دراسة مخبرية لمقارنة تأثير معاملة سطح متعدد الإيتر إيتر كيتون PEEK على مقاومة القص لإرتباطه بالراتنج المركب

*اعداد الباحثة الدكتورة هبة الحلو

Δ ملخص Δ

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير عدة طرائق مختلفة لمعالجة سطح متعدد الإيتر إيتر كيتون **PEEK** على مقاومة القص لارتباطه مع الراتنج المركب المغطي.

تألفت عينة البحث من 36 أسطوانة بقطر 5 ملم وارتفاع 6 ملم من متعدد الإيتر إيتر كيتون **PEEK**، قسمت إلى ثلاث مجموعات رئيسية بطرق معالجة مختلفة (كل مجموعة = 12) على النحو التالي:(1) تخريش بحمض فلور الماء 10%،

(2) ترميل بذرات اكسيد الالمنيوم 50 ميكرون، (3) مجموعة شاهدة دون معالجة.

تم تطبيق المادة الرابطة ومن ثم الراتنج المركب المغطي، حُفظت العينات بالماء المقطر بدرجة حرارة 37 درجة مئوية مدة 24 ساعة. بعدها أُخضعت العينات لاختبار مقاومة القص بواسطة جهاز الاختبارات الميكانيكية العام وسُجلت النتائج وتم تحليلها باستخدام اختبار التباين أحادي الجانب ANOVA وطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقاومة القصّ بين المجموعات المدروسة.

بينت الدراسة الاحصائية وجود تأثير هام لمعالجة السطح (p- Value <0.05) على مقاومة القص، كان لمعالجة سطح متعدد الايتر ايتر كيتون بحمض فلور الماء 10% والترميل بذرات Al2O3 110 ميكرون تأثير في زيادة ارتباطه مع الراتنج المركب كما أظهرت مجموعة الترميل أكبر قيم لمقاومة القص، وبذلك يُنصح باستخدام الترميل لزيادة ارتباط متعدد الإيتر إيتر كيتون بالراتنج المركب.

الكلمات المفتاحية: متعدد الإيتر إيتر كيتون، الراتنج المركب، معالجة السطح، حمض فلور الماء، ترميل.

---

*مدرس في كلية طب الأسنان – قسم تعويضات الأسنان الثابتة– كلية طب الأسنان– الجامعة السورية الخاصة

In vitro Study to Comparison Effect of polyetheretherketone (PEEK) Surface Treatment on Shear Bond Strength to Composite Resin

Dr. Hiba Al-Helou *

Δ Abstract Δ

The aim of this study was to evaluate the effect of different surface treatments onshear bond strength between polyetheretherketone (PEEK) and resin composites materials

Thirty six cylinders were divided into three main different treatment groups (n = 12/group) as follows: (A) sandblast with 50 µm Al2O3 particles, (B) etching with hydrofluoric acid 10%, (C) no treatment as a control group. Coupling agent was applied. Specimens were veneered using Composite resin and were stored in distilled water at 37° for 24 h. Shear Bond strength SBS was measured in a shear test, Data (MPa) were analyzed using ANOVA, Bonferroni tests to study the significant of various in means among groups.

A significant effect of surface treatment (p- Value <0.05) on SBS was observed, Etching with hydrofluoric acid 10% and sandblast with 50 µm Al2O3 particles treatment can significantly increase the bond strength of PEEK to composite materials in comparison to the group of no treatment, ($p < 0.05$). Sandblast with 50 µm Al2O3 particles showed the highest SBS.

The use of Sandblast to surface treatment of PEEK can be recommended as an effective bonding method.

