

Effect of conditioning on microtensile bond strength of universal adhesives to primary enamel

Effekt der Phosphorsäurekonditionierung auf die Mikrozugfestigkeit von Universaladhäsiven am Milchzahnschmelz

AUTOREN: Dina Hamdy^{1,2} | Stefanie Amend¹ | Susanne Lücker¹ | Norbert Krämer¹

¹Department of Paediatric Dentistry, School of Dentistry, University Medical Centre Gießen and Marburg, Campus Gießen, Justus Liebig University Gießen, Gießen, Germany

²Department of Paediatric Dentistry and Dental Public Health, Faculty of Dentistry, Ain Shams University, Cairo, Egypt

OBJECTIVES

The present in vitro study aimed to (1) test the effect of selective acid etching of primary enamel prior to the application of universal adhesives on the microtensile bond strength (μ TBS) and (2) measure the effect of acid etching time of the primary enamel prior to the application of universal adhesives on the μ TBS.

MATERIALS AND METHODS

Approval was granted by the ethical committee of the Faculty of Medicine (Department 11), Justus Liebig University, Gießen (number—AZ: 143/09). A total of 80 caries-free freshly extracted human primary molars were collected. Roots were removed and teeth were mesiodistally sectioned (IsoMet 1000 precision saw, Bueh-

ler, ITW Test & Measurement, Leinfelden-Echterdingen, Germany) to increase the sample size. Fifty-four teeth halves were randomized into three groups based on the adhesive type: (1) 3M™ Scotchbond™ Universal adhesive (SU; 3M™ Oral Care, Seefeld, Germany); (2) Clearfil™ Universal Bond Quick (CU; Kuraray Noritake Dental, Okayama, Japan); (3) iBond® Universal

Table 1 Summary of microtensile bond strength (μ TBS) values after 24 h storage in distilled water

Tabelle 1 Zusammenfassung der Mikrozugfestigkeitswerte (μ TBS) nach 24-stündiger Lagerung in destilliertem Wasser

Groups	Number of sticks	Mean μ TBS (MPa)	Standard Error	Confidence interval	
				Lower limit	Upper limit
SU-SG1	57	11.98 ^a	1.36	9.20	14.75
SU-SG2	62	34.93 ^{b,c}	1.79	31.34	38.51
SU-SG3	56	29.15 ^b	1.60	25.91	32.38
CU-SG1	58	9.32 ^{a,d}	1.09	6.96	11.69
CU-SG2	61	30.40 ^b	1.61	27.15	33.65
CU-SG3	62	25.51 ^{b,c}	1.36	22.72	28.30
iBU-SG1	67	16.91 ^{a,d}	1.70	13.50	20.32
iBU-SG2	62	28.90 ^b	1.47	25.93	31.86
iBU-SG3	62	28.24 ^b	1.43	25.32	31.16

a,b Different superscript letters indicate significant differences within the same adhesive, c,d Different superscript letters indicate significant differences between the different adhesives. Linear mixed effects model (REML), Sidak ($p < 0.05$)

SU-SG1 Scotchbond Universal applied passively in self-etch mode, SU-SG2 Scotchbond Universal applied passively preceded by 15 s phosphoric acid etching, SU-SG3 Scotchbond Universal applied passively preceded by 30 s phosphoric acid etching, CU-SG1 Clearfil Universal Bond Quick applied passively in self-etch mode, CU-SG2 Clearfil Universal Bond Quick applied passively preceded by 15 s phosphoric acid etching, CU-SG3 Clearfil Universal Bond Quick applied passively preceded by 30 s phosphoric acid etching, iBU-SG1 iBond Universal applied passively in self-etch mode, iBU-SG2 iBond Universal applied passively preceded by 15 s phosphoric acid etching, iBU-SG3 iBond Universal applied passively preceded by 30 s phosphoric acid etching

Zitierweise: Hamdy D, Amend S, Lücker S, Krämer N (2023) Effect of conditioning on microtensile bond strength of universal adhesives to primary enamel.

Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd · 45:20-22 · <https://doi.org/10.1007/s44190-023-0640-y>

Eingereicht: 25.01.2023 / Angenommen: 27.01.2023 / Online publiziert: 09.03.2023 · © Der/die Autor(en)

