SUIO Sociedad Uruguaya de Investigación Odontológica

Odontoestomatología
DOI: 10.22592/ode2026nesp1e755

Predicción de la longevidad de restauraciones dentales mediante inteligencia artificial: un enfoque de aprendizaje automático para análisis de supervivencia

INVESTIGACIÓN

Predicting longevity of dental restorations using artificial intelligence: a survival machine learning approach

Resumen

Objetivos: Desarrollar y evaluar modelos de aprendizaje automático para análisis de supervivencia de restauraciones.
Metodología: Este estudio retrospectivo de predicción pronóstica utilizó registros electrónicos de pacientes provenientes de consultorios odontológicos de los Países Bajos. El desenlace fue el fracaso de la restauración, definido como cualquier intervención restauradora posterior que afectara las mismas superficies restauradas. Los predictores incluyeron variables del paciente, del diente y de la restauración. Los datos faltantes se trataron mediante Imputación Múltiple por Cadenas de Ecuaciones. Las variables categóricas fueron codificadas mediante one-hot encoding y las continuas normalizadas con puntuación z. Los datos se dividieron en entrenamiento (80%) y prueba (20%). Se evaluaron tres algoritmos de supervivencia: Gradient Boosting Survival (GBS), Random Survival Forests (RSF) y Survival Support Vector Machine (SSVM). El rendimiento se evaluó mediante AUC dependiente del tiempo, C-index, IPCW C-index y puntuación de Brier.
Resultados: Se incluyeron 115.522 restauraciones de 23.561 individuos. En el conjunto de prueba no se observaron diferencias relevantes entre los modelos. SVM alcanzó AUC=0,75 (IC95%:0,72–0,77), C-index=0,74 e IPCW C-index=0,74. RSF obtuvo AUC=0,75 (IC95%:0,72–0,77), C-index=0,74, IPCW C-index=0,73 y Brier=0,02. GBS alcanzó AUC=0,71 (IC95%:0,68–0,74), C-index=0,71, IPCW C-index=0,69 y Brier=0,02. El análisis de equidad mostró desempeño similar entre sexos y niveles socioeconómicos, sugiriendo sesgo algorítmico limitado. SHAP identificó el molar, el estado general de salud, la edad y el uso de prótesis como los predictores más influyentes.
Conclusiones: Los modelos de aprendizaje automático para supervivencia mostraron buen rendimiento predictivo y comportamiento equitativo.

AUTORÍA

Luiz Alexandre Chisini [1 2]
Luana Carla Salvi [1 2]
Ewald Bronkhorst [2]
Mark Laske [2]
Fausto Medeiros Mendes [2]
Maximiliano Cenci [2]

1 Universidad Federal de Pelotas, Brasil.

2 Universidad de São Paulo, Brasil.

CC BY

Palabras clave: Inteligencia Artificial; Aprendizaje Automático; Análisis de Supervivencia; Restauración Dental; Longevidad

Odontoestomatología
DOI: 10.22592/ode2026nesp1e755

Resume

Objective: to develop and evaluate machine learning survival models for predicting restoration longevity.
Methods: This retrospective prognostic prediction study used electronic patient records from general dental practices in the Netherlands. The outcome was restoration failure, defined as any subsequent restorative intervention affecting the same restored surfaces. Candidate predictors included patient-, tooth-, and restoration-level. Missing data were handled using Multiple Imputation by Chained Equations. Categorical variables were one-hot encoded, and continuous variables were normalized using z-score. Data were split at the individual level into training (80%) and testing (20%) sets. Three survival machine learning algorithms were evaluated: Gradient Boosting Survival (GBS), Random Survival Forests (RSF), and Survival Support Vector Machine (SSVM). Performance was assessed using time-dependent AUC, concordance index (C-index), IPCW C-index, and Brier score.
Results: All three materials are expected to exhibit comparable physicochemical and biological properties. This study will provide scientific evidence on a clinically active material that currently lacks formal characterization, contributing to the validation of its potential as an odontological biomaterial.
Conclusions: Machine learning survival models demonstrated good predictive performance and equitable behavior.

Key Words: Artificial Intelligence; Machine Learning; Survival Analysis; Dental Restoration; Longevity