Key Words: PEEK -Composite Resin - Surface Treatment- Hydrofluoric acid- Sandblast

* Assistant professor, Department of Fixed Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Syrian Private University

المقدمة

طُوّر متعدد الإيتر إيتر كيتون PEEK polyetheretherketone من قبل علماء بريطانيين عام 1978 كمادة قاسية بلون عاجي أو أبيض إلى رمادي، كما دخلت الصناعات المختلفة عام 1990، تعد مادة شافة شعاعياً وتتمتع بإستقرار حراري كبير يصل إلى 335.8 درجة مئوية [1–2]، كما أن خواص هذه المادة لا تتغير أثناء عملية التعقيم بالبخار أو بأشعة غاما أو بأوكسيد الإيثيلين [3] ، مادة غير قصفة وذات مقاومة عالية للكسر تفوق الزركونيا وتصل مقاومته للانثناء حتى 170 ميغاباسكال، يعد معامل المرونة لديها قريب من الميناء والعاج [4]، وإن من أهم صفات هذه المادة أنها ذات تقبل حيوي عالي بالإضافة إلى خفة وزنها مما جعلها من أهم المواد المستخدمة كبدائل صناعية للأطراف والمفاصل والفقرات [5–6].

استُخدمت هذه المادة بطب الأسنان كزرعات أو كدعامات للزرعات السنية، كما استُخدمت بالتعويضات الثابتة كتيجان وجسور، وبالتعويضات المتحركة كهياكل ذات ومتانة عالية وزن منخفض مقارنة مع الهياكل المعدنية للأجهزة المتحركة، فهي مادة لا تسبب أي حساسية ولا تملك ألفة لتراكم اللويحة [7–8–9].

إلا أن هذه المادة لاتملك الشفوفية والجمالية التي تملكها المواد الأخرى، مما دعى إلى تغطيتها بمادة تجميلية كالراتنج المركب ، فظهرت سيئة الارتباط الضعيف لهذه المادة مع الراتنج بسبب طاقة السطح المنخفضة ومقاومة السطح للتكيف بواسطة المعالجات المختلفة [10]. حيث أن الهدف الأساسي من تطبيق الراتنج المركب هو تأمين الجمالية التي يفتقدها ال PEEK مقارنة بتعويضات تجميلية أخرى التي تعد أقل منه متانة وديمومة وأقل تقبلاً حيوياً ومماثلة للنسج السنية مقارنة مع ال PEEK .

– ارتباط الراتنج المركب بمتعدد الإيتر إيتر كيتون PEEK

أظهرت العديد من الدراسات أهمية تطبيق المادة الرابطة ومهيئات السطح المختلفة لزيادة ارتباط المادة مع الراتنج المركب حيث أن تخريش السطح لوحده غير كافي لتعزيز الارتباط [11–12]، كما تناولت بعض الدراسات معاملة ومعالجة سطح مادة PEEK بطرق مختلفة منها الكيميائية كالحموض ومنها الميكانيكية كالترميل أو باستخدام تقنيات

المعالجة بالليزر أو بالبلازما لتهيئة سطح [12–13]، ففي دراسة Pourkhalili المخبرية لمقارنة تأثير معاملة السطح الميكانيكية بالترميل بذرات أكسيد الألمنيوم 110 ميكرون مع المعاملة بالتخريش الكيميائي باستخدام حمض الكبريت 98% ومع بقاء السطح دون معالجة، وجد الباحث أنه لايوجد فروق هامة بين معاملة السطح بالترميل وبين التخريش الكيميائي وان معالجة السطح كان لها دور كبير في زيادة ارتباط الراتنج المركب مع سطح متعدد الايتر ايتر كيتون[14]، إلا أن الباحث Schmidlin استنتج أن التخريش الكيميائي تفوق على الترميل بذرات أكسيد الأمنيوم 50 ميكرون[12]، إن الأبحاث والدراسات المتعلقة بذلك مازالت قليلة جداً ومثاراً للجدل. و بذلك توجه هذا البحث إلى تقييم طرق مختلفة لمعاملة سطح ال PEEK بمخرشات كيميائية وميكانيكية لتحسين إرتباطه بالراتنج وبالتالي السماح بتحقيق الناحية الجمالية للتعويض مع الاستفادة من خواص ال PEEK المثالية كمادة تعويضية تناسب البيئة الفموية و متطلبات المريض والوظيفة مؤدياً ذلك لنجاح أفضل في مجال التعويضات الثابتة و المتحركة ... إن كل هذا شجّع لمقارنة طرق معاملة سطح هذه المادة لزيادة إرتباطها بالراتنج المركب مما دعا لإجراء هذا البحث.