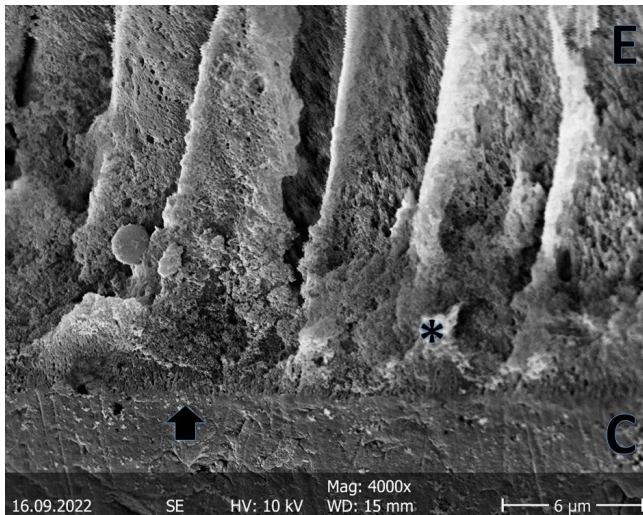


Figure 1 Exemplary scanning electron microscope (SEM) image of the adhesive zone of a specimen treated with Scotchbond™ Universal adhesive (3M™ Oral Care, Seefeld, Germany) preceded by enamel conditioning for 30 s at 4000× magnification. To prepare samples for SEM images, the enamel of all specimens was demineralized with 36% phosphoric acid, dried and sputtered with gold. The adhesive layer is clearly visible without noticeable damage, and numerous well-formed resin tags can be seen. C composite, E enamel, asterisk resin tag, arrow adhesive joint

Abbildung 1 Exemplarische Darstellung der Adhäsivschicht einer mit Scotchbond™ Universal (3M™ Deutschland GmbH, Seefeld, Germany) behandelten Probe im Etch-and-Rinse-Verfahren (Orthophosphorsäurekonditionierung für 30 s) mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) bei 4000facher Vergrößerung. Zur Probenvorbereitung wurde der Milchzahnschmelz mit 36 %iger Orthophosphorsäure konditioniert, getrocknet und mit Gold besputtert. Die Adhäsivschicht ist deutlich sichtbar, frei von Defekten, und es sind zahlreiche, gut ausgeformte Kunststofftags zu erkennen. C Komposit, E Milchzahnschmelz, Stern Kunststofftag, Pfeil Adhäsivschicht

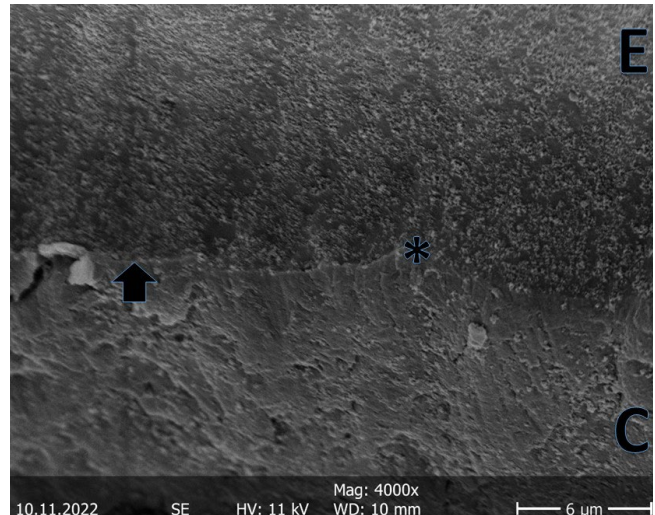


Abbildung 2 Exemplary scanning electron microscope (SEM) image of the adhesive zone of a specimen treated with Scotchbond™ Universal adhesive (3M™ Oral Care, Seefeld, Germany) without enamel conditioning at 4000× magnification. The adhesive layer shows several cracks and bubbles, and the resin tags are rudimentary. C composite, E enamel, asterisk rudimentary resin tag, arrow adhesive joint

Figure 2 Exemplarische Rasterelektronenmikroskop(REM)-Darstellung der Adhäsivschicht einer mit Scotchbond™ Universal (3M™ Deutschland GmbH, Seefeld, Germany) behandelten Probe im Self-Etch-Verfahren bei 4000facher Vergrößerung. Die Adhäsivschicht weist einige Risse und Blasen auf bei gleichzeitig rudimentär ausgeformten Kunststofftags. C Komposit, E Milchzahnschmelz, Stern rudimentär ausgeformter Kunststofftag, Pfeil Adhäsivschicht

adhesive (iBU; Heraeus Kulzer, Hanau, Germany). Aprismatic enamel was removed, and the enamel surface was flattened using a yellow ring stone (Diamant FG878EF, 012G, Busch, Engelskirchen, Germany) followed by sandpaper in two sizes P1200 and P4000 (Buehler, ITW Test & Measurement) respectively. Then, groups were subdivided according to phosphoric acid etching time (DeTrey® Conditioner 36, Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) into three subgroups (SG): SG1 (control group): 0 s; SG2: 15 s; SG3: 30 s. Afterwards, adhesives were applied passively and a composite resin build up using Filtek™ Z250 Universal Restorative System (shade: A3; 3M™ Oral Care) in a height of 7 mm was added. Samples were incubated in distilled water at 37°C for 24 h. Furthermore, samples were dissected (0.7×0.7 mm, IsoMet high speed pro precision cutter, Buehler, ITW Test & Measurement) and each stick was tested separately (μTBS, TC-550, Syndicat, Munich,

Germany). The maximum force in which the sticks fractured was recorded in newton (N) and was converted to megapascal (MPa).

