

【目的】 近年、デジタル技術による補綴装置の設計・製作が普及し、3D プリント義歯が臨床応用されている。しかし、義歯床用 3D プリントレジンは従来の義歯床用材料と比較して機械的強度が低い。先行研究では、義歯床用 3D プリントレジンにフィラーやガラス繊維などの補強材を添加する方法が考えられたが、このような補強材は高コストかつ、審美性を損ねることから臨床的に好ましくない。さらに、このような補強材を添加した材料はリサイクルができないため持続可能な開発目標 (SDGs) が低く、将来的に規制される可能性がある。

そこで、本研究ではバイオマス材料として自然界で豊富に入手可能なため低コストで、優れた生体適合性を持つセルロースナノファイバー (CNF) に着目した。CNF は、①高強度、②軽量、③高弾性、④低熱膨張性、⑤優れた生体適合性、⑥植物由来の再生型資源、⑦透明性等の特徴を合わせ持つため、先行研究で調査した補強材と比較して優位性が高い。本研究の目的は、義歯床用 3D プリントレジンの機械的物性の改善に対する CNF 添加量の最適化である。

【方法】 CNF をそれぞれ 0 (コントロール)、0.5、1.0、1.5、2.0 wt% の濃度で義歯床用 3D プリントレジンに添加し、攪拌機で混ぜ合わせた後、真空ポンプを用いて脱泡した。試験片は、DLP 式の 3D プリンタを用いて、z 軸に対して 0° の造形方向と 100 μm のプリント層厚でプリントした (n=6)。試験片をプリント後イソプロピルアルコールで洗浄し、後重合を行った。最終研磨を行った後、試験片を 37 \pm 1°C の蒸留水に 24 時間浸漬した。各グループの試験片について、三点曲げ試験、ビッカース硬さ試験、吸水・溶解試験、および着色試験を実施した。統計解析は、得られた曲げ強さ (FS)、弾性率 (FM)、ビッカース硬さ (VH)、吸水量 (W_{sp})、溶解量 (W_{sl})、および色差 (ΔE) の平均値について、Tukey の多重比較検定を行った ($\alpha=0.05$)。

【結果】 FS は CNF を添加した群 (0.5、1.0、1.5、2.0 wt%) とコントロール群の間で有意差が認められ、0.5 wt% が最も高い FS を示した。FM は全群で有意差は認められなかった。VH は 1.0 wt% と 1.5 wt% 群が有意に高い値を示し、1.0 wt% が最も高い VH を示した。 W_{sp} は CNF を添加するにつれて大きくなり、CNF を添加した群 (0.5、1.0、1.5、2.0 wt%) とコントロール群の間で有意差が認められた。 W_{sl} は全群で有意差は認められなかった。 ΔE は CNF を添加するにつれて小さくなり、0 wt% (コントロール) と 0.5 wt% 群が有意に高い ΔE を示した。以上の結果を総合して、限定された条件下ではあるが、義歯床用 3D プリントレジんに 0.5 wt% または 1.0 wt% の CNF を添加することにより機械的物性が向上することが示唆された。

本研究の概念図