هدف البحث:

هدف البحث إلى دراسة تأثير عدة طرق مختلفة لمعاملة سطح متعدد الإيتر إيتر كيتون PEEK على زيادة ارتباطه مع الراتنج المركب المغطي، وذلك من خلال تقييم مقاومة قوى القص لارتباطه مع الراتنج المركب.

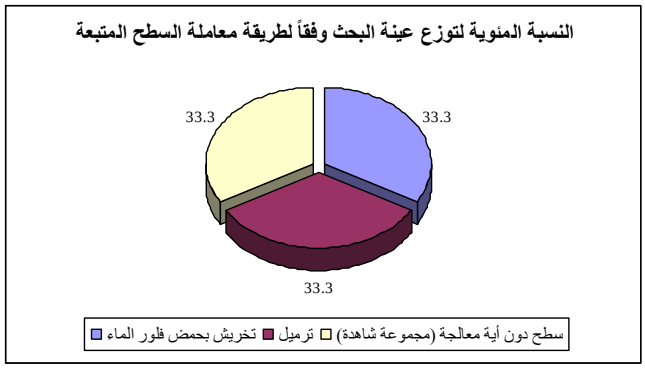
مواد و طرائق البحث:

تألفت عينة البحث من36 أسطوانة من مادة متعدّد الإيتر إيتر كيتون مصممة ومصنعة باستخدام الحاسوب (CAD-CAM) بقطر 5 ملم وارتفاع 6 ملم، كانت الأسطوانات في عينة البحث مقسمةً إلى ثلاث مجموعات رئيسية متساوية وفقاً لطريقة معاملة السطح

المتبعة (تخريش بحمض فلور الماء 10%، ترميل بذرات أكسيد الألمنيوم 50 ميكرون، سطح دون أية معالجة (مجموعة شاهدة)).

جدول رقم (1) يبين توزع عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة.

طريقة معاملة السطح المتبعة	عدد الاسطوانات	النسبة المئوية
تخريش بحمض فلور الماء	12	33.3
ترميل	12	33.3
سطح دون أية معالجة (مجموعة شاهدة)	12	33.3
المجموع	36	100



مخطط رقم (1) يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة.

تم وضع جميع الأسطوانات في قواعد اكريلية لسهولة العمل.

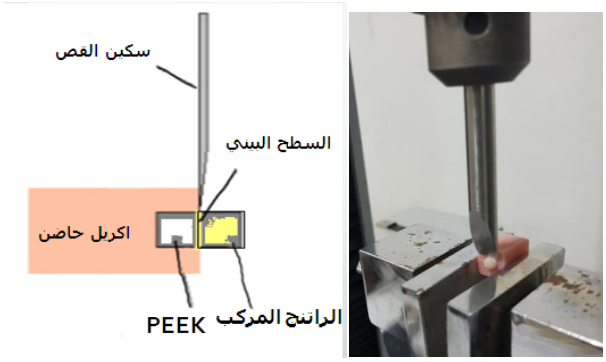


شكل رقم (2) أسطوانات PEEK وبعد وضعها في قاعدة الكريلية.

وتم تطبيق حمض فلور الماء بتركيز 10% على سطوح أسطوانات المجموعة الأولى مدة دقيقتين، كما رُملت سطوح أسطوانات مجموعة الثانية (مجموعة الترميل) بواسطة تيار من ذرات أكسيد الألمنيوم بحجم 50 ميكرون من خلال مرملة على بعد 1سم مدة 15 ثانية وبضغط 6 بار بينما تُركت المجموعة الثالثة دون معالجة كمجموعة شاهدة، ثم غُسلت المجموعات باستخدام جهاز الأمواج فوق الصوتية وجُففت وتم وضع مادة رابطة optyglaze بواسطة فرشاة خاصة بشكل متجانس وبعدها تم تطبيق الراتنج المركب (3M–Espe).

تم حفظ العينة في الماء المقطر بدرجة حرارة 37 درجة مئوية مدة 24 ساعة.