Failure patterns were evaluated under light microscope (AZ100M, Nikon, Tokyo, Japan) and intact sticks, not loaded for μTBS testing, were examined under scanning electron microscope (SEM; Amray 1810, Amray, Bedford, MA, USA) to evaluate the enamel–resin interface.

Data were statistically analyzed using software SPSS 26.0 (Statistical Packages for Social Sciences, IBM Statistics, Armonk, NY, USA). Statistical evaluation of μTBS data was performed using linear mixed models (LMM) and the restricted maximum likelihood (REML) method with a level of significance set at $p < 0.05$. Pairwise comparisons of data were corrected by Sidak adjustment for multiple testing. And, percentages of fracture modes were calculated and were presented descriptively.

RESULTS

Our results showed that phosphoric acid etching enhanced the bond strength of universal adhesives to primary enamel in all the tested groups significantly ($p < 0.001$). μTBS values between subgroups etched for 15 s and 30 s did not show significant differences ($p > 0.05$). Significant differences were only found between the estimated marginal means of groups CU (9.3 MPa; 95% confidence interval [CI] 6.9–11.7) and iBU (16.9 MPa; 95%CI 13.5–20.3) in SG1 ($p < 0.029$) and between the groups SU in SG2 (34.9 MPa; 95%CI 31.3–38.5) and CU in SG3 (25.5 MPa; 95%CI 22.7–28.3; $p < 0.005$; **Tab. 1**).

The most common total fracture mode of all subgroups was the adhesive fracture (74.8 %), followed by mixed fracture in both adhesive and enamel (14.1 %). SEM images showed cracks and voids in the adhesive layer of all adhesives used in the self-etch mode, while groups treated with

phosphoric acid showed a clearly visible adhesive layer without noticeable damage, and numerous resin tags (Figs. 1 and 2).

CONCLUSION

Etching with phosphoric acid remains the gold standard for bonding universal adhesives to primary enamel. Moreover, the applied phosphoric acid etching time (15 vs. 30 s) showed no significant effect on the initial microtensile bond strength (μ TBS) of universal adhesives to primary enamel.

CORRESPONDING ADDRESS

Dina Hamdy

Department of Paediatric Dentistry, School of Dentistry, University Medical Centre Gießen and Marburg, Campus Gießen, Justus Liebig University Gießen
Schlangenzahl 14
35392 Gießen, Deutschland
dina.hamdy@dentist.med.uni-giessen.de
ORCID: 0000-0002-3618-7431

Funding

This study was supported by the JLU TRAINEE Program of the Faculty of Medicine at Justus Liebig University Gießen (to Dina Hamdy, July–October 2021) and by the funding program of the „Forschungsgemeinschaft Dental e. V.“ (FGD) for foreign visiting researchers (No. 01/2021, November 2021–October 2022).

Funding

Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Open Access: This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Compliance with ethical guidelines

Approval was granted by the ethical committee of the Faculty of Medicine (Department 11), Justus Liebig University, Gießen (number —AZ: 143/09).

Conflict of interest

D. Hamdy, S. Amend, S. Lückner and N. Krämer declare that they have no competing interests.

ERRATUM

Erratum: Fluoridanwendungen bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse der Ernährungsstudien KiESEL und EsKiMo II als Module von KiGGS Welle 2 (2014–2017)

Erratum: Fluoride applications of children and adolescents in Germany – Results of the KiESEL and EsKiMo nutrition studies as modules of KiGGS wave 2 (2014–2017)

Autoren: Laura Krause¹, Gert B.M. Mensink¹, Tobias Hoepfner², Oliver Lindtner², Anke Weissenborn³

¹Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring, Robert Koch-Institut, Berlin

²Abteilung Exposition, Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

³Abteilung Lebensmittelsicherheit, Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

Erratum zu: Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd 2022 · 44: 30–40

<https://doi.org/10.1007/s44190-022-0038-2>

© Der/die Autor(en) 2022

Der Artikel „Fluoridanwendungen bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse der Ernährungsstudien KiESEL und EsKiMo II als Module von KiGGS Welle 2 (2014–2017)“ von Laura Krause, Gert B.M. Mensink, Tobias Hoepfner, Oliver Lindtner und Anke Weissenborn wurde ursprünglich ohne „Open Access“ auf der Internetplattform des Verlags publiziert. Der Artikel sollte „Open Access“ veröffentlicht werden. Die „Open-Access“-Veröffentlichung wurde nun nachträglich umgesetzt. Das Urheberrecht des Artikels wurde deshalb in © Der/die Autor(en) 2022 geändert.

Dieser Artikel ist jetzt unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Funding

Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Open Access: Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Wir bitten diesen Fehler zu entschuldigen.
Die Redaktion

Die Online-Version des Originalartikels ist zu finden unter <https://doi.org/10.1007/s44190-022-0038-2>