Biokompatibilität konfektionierter und 3D-gedruckter funktionskieferorthopädischer Apparaturen – eine In-vitro-Analyse

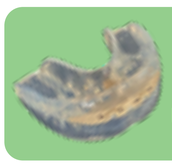
Julia Camilla Bulski, Jule Körner, Claudia Welte-Jzyk, Vanessa Knode, Christina Erbe

Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Poliklinik für Kieferorthopädie, Mainz, Deutschland

Einleitung

Funktionskieferorthopädische Geräte wie konfektionierte, silikonbasierte myofunktionelle Trainingsgeräte (eruption guidance appliances, EGAs) werden häufig zur Behandlung sich entwickelnder Dysgnathien während des Wachstums eingesetzt. Aktuelle Studien zeigen, dass konfektionierte Geräte den Patientenkomfort und die Handhabung verbessern, während der praxisinterne 3D-Druck eine flexible und kosteneffiziente Herstellung ermöglicht (1, 2). Der Druckprozess kann jedoch die Oberflächeneigenschaften und die Biokompatibilität der Materialien beeinflussen (3, 4). Darüber hinaus deuten klinische Beobachtungen darauf hin, dass konfektionierte, silikonbasierte Geräte häufig mit unangenehmem Geschmack und Geruch einhergehen, was die Compliance der Patienten beeinträchtigen kann. Die vorliegende In-vitro-Studie untersucht, ob direkt 3D-gedruckte Geräte aus lichthärtendem Kunststoff eine geeignete Alternative zu konventionellen, silikonbasierten EGAs darstellen, und bewertet deren potenziell zytotoxische Wirkung auf Zellen der Mundschleimhaut.

Material und Methoden



Material A I Medizinisches Silikon (ISO 10993)

LM Activator™ 2 (Low Short Narrow Reinforced 55), LM-Dental™, LM-Instruments Oy, Parainen, Finnland



Material B I Polydimethylsiloxan + Hilfsstoff

Ortho Prevent Aligner DB-W, Dr. Hinz Dental mbH & Co. KG, Herne, Deutschland

Material C I keine Herstellerangaben

EF T Pro, Orthoplus®, Igny, Frankreich



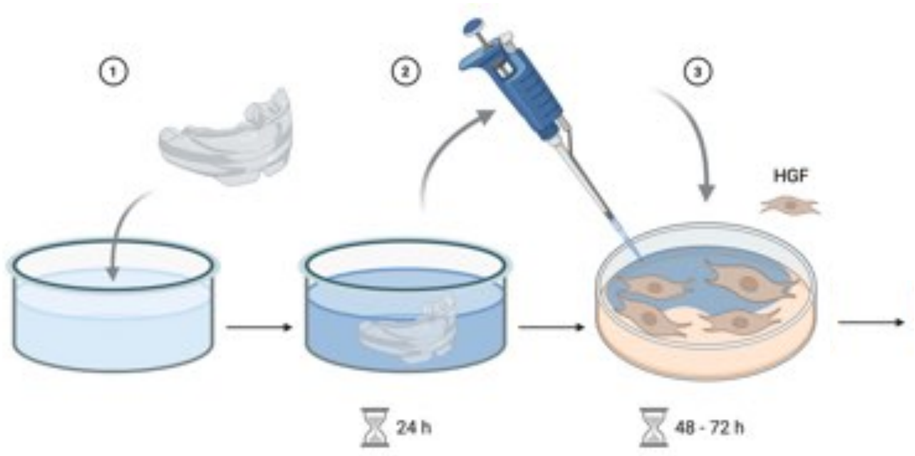
3D-gedruckt A – C I methacrylatbasierter Kunststoff

3D-gedruckter EGA (Tera Harz TE-151), Graphy Inc., Seoul, Südkorea



Schritt 1 I Inkubation der EGAs im Medium

- **Zellviabilität:** Wirkung des mit Prüfkörpern konditionierten Mediums
- Humane gingivale Fibroblasten (HGF): Zellstoffwechsel (Reduktionskapazität)