تم قياس مقاومة القص بجهاز الاختبارات الميكانيكية العام Inston 1195 بسرعة قص 1 ملم في الدقيقة وسُجلت النتائج.

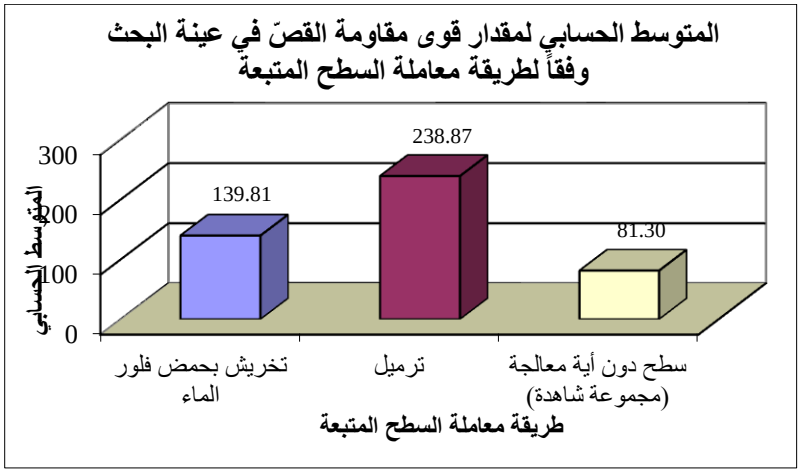


شكل رقم (2) عينة البحث أثناء تطبيق اختبار مقاومة القص.

النتائج والمناقشة:

تمت دراسة تأثير طريقة معاملة السطح المتبعة على مقاومة القص بإجراء اختبار التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقاومة القصّ بين المجموعات الثلاث المدروسة (تخريش بحمض فلور الماء، ترميل، سطح دون أية معالجة (مجموعة شاهدة))

- **إحصاءات وصفية:**



مخطط رقم (3) يمثل المتوسط الحسابي لقوى مقاومة القصّ في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح.

- **جدول رقم (2) يبين المتوسط الحسابي والانحراف والخطأ والمعياري لقيم مقاومة القصّ**

طريقة معاملة السطح المتبعة	عدد الاسطوانات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري
تخريش بحمض فلور الماء	12	139.81	33.29	9.61
ترميل	12	238.87	42.83	12.36
سطح دون أية معالجة	12	81.30	14.09	4.07

- **نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:**

جدول رقم (3) يبين نتائج اختبار تحليل التباين ANOVA

المتغير المدروس	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقاومة القصّ	72.717	0.000	**توجد فروق دالة**

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مقاومة القصّ بين

اثنتين على الأقل من المجموعات الثلاث المدروسة (تخريش بحمض فلور الماء، ترميل، سطح دون أية معالجة (مجموعة شاهدة)). ولمعرفة أي من مجموعات طريقة معاملة السطح تختلف اختلافاً جوهرياً عن المجموعات الأخرى تم إجراء المقارنة الثنائية وفق طريقة Bonferroni كما يلي:

جدول رقم (4) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق بين المجموعات

المتغير المدروس = مقاومة القصّ					
المجموعة (I)	**المجموعة (J)**	**الفرق بين المتوسطين (J-I)**	**الخطأ المعياري**	**مستوى الدلالة**	**دلالة الفروق**
تخريش بحمض فلور الماء	ترميل	-99.06	13.21	0.000	**توجد فروق دالة**
	سطح دون أية معالجة	58.51	13.21	0.000	**توجد فروق دالة**
ترميل	سطح دون أية معالجة	157.57	13.21	0.000	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 بالنسبة لجميع المقارنات الثنائية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقاومة القصّ بين المجموعات الثلاث المدروسة (تخريش بحمض فلور الماء، ترميل، سطح دون أية معالجة (مجموعة شاهدة)) في عينة البحث، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم مقاومة القصّ في مجموعة الترميل كانت أكبر من مجموعة التخريش بحمض فلور الماء ومجموعة الأسطوانات التي تُركت سطوحها دون أية معالجة (مجموعة شاهدة) كل على حدة، كما نستنتج أن قيم قوى مقاومة القصّ في مجموعة التخريش بحمض فلور الماء كانت أكبر في مجموعة الاسطوانات التي تُركت سطوحها دون أية معالجة (مجموعة شاهدة) في عينة البحث.

