

様式 6

論文内容要旨

題目 歯科矯正用アンカースクリー埋入時の安定性に関する生体力学的研究

著者 井上 雅秀

内容要旨

目的: 近年“スケレタル・アンカレッジ”の概念が矯正歯科治療に持ち込まれ、チタン合金製のアンカースクリーが、広く用いられるようになった。しかし、その生着率は 80-90%と補綴用デンタルインプラントの 96.3%に比較して著しく低く、その成功率の向上が喫緊の課題である。スクリー脱落との関連性が最も強いとされているものに、植立後のスクリーと歯根の近接があげられる。そこで、この問題を解決する一つの方法として、付着歯肉部から歯根方向に向かって、スクリーを斜めに埋入する、傾斜埋入が用いられる。しかし、傾斜埋入時にスクリーおよびその周囲組織に生じる応力に対する力学的な考察は未だ十分ではない。本研究では、アンカースクリーの埋入角度および荷重方向が、スクリーと周囲骨組織における発生応力に及ぼす影響について、三次元有限要素法を用いて解析した。

資料および方法: 直径 1.2mm のアンカースクリーのマイクロ CT 画像から、スクリーを歯肉および骨表面に対して垂直 (0°) に埋入したモデルを作成した。さらに、スクリーと周囲組織の交叉する角度を 15° 、 30° 、 45° と変化させ、計 4 つのモデルを構築した。各モデルにおいて、スクリーヘッドを荷重点とし、上方向 (スクリーを傾けた方向)、下方向 (上方向の反対方向)、右方向、左方向の 4 方向にそれぞれ 2 N の荷重を歯肉に平行に負荷し、皮質骨、スクリーに生じる相当応力および荷重点変位を有限要素解析ソフト NEiNastran を用いて解析した。

結果: 1. 皮質骨に発生する応力について

いずれの埋入角度、荷重方向においても、最大応力は最表層の皮質骨の突出部に認められた。下、右、左方向の荷重では、埋入角度が大きくなるほど最大応力も大きくなった。しかし、上方向の荷重では傾斜度の増加による最大応力の大きさの変化は少なく周囲皮質骨に広く分布した。

2. スクリューに発生する応力について

スクリー表面での最大応力は、埋入角度、荷重方向に関係なく、荷重方向の反対側のスクリー頸部に近接したねじの部分に集中していた。左右および下方向荷重では、埋入角度が大きくなるほど、最大応力が大きくなったが、上方向荷重では変化が小さかった。スクリー表面の最大応力は 85MPa 以下であった (チタン合金の降伏応力は 880MPa)。

3. 荷重点変位について

荷重点変位とスクリー、皮質骨に発生する最大応力の間には正の相関がみられた。変位は、下方向荷重時が最も大きく、上方向荷重で最も小さかった。

考察: スクリューの埋入角度と応力分布は密接に関連しており、埋入角度が大きくなるとスクリー表面および皮質骨での最大応力が大きくなった。したがって、応力分布の側面からは、垂直埋入が傾斜埋入より安定していると考えられる。一方、本解析では皮質骨での最大応力は 50 MPa 以下であり、過去の報告における皮質骨の降伏応力に比較して小さかった。したがって、傾斜埋入したスクリーにおいても、2 N 以下の荷重であれば、骨吸収を起こさず安全に使用できる可能性が示唆された。

荷重方向に関しては、下方向の荷重において皮質骨内に生じる応力が最大となり、傾斜角度が大きくなるほど最大応力も大きくなった。しかし臨床では、下向きに荷重することは稀である。これに対して、上方向荷重では傾斜角度が小さくなるほど、皮質骨での最大応力が大きくなった。したがって、傾斜埋入したスクリーは、上方向の荷重時に最も安定すると考えられ、前歯や臼歯の圧下に適していることが示唆された。

結論: 歯科矯正用アンカースクリーの傾斜埋入において、埋入角度や荷重方向がスクリー表面およびその周囲の皮質骨における応力分布や大きさに影響を及ぼすことが明らかになった。傾斜埋入したスクリーは、上方向の荷重時に最も安定し、2 N の荷重下ではスクリー破折、骨吸収を起こさず、安全に使用できることが示唆された。