюдалась в клинике Easton и во всех трех клиниках в целом. При сравнении показателей АВО у пациентов с I классом и II классом 1 подклассом, существенных различий в каждой клинике и во всех клиниках в целом отмечено не было.

### **Комментарии**

Данное исследование было в первую очередь разработано для внутриклинического анализа, а не в целях сравнения деятельности различных

специалистов. Основополагающими были следующие три пункта: во-первых, было проведено сравнение брекетов Damon SL и традиционных лигатурных брекетов и оценка различий во времени лечения и количестве необходимых посещений. Во-вторых, проводилась оценка качества результатов лечения путем расчета моделей после лечения и анализа панорамных рентгенограмм с использованием параметров, установленных Американским советом ортодонтотв. Далее проводилась оценка влияния возраста, пола и классификации аномалии по Энгля до начала лечения по показателям АВО. В-третьих, принимавшие участие в исследовании пациенты должны были заполнить анкету с девятью вопросами об оценке ортодонтического лечения, в том числе уровня гигиены и дискомфорта, продолжительности лечения и удовлетворения результатом. Затем проводилась оценка и выявление статистически значимых различий между усредненными ответами групп Damon и non-Damon.

Общий размер выборки составил 215 пациентов – 108 на брекетах Damon SL и 107 – на традиционных лигатурных брекетах. Во всех участвующих в исследовании клиниках брекетот Damon SL применялись с момента их появления на рынке, т.е. с 1997. До 1997 года во всех трех клиниках использовались обычные лигатурные брекеты. Практический опыт врачей-ортодонтотв составил 22 года (Bayonne), 5 лет (Easton) и 29 лет (Temple). Все трое принимавших участие в исследовании врачей имели схожий опыт работы с брекетами Damon. Следует отметить, что в клинике Temple прием осуществлялся клиническими ординаторами, опыт которых был достаточно ограничен, несмотря на многолетний клинический опыт самого факультета. Результаты показали, что в случаях применения брекетов Damon требовалось значительно меньше времени на лечение и существенно сокращалось количество посещений, в сравнении с использованием других брекет-систем. При оценке качества лечения были зафиксированы более высокие показатели АВО при использовании брекетов Damon во всех трех клиниках. Пациенты с брекетами Damon старше 21 года, как правило, имели

значительно более высокие показатели АВО. Напротив, в группе non-Damon значительно более высокие баллы АВО имели пациенты до 21 года. В обеих группах не было обнаружено существенных различий, связанных с полом пациентов. Значительно более высокие показатели АВО были отмечены у пациентов группы Damon с I классом и II классом 1 подклассом (по Энгля) в сравнении с группой non-Damon; вместе с тем, существенных различий при сравнении случаев I класса и II класса 1 подкласса в обеих группах отмечено не было.

Результаты анализа анкет показали, что пациенты обеих групп имели сходные представления об их лечении. Следует иметь в виду, что эти результаты исключительно субъективны, и что пациенты не имели возможности сравнивать лечение с использованием Damon с лечением на других брекетах. Единственным значительным отличием между группами Damon и non-Damon оказался пункт 9, в котором пациентов просили оценить, была ли продолжительность лечения меньше, больше их ожиданий или соответствовала им. Так, пациенты на брекетах системы Damon считали, что продолжительность их лечения была немного меньше, чем они ожидали, в то же время пациенты группы non-Damon считали, что их лечение заняло больше времени, чем они ожидали. Можно предположить, что оценка пациентами продолжительности лечения основывалась на отзывах знакомых, проходивших ортодонтическое лечение или на информации, полученной от ортодонта. Некоторые практикующие врачи могут переоценить необходимое для лечения время; другие, напротив, недооценить его.

Различный опыт принимавших участие в исследовании врачей мог оказывать влияние на время лечения и качество результатов; в то же время, опыт работы с брекетами Damon SL у врачей всех трех клиник был идентичным. Данный момент может не иметь непосредственного влияния на результат исследования. Преимуществом использования брекетов Damon SL является более эффективное применение механики скольжения. На этапе финишных дуг результат напрямую зависит от опыта ортодонта. Возможно

также предположить, что при использовании новой методики практикующие врачи уделяли большее внимание позиционированию брекетов, что приводило к лучшим результатам лечения. Кроме того, более высокая стоимость брекетов Damon SL могла положительно сказаться на концентрации врача при их позиционировании.

Одним из важных моментов, отмеченных во всех трех клиниках, было количество необходимых назначений. Наименьшее количество назначений и самое короткое время лечения наблюдалось в клинике Temple – для пациентов обеих групп (Damon и non-Damon). Следующей по данным показателям была клиника Bayonne, затем – клиника Easton. Значительное сокращение времени лечения в клинике Temple может быть связано с тем, что лечение в ней проводилось клиническими ординаторами; таким образом, поскольку ординаторы должны завершить определенное количество клинических случаев для того, чтобы успешно окончить 27-месячную программу обучения, они могли теоретически искусственно сокращать сроки лечения. Этим же могут объясняться более низкие показатели АВО клиники Temple по сравнению с двумя другими.

Таким образом, по результатам данного исследования, можно сделать вывод, что более быстрое лечение может также быть и более эффективным.

## ССЫЛКИ

1. Damon DH. The rationale, evolution, and clinical application of the self-ligating bracket. *Clin Orthod Res* 1998;1:52–61.
2. Berger JL. Self-ligation in the year 2000. *J Clin Orthod* 2000;34:74–81.
3. Damon DH. The Damon low-friction bracket: a biologically compatible straight-wire system. *J Clin Orthod* 1998;32:670–80.
4. Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Frictional resistance of the Damon SL bracket. *J Clin Orthod* 1998;32:485–9.
5. Maijjer R, Smith DC. Timesavings with self-ligating brackets. *J Clin Orthod* 1990;24:29–31.
6. Shivapuja PK, Berger JL. A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994;106:472–80.
7. Pizzoni L, Ravnholt G, Melsen B. Frictional forces related to self-ligating brackets. *Eur J Orthod* 1998;20:283–91.
8. Thomas S, Sherriff M, Birnie D. A comparative in vitro study of the frictional characteristics of two types of self-ligating brackets and two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures. *Eur J Orthod* 1998;20:589–96.
9. Loftus BP, Artun J, Nicholl JJ, Alonzo TA, Stoner JA. Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket/archwire combinations. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999;116:336–45.
10. Casco JS et al. *The American Board of Orthodontics Grading System for Dental Casts and Panoramic Radiographs*. St. Louis, MO: American Board of Orthodontics; 1998.