المناقشة:

يستخدم متعدد الإيتر إيتر كيتون PEEK في التعويضات الثابتة والمتحركة وفي تعويضات الزرع السني، ويضاهي الكثير من المواد المستخدمة من حيث التقبل الحيوي

والخصائص الفيزيائية (المشابة لنسيج العظمي) والكيميائية المرجوة من مواد التعويضات السنية [4–5] .

ولعل التحدي الأكبر لنجاح هذه التعويضات هو قوة ارتباطها مع الراتنج المغطي حيث مازالت الدراسات قليلة حول طرق تعزيز هذه الرابطة .

استُخدم في هذا البحث التخريش بحمض فلور الماء باعتباره من الحموض القوية المستخدمة في طب الأسنان كما أن الدراسات حول استخدامه لتخريش سطح متعدد الايتر ايتر كيتون قليلة جداً، أيضاً تم استخدام الترميل بأكسيد الألمنيوم بحجم ذرات 50 ميكرون حيث أظهرت بعض الدراسات فائدة الترميل لتعزيز الارتباط مع الراتنج المغطي[13]، تم تطبيق المادة الرابطة optyglaze لأهمية تطبيق المادة الرابطة لزيادة ارتباط المادة مع الراتنج [14].

بينت التحاليل الإحصائية المناسبة وجود تأثير هام لمعاملة سطح PEEK في زيادة ارتباطه مع الراتنج المركب، حيث كان لاستخدام الترميل وحمض فلور الماء دور في زيادة مقاومة القص ويعزى ذلك إلى قدرة هذا الحمض القوية على تخريش السطح وزيادة مساحة الارتباط مع الراتنج وهذا يتفق مع نتيجة Rosentritt عام 2015 الذي وجد أن التخريش الكيميائي الحمضي أدى إلى تحسن في ارتباط متعدد الإيتر إيتر كيتون PEEK مع الراتنج [13]، ولكن ذلك يختلف مع نتيجة Zhou في أن معالجة السطح بالحمض لم يكن لها دور في زيادة الارتباط وقد يُعزى هذا الاختلاف في النتائج إلى اختلاف نوع الحمض المستخدم وتركيز ومدة تطبيق الحمض [15]. كما اختلفت نتائج البحث مع نتائج دراسة الباحث Schmidlin الذي وجد أن التخريش الكيميائي تفوق على الترميل بذرات أكسيد الأمنيوم 50 ميكرون، وقد يعود ذلك لاختلاف حجم ذرات أكسيد الألمنيوم المستخدمة في كلتا الدراستين ونوع الحمض المستخدم حيث كان في دراستنا حمض فلور الماء وفي دراسته حمض الكبريت[12].

كما أظهرت هذه الدراسة أيضاً تفوق معاملة السطح الميكانيكية باستخدام الترميل على المعاملة الكيميائية، وقدرتها على زيادة الارتباط بشكل كبير وهام مع الراتنج المركب ويعزى ذلك لتأثير الترميل على زيادة مساحة وتخريش السطح والحصول على غؤورات

تعمل على تثبيت الراتنج وتزيد من ارتباطه على سطح مادة PEEK. وهذا يتفق مع دراسة Lee عام 2017 الذي وجد أن المعالجة الميكانيكية للسطح باستخدام ذرات اكسيد الامنيوم 50 ميكرون تعزز من ارتباط الراتنج المركب [16]، في حين أن ذلك يختلف مع نتيجة Hallmann وقد يعزى ذلك أيضاً إلى اختلاف معايير الترميل من حيث حجم الذرات والضغط المستخدم أثناء الترميل[17].

الاستنتاجات والتوصيات:

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى النقاط التالية:

–كان لمعاملة سطح متعدد الإيتر إيتر كيتون بالتخريش الكيميائي والميكانيكي دور في زيادة ارتباطه مع الراتنج المركب.

