

論文内容の要旨

Geometric modeling and a retrospective cohort study on the
usefulness of fascial tensile reductions in severe keloid surgery

重度ケロイド手術における筋膜減張法の有用性に関する

幾何学的モデリングと後ろ向きコホート研究

日本医科大学大学院研究科 形成再建再生医学分野

研究生 柘植 琢哉

Surgery, Vol 167 , Issue 2 (2020) 掲載

【背景】

ケロイドは、元の損傷部位を超えて増大する病的癒痕である。現在、ケロイドに対する治療法として、副腎皮質ステロイドなどの非外科的治療と外科的切除が行われる。外科的切除は通常、放射線治療との組み合わせにより行われるが、再発リスクを考慮した上で慎重に行う必要がある。

外科的切除後の再発率は、真皮への張力を減少させる特殊な縫合法を適用することにより抑制できる可能性がある。その根拠は、①組織学的に、ケロイドにおける活動性細胞は主に真皮網状層に存在すること、②局所的・物理的な応力がケロイドの発生と進行に重要な役割を果たすことである。

われわれは、ケロイド手術における真皮の張力を軽減するための縫合法として、筋膜減張法 (fascial tensile reduction : FTR) を提唱し、浅筋膜減張法 (superficial FTR : SFTR) および深筋膜減張法 (deep FTR : DFTR) を行ってきた。

重度ケロイドに対する治療戦略をさらに最適化するため、FTR による張力の変化をモデリングし、幾何学的有限要素法を用いて可視化研究を行った。また、重度の前胸部ケロイド手術における FTR の周術期および長期の効果について、後ろ向きコホート研究を行った。

【方法】

幾何学的モデリングでは、有限要素法を用いて、皮膚や軟部組織にかかる物理的応力のコンピュータシミュレーションを行った。描画ソフトウェア DISCUS を用いて、皮膚・軟部組織 2 次元モデルを作成し、有限要素法解析ソフトウェア ADINA を用いて解析を行った。ヤング率・弾性率により、各要素の物性値を、皮膚：20 kPa、脂肪：15 kPa、および深層筋膜：30 kPa として解析した。①真皮縫合単独、②真皮縫合+SFTR、③真皮縫合+SFTR+DFTR の 3 つのモデルを作成し、縫合部における張力を算出した。

後ろ向きコホート研究は、2011 年から 2016 年の間に、日本医科大学形成外科・再建外科・美容外科において外科的治療を行った前胸部ケロイド症例を対象とした。対象は、SFTR 単独または SFTR に加えて DFTR を適用 (DFTR+SFTR) の 2 群に分けられた。SFTR 単独群と DFTR+SFTR 群において、症例の特性・周術期評価・術後 18 ヶ月後の結果を比較した。術後 18 ヶ月後の結果については、Japan Scar Workshop-scar Scale (JSWSS) を用いて、ケロイドの改善率・再発率を評価した。

【結果】

幾何学的モデリングの結果、従来の真皮縫合のみでの真皮縫合部にかかる最大張力は 4700Pa であったが、SFTR を追加し真皮縫合+SFTR とした場合 573Pa と著しく低下した。さらに DFTR を追加し、真皮縫合+SFTR+DFTR とした場合、わずかに増加し 697 Pa で

あった。SFTRは真皮縫合部にかかる張力を著しく低下させること、DFTRの追加はさらなる張力低下をもたらさないことが示された。一方で、DFTRの追加により、浅筋膜縫合部にかかる張力は大きく減少した。

次に、FTRが実際のケロイド手術の結果にどのような影響を与えるかを、後ろ向きコホート研究により検証した。前胸部ケロイド手術を適用された77症例のうち、50例(64.9%)ではSFTR+DFTRが、27例(35.1%)ではSFTRのみが施行された。症例の特性については、SFTR単独群とDFTR+SFTR群における有意な差は認めなかった。周術期評価では、手術時間と出血量に有意な差はなかったものの、在院日数がDFTR+SFTR群で有意に長かった。SFTR+DFTR群では、ケロイドの完全切除を行った割合が60.0%、SFTR単独群では37.0%と、SFTR+DFTR群で有意に高かった($p=0.046$)。一方、ケロイドの消失・改善・再発を含む18ヵ月後の評価に置いて、両群間に明らかな差はなかった($p=0.670$)。

【考察】

2003年のわれわれの研究では、前胸部ケロイドでは切除(真皮縫合のみ)と放射線治療により、43.1%の再発が認められた。FTRを用いた縫合法は、前胸部ケロイドの再発を真皮縫合+SFTRで3.7%、真皮縫合+SFTR+DFTRで6.0%と著しく低下させた。また、この結果は、幾何学的解析におけるそれぞれの縫合法における真皮張力(それぞれ4700、573、697 Pa)の結果と密接に関連していると考えられる。また、DFTRの追加は再発率を低下させなかったが、浅筋膜にかかる張力を減少させることで、SFTRの手技を容易にすることができると考えられた。そのため、SFTR+DFTRは全切除を必要とする比較的大きなケロイドに適しており、SFTRのみでの減張縫合を達成することが技術的に困難な場合には有用と考えられる。