

厚生労働科学研究費補助金（難治性疾患等克服研究事業（難治性疾患克服研究事業））
分担研究報告書

頸椎後縦靭帯骨化症の応力解析

-後方除圧後の遺残圧迫と術後後弯進行による脊髄内応力変化-

研究分担者 西田周泰，田口敏彦，寒竹 司，今城靖明，鈴木秀典，吉田佑一郎
山口大学整形外科

研究要旨 【目的】頸椎後縦靭帯骨化症(OPLL)は後縦靭帯が骨化を来し、症状が発現する。除圧法として、後方除圧の有効性が報告されているが、前方の遺残圧迫や後弯の進行で改善に乏しい症例も存在する。頸椎 OPLL の有限要素モデルを作成し、力学的に検討した。【方法】有限要素解析ソフト Abaqus /CAE を使用し、3次元脊髄モデルを作成した。脊髄前方に OPLL モデル、後方に椎弓モデルを設置、術前圧迫モデルとして OPLL で脊髄の前後径 30%の圧迫を加え、後方除圧モデルとして椎弓を後方にシフトした。その後、脊髄を 10、20、30、40、50°後弯させた後弯進行モデルを作成した。【結果】術前圧迫モデルでは、脊髄全体に応力上昇を認めたが、後方除圧モデルでは著名に応力が低下した。しかし、後弯進行モデルでは脊髄内応力が再度上昇し、後弯進行角度が大きいほど応力上昇が強かった。【考察】頸椎 OPLL において、後方除圧は有効な術式と考えられたが、前方の遺残圧迫や後弯が進行する可能性がある症例では、後方固定の追加や、前方固定も考慮に入れるべきであると考えられた。

A．研究目的

頸椎後縦靭帯骨化症（C-OPLL）の症状は後縦靭帯が骨化を来し、骨化により脊髄や神経根が圧迫され症状が発現する疾患である。C-OPLL のX線分類は津山らが提唱した分類が広く用いられているが、岩崎らは骨化パターンを台地型、山型にわけ、山型の骨化パターンでは椎弓形成の成績が劣ると報告している。頸椎 OPLL に対して、後方を除圧する椎弓形成術は優れた術式であるが、前方圧迫の遺残や後弯進行による寂々不良例も存在する。有限要素法（FEM）を使用し、山型 C-OPLL の術前圧迫モデル、後方除圧モデル、及び術後後弯進行モデルを作成し、脊髄の応力解析を行ったので報告する。

B．研究方法

灰白質、白質、軟膜からなる3次元脊髄モデルを作成した。軟膜・白質・灰白質の材料定数は、過去の牛脊髄応力緩和試験長期静止データおよび文献を参考に設定した。C-OPLL モデルを脊髄前方に設置した。脊髄後方には、C-OPLL 症例の CT - myelography より求めた椎弓の座標をプロットし、骨性要素を作成した。圧迫モデルとして、C-OPLL により脊髄の前方から後方に向けて脊髄前後径の30%の圧迫を加えた。後方除圧モデルとして、椎弓を後方にシフトした。後弯進行モデルとして、脊髄を10、20、30、40、50°後弯させた後弯進行モデルを作成した。

(倫理面での配慮)

本研究は人的な実験はない。

C . 研究結果

術前圧迫モデルでは、脊髄内応力が上昇した。後方除圧モデルでは、脊髄内応力は著明に上昇したが、後弯進行モデルでは、10°後弯進行モデルでも脊髄の特に後方に応力が上昇し、後弯角度が増すにつれ、脊髄内応力がさらに上昇した。

D . 考察

頸椎 OPLL の術後改善率の低い症例として、後方除圧後に後弯が進行した場合、遺残した骨化によるインピンジメントと、後方への不十分な後方シフトにより麻痺が生じると報告されており、このような症例の場合、前方固定への変更・追加もしくは後方固定を追加する必要があるとされる。今回の解析により、後方除圧は有効な手段であることが示されたが、後弯の進行により、特に角度が強いほど脊髄内応力が上昇することがわかった。このことから、後方除圧後に前方に遺残圧迫や不安定性があると症状が増悪する可能性、後方除圧の際、両者が症状増悪の原因となりうる場合には固定術の併用も考えるべきである。この解析の限界として、神経根や硬膜、血流評価などがなされていない点、前方 OPLL の動きがない点などが挙げられる。

E . 結論

後方除圧後に後弯の進行が予想されるもしくは除圧後も遺残圧迫がある症例では後方固定や前方固定を考慮すべきである。

G . 研究発表

Nishida N, Kanchiku T, Kato Y, Imajo Y, Yoshida Y, Kawano S, Taguchi T. Biomechanical analysis of cervical myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament: Effects of posterior decompression and kyphosis following decompression. Exp Ther Med. 2014 May;7(5):1095-1099.