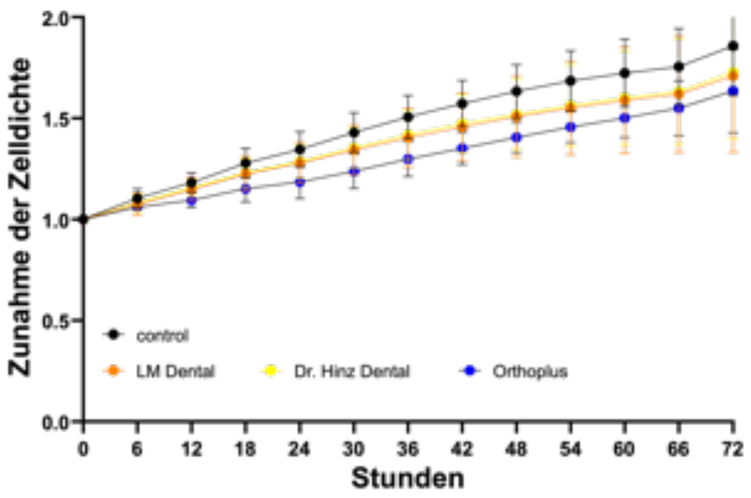
Schritt 2 I In-vitro-Zytotoxizität (EN ISO 10993-5:2009)



- **AlamarBlue** (zellpermeabler Redoxindikator): kolorimetrische quantitative Auswertung
- Reduktion von Resazurin zu Resorufin (Emission bei 600 nm)

Ergebnisse

a I konfektionierte EGAs - Material A-C



b I 3D-gedruckte EGAs - 3D gedruckt A-C

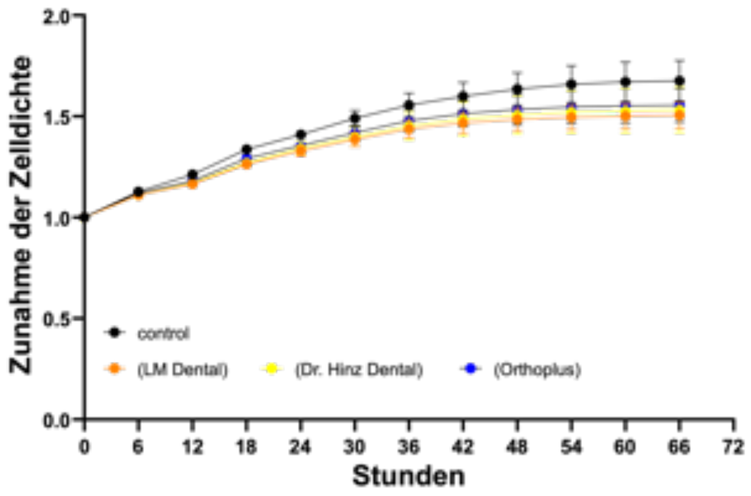


Abb. 1: Lebendzellanalyse mit IncuCyte® Live-Cell Analysis System (Sartorius AG, Göttingen, Deutschland) nach 72 Stunden für die konfektionierten (a) und die 3D- gedruckten EGAs (b).

Eine Substanz gilt als zytotoxisch, wenn die Zellviabilität um mehr als 30 % reduziert ist.

