

# 局部膺復體人工植牙型式之應力分析

黃恆立 張志涵\* 柯慶昌<sup>1</sup> 林峻立<sup>2</sup> 黃振勳<sup>3</sup>

國立成功大學醫學工程研究所

<sup>1</sup>美國明尼蘇達大學牙科生物材料暨力學研究中心

<sup>2</sup>長庚大學機械工程系所

<sup>3</sup>國立成功大學醫學院牙醫學系牙醫學科

收件日期 2002 年 8 月 3 日；接受日期 2002 年 11 月 14 日

## 摘 要

人工牙根周圍齒槽骨流失是造成局部膺復體人工植牙植入後失敗的主要現象，由咬合力所造成之過度負荷乃是導致骨質流失重要原因之一，曾有學者提出改變人工牙根排列的型態可以降低齒槽骨之受力，目前此方式之臨床效果與生物力學的機制仍不是十分清楚。本研究的目的是要建立一精確的局部膺復體人工植牙的三維有限元素模型，探討(1)不同咬合型態下、(2)不同植牙型態(in-line 以及 off-line)下，對人工牙根本身及周圍骨組織所產生的影響。結果指出齒尖處承受一斜向咬合力會比齒窩處承受一垂直向下的咬合力得到高的應力值分佈，顯示不同咬合型態對局部膺復體人工植牙的應力分佈有明顯的影響。在與 in-line implants 的比較下，改用 off-line implants 植入方式並無法有效降低人工牙根周圍齒槽骨的高應力值，此結果與之前學者之研究有所不同，其差異在於之前學者之研究並無將下顎骨之幾何外型的因素考慮在內，因此下顎骨幾何外型對局部膺復體人工植牙之植牙型態的效果應有重要影響。本研究之結果可對不同植牙型態的局部膺復體人工植牙在基本力學傳遞機制與應力分佈上有較完整的認識，期望提供此方面在臨床治療上的參考。

**關鍵詞：**局部膺復體人工植牙、過度負荷、有限元素分析

## 前 言

局部膺復體人工植牙之技術應用於後牙區局部缺牙的修復，在近十年來已有越來越多的醫療症例，對於局部膺復體之人工植牙植入後的問題逐漸受到重視。在結構上，局部膺復體人工植牙其上方假牙是相連的且由數根人工牙根作支撐，因此在假牙上所承受任何一點之咬合力，皆會對各個人工牙根與其周圍的骨質造成不同程度的受力影響，與單顆植入之人工牙根的類型相比，其力學行為較為複雜；曾有研究報告指出[1]，局部膺復體人工植牙相對於其他植牙類型而言，其植入失敗率較高，當中的原因除了局部膺復體人工植牙常見植入於後牙區，而後牙區原本就具有較大的咀嚼咬合力外，另一方面此咬合力在結構本身所產生之彎曲力矩(bending moment)，容易造成骨質的過度負荷(overloading)，對人工牙根組件本身與其周圍的骨質皆會產生嚴重的影響，甚至造成植入的失敗，當中包括：人工牙根周圍骨整合流失而導致植後的不穩定[2,3,4,5,6,7]，或人工牙根的組件鬆脫、斷裂而必須加以更換[2,8,9]，因此，如何進一步的探討局部膺復體人工植牙之力學行為就顯得相當重要。

曾有學者以槓桿作用(leverage)就局部膺復體人工植牙之各個人工牙根的受力大小進行簡單的力學推導[10]，但此種方式僅可得知各個人工牙根本身的負荷，而不能瞭解至人工牙根周圍骨質的受力狀況，且對於人工牙根植入數目為三根以上之局部膺復體植牙類型而言，以力學推導的方

式來探討就顯得較為困難。有限元素方法進行局部膺復體之人工植牙的應力分析是近年來熱門的研究方式，當中已有學者發現了人工牙根周圍骨質的流失與骨質應力、應變的分佈有密切的關係[14,15,16,17,18]，1998 年 Barbier 等學者[19]進行了一連串相關於局部膺復體人工植牙之動物實驗與有限元素分析，發現人工牙根周圍骨質進行高骨質重塑(bone remodeling)行為的區域，有骨質流失的情況產生，且此區域在有限元素模擬中皆為高應力集中區，似乎說明了人工牙根周圍骨質的高應力是造成局部膺復體人工植牙之骨整合流失主要的因素之一，此外，在三維有限元素模型模擬方面，1996 年 Daellenbach 等人[20]探討了局部膺復體人工植牙其人工牙根在 in-line 與 off-line 排列方式下，發現使用 off-line 排列可有效降低人工牙根本身之力與力矩；1998 年 Stegaroiu[21]分析局部膺復體人工植牙在 in-line 排列方式下，人工牙根的數目愈多可有效降低骨質的受力；2000 年 Ciftci[21]探討局部膺復體人工植牙在 in-line 排列方式下，使用之假牙材料愈軟對可降低緻密骨骨質之應力值，以上學者所建立之局部膺復體人工植牙的三維有限元素模型，其假牙與下顎骨之幾何外型與真實外型仍有段差異，其結果雖對局部膺復體人工植牙之力學傳遞機制提供了很多寶貴的資訊，但在忽略真實人體齒牙與下顎骨的複雜幾何外型下，仍無法精確的顯示人工牙根與齒槽骨之受力狀況，而給予臨床醫師在植入上的建議。

因此，本研究最主要的目的是要建立一精確的局部膺復體人工植牙的三維有限元素模型，嘗試藉由電腦斷層掃描(computed tomography; CT)所得到之影像資料，克服人體下顎骨與局部膺復體之假牙在複雜之幾何外型取得上的

\* 通訊作者：張志涵

電話：+886-6-2757575 ext.63427；傳真：+886-6-2343270

電子郵件信箱：cchang@mail.bme.ncku.edu.tw