

השוואה: דחיסה תחת לחץ במקום חריטה?

שפע של יישומים אפשריים באמצעות פולימרים מתקדמים
,Stephan Adler, Steffen Kistler, Frank Kistler
Jorg Lermer, Jorg Neugebauer



האופטימאליות, חומר זה משמש בטווח רחב של יישומים שחזוריים לא-מתכתיים (ולא בהכרח זמניים), והינו קל לעיבוד במעבדה, תוך שימוש בתהליך דחיסה תחת לחץ. במונחים של טכנולוגיה רפואית, לחומר הפוליאתר-אתר-קטון (polyether-ether-ketone) או בשמו המקוצר, PEEK, יש הצלחה מוכחת וארוכת טווח בתחום האורתופדיה. הגורמים המרכזיים העומדים מאחורי הצלחה זו הם התכונות המכניות של החומר וההתאמה הביולוגית שלו. לדוגמא, פולימר מתקדם זה משמש, בין היתר, לשתלים בעמוד השדרה, שכן תכונות החומר הספציפיות שלו עוזרות בעצירת

לכיוון החומרים הפלסטיים המודרניים, ובמיוחד לפולימרים המתקדמים, בעלי יכולות ביצוע גבוהות. לחומר הפלסטי פוליאתר-אתר-קטון (PEEK) הישגים רבים בתחום הרפואי. הודות לתכונותיו

תאמה מדויקת של החומרים לאינדקציות הנבחרות תהווה מרכיב מרכזי של הטכנולוגיה הדנטאלית בעתיד. לדוגמא, רפואת שיניים משקמת פונה יותר ויותר

Mechanical properties (DIN EN ISO 10477)

Modulus of elasticity	4,000 MPa
Flexural strength	>150 MPa (no material fracture)
Water absorption	6.5 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$
Water solubility	< 0.3 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$

Mechanical properties after thermocycling 10,000 cycles, 5°C/55°C (based on DIN EN ISO10477)

Modulus of elasticity	4,000 MPa
Flexural strength	>150 MPa (no material fracture)

Fracture load studies of 3-unit bridges

Maximum load without fracture (after storage in water for 24 h, 37°C)	>1,200 N
Maximum load without fracture (after mechanical and thermal alternating loads, 1.2 mn x 50 N, 10,000 x 5 °C / 55 °C)	>1,200 N

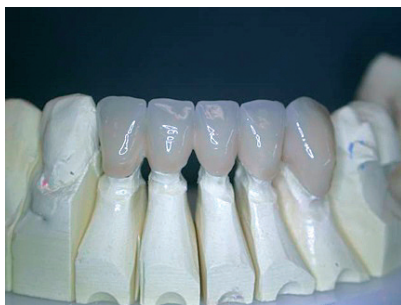
Additional properties

Melting range (DSC)	approx. 340 °C
---------------------	----------------

בקנה אחד עם התהליכים המוכרים לטכנאי שיניים. למרות תכונות החומר – כדוגמת גמישות דומה לעצם, אפקט ספיגת זעזועים, התנגדות לשחיקה, עייפות חומר נמוכה, התאמה ביולוגית, או הצטברות פלאק נמוכה – המבטיחות מאוד במונחים של העדפת עומסים גבוהים יותר, במיוחד עם טכניקות העמסה, יש לקדם מחקרים נוספים על התוויות דנטליות אחרות, לצורך איחוד כל הנתונים המדעיים. עם זאת, בחינה מקרוב של ההליכים המעורבים רומזת שניתן להמליץ על שימוש בפולימר בעל הביצועים הגבוהים BioHPP לטכנאים ורופאי שיניים כחומר חסר מתכת וחסכוני, וכפתרון אטרקטיבי. היבט מעניין נוסף הוא קלות ביצוע תיקונים בחומר, במיוחד בהשוואה לחומרים קרמיים.

פתרון המערכת המבוססת על BioHPP כפולימר, כולל מערכת הדחיסה תחת לחץ ב-"For 2 Press", והשימוש בהם ביישום מונוליטי או עם ציפוי, מציג אלטרנטיבה אפשרית לשחזורי מתכת, ואף לשחזורי זירקוניה במונחים של שיקומים על גבי שתלים או רפואת שיניים משקמת. מכיוון שצבעו לבן, הוא פתרון אידיאלי למטרות שחזור אסטטיות. חומר ה-PEEK מאופיין ביציבות גבוהה, יכולת ליטוש גבוהה וזיקה נמוכה לפלאק. במקרים של עבודות שתלים גדולות, גמישות חומר זה יכולה לאזן במידת מה מתחים הקשורים להעמסות על העצם, מאחר וגמישותו דומה לגמישות עצם טבעית. המסיסות הנמוכה של ה-BioHPP, והתגובתיות הנמוכה שלו במגע עם חומרים אחרים, מאפשרת ל-PEEK להתאים גם למטופלים הסובלים מאלרגיות.