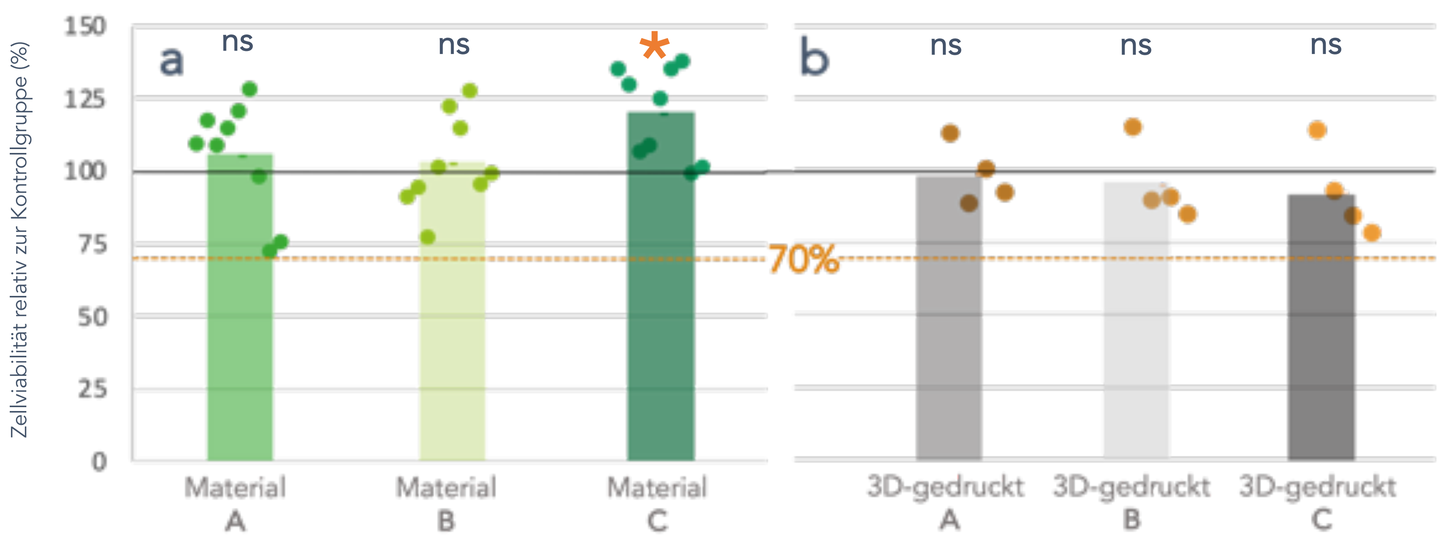


Abb. 2: Zellviabilität relativ zur Kontrollgruppe nach 24 Stunden für die konfektionierten (a) und die 3D-gedruckten EGAs (b). Kruskal-Wallis-Test * $p < 0,05$; ns (nicht signifikant)

Schlussfolgerungen

Sowohl die konfektionierten EGAs (LM Activator™ 2 Low Short Narrow Reinforced 55, LM-Dental™; Ortho Prevent Aligner DB-W, Dr. Hinz Dental mbH & Co. KG; EF T Pro, Orthoplus®) als auch die direkt gedruckten Geräte aus Tera Harz TE-151 erwiesen sich unter den geprüften Bedingungen als nicht zytotoxisch. Die Zellviabilität humaner gingivaler Fibroblasten lag durchgehend oberhalb des in EN ISO 10993-5 definierten Schwellenwerts.

Literatur:

1. Lanteri V et al. Skeletal and dento-alveolar changes obtained with customised and preformed eruption guidance appliances after 1-year treatment in early mixed dentition. Eur J Paediatr Dent. 2023;24(3):180–187.
2. Kujirai K et al. 3D Printer-Assisted Layered Fabrication of a Novel Appliance for Oral Myofunctional Therapy and Functional Evaluation of Its Effects on Orofacial Muscles During Wear. Cureus. 2024;16(4):e59228.
3. Bleilöb M et al. Biocompatibility of variable thicknesses of a novel directly printed aligner in orthodontics. Sci Rep. 2025;15(1):3279.
4. Bleilöb M, et al. Biocompatibility of a novel directly printed orthodontic aligner at variable material thicknesses. Sci Rep. 2026 ;16(1):23569.

Es besteht kein Interessenkonflikt.

julia.bulski@unimedizin-mainz.de