– أظهرت معاملة السطح بالترميل بذرات أكسيد الألمنيوم أفضل قوة ارتباط مع الراتنج المركب المغطي.

– نوصي باستخدام الترميل كطريقة سهلة وفعالة لمعاملة لسطح متعدد الإيتر إيتر كيتون قبل تطبيق الراتنج المركب.

المراجع

References

1. Monich PR, Berti FV, Porto LM, et al. 2017 Physicochemical and biological assessment of PEEK composites embedding natural amorphous silica fibers for biomedical applications. **Mater Sci Eng** ; Vol .79:354-62.

2. Najeeb S, Zafar MS, Khurshid Z, Siddiqui F. 2016 Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. **J Prosthod Res**; Vol .60:12-9.

3. Ma R, Tang T. 2014 Current strategies to improve the bioactivity of PEEK. **Int J Mol Sci**; Vol .15:5426-45.

4. Schwitalla AD, Spintig T, Kallage I. 2015 Flexural behavior of PEEK materials for dental application, **Dental Materials;** Vol.31:1377-1384.

5. Kurtz SM, Devine JN. 2007 PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants ,**Biomaterials**;VOL.28:4845-4869.

6. Toth JM, Wang M, Estes BT, et al. 2006 Polyetheretherketone as a biomaterial for spinal applications. **Biomaterials**. ; Vol 27: 324–334.

7. Santing HJ, Meijer HJ, Raghoebar GM. 2010 Fracture strength and failure mode of maxillary implant-supported provisional single crowns: a comparison of composite resin crowns fabricated directly over PEEK abutments and solid titanium abutments, **Clin Implant Dent Relat Res**; Vol.14:882-889

8. Zoidis P, Papathanasiou I, Polyzois G. 2015 The Use of a modified poly ether ether ketone (PEEK) as an alternative framework material for removable dental prostheses. A clinical

report , ***J Prosthet Dent***; Vol. 25:580-84.

9. Zoidis P, E Bakiri E, G Polyzois G. 2017 Using modified polyetheretherketone (PEEK) as an alternative material for endocrown restorations: A short-term clinical report, **The Journal of prosthetic dentistry**; Vol. 117. 335-339.

10. Stawarczyk B, Beuer F, Wimmer T, et al. 2013 Polyetheretherketone-A suitable material for fixed dental prostheses, **J Biomed Mater Res B Appl Biomater**; Vol.101:1209-1216.

11. Stawarczyk B, Taufall S, Roos M, et al. 2018 Bonding of composite resins to PEEK: the influence of adhesive systems and air-abrasion parameters **Clin Oral Invest;** Vol. 22: 763-774.

12. Schmidlin PR, Stawarczyk B, Wieland M, Attin T, Hämmerle CH, Fischer J. 2010 Effect of different surface pre-treatment and luting materials on shear bond strength to PEEK, **Dent Mater**; Vol.26:553-559.

13. Rosentritt M, Preis V, Behr M, et al. 2015. Shear bond strength between veneering composite and PEEK after different surface modifications **,Clin Oral Invest**, Vol. 19: 739-746.

14. Pourkhalili H, Rezaei M, Soltankarimi V,et al .2016 Effect of Different Surface Treatment on Shear Bond Strength of Veneering Composite to Polyetherketone Core Material, **International Journal of Advanced Biotechnology and Research** (IJBR) Vol.7: 1116-1121

15. Zhou L, Qian Y, Zhu Y, Liu H, Gan K, Guo J. 2014 The effect of different surface treatments on the bond strength of PEEK composite materials, **Dent Mater**; Vol. 30:209-215

16. Lee KS, Shin MS, Lee JY. 2017 Shear bond strength of composite resin to high performance polymer PEKK according

to surface treatments and bonding materials, **J Adv Prosthodont**; Vol. 9:350-357.

17. Hallmann L, Mehl A, Sereno N, Hämmerle CHF. 2010 The improvement of adhesive properties of PEEK through different pre-treatments, **Appl Surf Sci**; Vol.258:7213-7218