לסיכום, BioHPP מקדם גישות חדשות לטיפול ברפואת השיניים, המבוססות על טכניקות ייצור מוכרות. אין צורך באימון יקר וארוך עבור מערכות אלו. הערך המוסף של שחזורים אלו הוא השארת מלוא שלבי ביצוע השחזורים בתוך מעבדת השיניים, ללא צורך בעלויות השקעה גבוהות הקיימות בטכניקות החריטה. ■



הגשרים העשויים מ-BioHPP מונוליטי לא הראו שום סימנים של נזק או אובדן של חישול בנקודות המגע עם שיניים טבעיות נגדיות, למעט עקבות קטנות של שחיקה. במחקר זה אף ניכר סיוע של השלד בהגנה על שארית מערכת השיניים. כוח הכפיפה שהושג מראה כי החומר יכול לשמש לשחזורים סופיים, בין אם מצופה או מונוליטי. אינדיקציות ה-BioHPP אושר על ידי היצרן לכיפות בודדות, לגשר של שתי יחידות, לגשרים של שלוש יחידות (ועד פונטיק אחד), ולגשרי ארבע יחידות (עד שני פונטיקים) – כולם מונוליטיים או עם ציפוי, כמו גם לעבודות טלסקופיות, לכיפות בודדות, ולמבנים משניים הקשורים לתותבות נתמכות על בר.

בשלב זה ה-BioHPP טרם אושר לייצור שתלים, מבני שורש, או שלדים עם יותר משני חלקי ביניים. עבור חולים עם תקלות אורו-מנדיבוליות, היצרן ממליץ על מבנים אנטומיים מלאים (עם הגנות אחוריות) העוברים תהליך דחיסה תחת לחץ, בצרוף עם ציפוי קומפוזיט לאביאליים או בוקאליים, כאשר, במקרים אלו, המעבר בין המשטח הפונקציונאלי לציפוי האסטטי חייב להיות נטול מתחים. כמו כן, אין להמס את ה-BioHPP יותר מפעם אחת, שכן ביצוע פעולה זו תפגע בתכונותיו. הניסיון ארוך הטווח ברפואה אנושית, והתוצאות החיוביות של מחקר עומס הלעיסה מעידים כי ניתן לצפות לתוצאות מרשימות בהתוויות המאושרות. השימוש בחומר זה עבור מבנים הינו קל, ועולה

הלחץ המתעצם בגבולות בין העצם לבין השתל השדרתי. מכיוון שהחומר מאד יציב, ניתן לכסותו בציפויים, ובכך יכול לשמש גם כחומר לשלדים ברפואת השיניים. יתרון נוסף הוא שקיפותו של ה-PEEK בצילומי רנטגן, אשר תורמת ליכולת המעקב בתהליך הטיפול ומאפשרת ביצוע אופטימאלי של רפואת השיניים.

חברת bredent (המבוססת בגרמניה) פיתחה פולימר PEEK מתקדם בעל ביצועיים גבוהים בשם BioHPP, לשימוש כחומר שלד ברפואת השיניים ובעל אפשרות ציפוי והתאימה אותו לטכניקת הדחיסה תחת לחץ. משמעות הפיתוח והשימוש בחומר זה הינה שמעבודות שיניים יכולות לעבד חומר זה יותר בקלות, ובנוסף – בהתייחס לעלויות ההשקעה הנדרשות במעבר לטכנולוגיית החריטה – בעלויות יותר נמוכות גם ממתכות לא אצילות, מטיטאניום או מחרסינות.

הפולימר BioHPP, שאושר לשימוש ברפואת שיניים כאמ"ר מסוג CLASS IIa, הינו חומר גבישי למחצה ובעל פיגמנט תרמו-פלסטי. חומר הבסיס שלו הינו PEEK ומכיל בנוסף כ-20% חלקיקי חרסינה. חומר ה-BioHPP הינו בעל גמישות זהה (MODULUS - E) לעצם טבעית – שכן הינו בעל מודולוס של אלסטיות באזור ה-4 GPa – המסייעת לתיווך לחץ שעלול להתפתח במערך הלעיסה, ומפחיתה את המתחים בו – תכונה מבורכת כשלעצמה, במיוחד בהתייחס לשלדים ארוכים בעלי מספר יחידות רב. השפעות לא רצויות על העצם גם הם יכולות להיות מאוזנות במידת מה עקב תכונת חומר זו – המקבלת משנה חשיבות בעבודות עם שתלים. בנוסף, ה-BioHPP מתאים במיוחד למתראים עם אלרגיות, מאחר שמסיסות החומר במים נמוכה במיוחד וקטנה מ-0.3 μg/mm³. כמו כן, תגובותיו עם חומרים אחרים נמוכות במיוחד. ה-BioHPP מגיע בגרנולים או בגלילים של 4 גר'.

מחקר סימולציה של כוחות לעיסה שנערך באוניברסיטת רגנסבורג, גרמניה, מצא שכל