

Thesis

肋軟骨採取後の肋軟骨再生を目指した採取法の開発と 家兎を用いた実験的研究

埼玉医科大学 医学部 形成外科学

(指導：中塚 貴志 教授)

中島 康代

形成外科分野では、再建に肋軟骨を用いることがあるが術後の胸郭変形が問題となってきた。これを改善するために、軟骨膜を完全に温存し再建に用いた後の余剰肋軟骨を採取部に戻す(充填する)という新しい肋軟骨採取方法を行った。この方法に関し統計の取れた273例を対象として合併症の有無を検討した。結果は気胸と感染が1例ずつで胸郭変形は認めなかった。肋軟骨採取部位に軟骨が再生されたことで胸郭変形を防ぐことが出来たと考え、これを裏付けるために家兎を用いた実験を行った。家兎の肋軟骨を以下の方法で採取した。A. 肋軟骨膜を温存させるが余剰軟骨を充填しなかった群 B. 新しい採取法に準じて採取した群 C. 肋軟骨を膜ごと採取したコントロール群とし、それぞれ軟骨再生について検討した。Aでは石灰化を伴う軟骨再生像が得られた。Bでは充填した軟骨は生着し正常の肋軟骨様の組織が認められた。Cでは再生は全く認められなかった。この結果より、新しい肋軟骨採取法を用いるとほぼ正常の組織像を呈する軟骨が形成されることが証明された。以上より、新しい肋軟骨採取法は合併症を減少させる方法と考えられた。

緒言

形成外科の分野では、耳介や鼻形態の修正、眼瞼や眼窩床の再建などに肋軟骨移植術が用いられることが少なくない。ごく少量の採取であれば問題は少ないが、複数の肋軟骨採取後の場合は採取後の胸郭変形が生じることがある。特に小児においては成長に伴う変形の進行が危惧される。また、術中の胸膜損傷による気胸などの合併症も報告される。

著者らは、胸郭変形の原因や術中合併症の発生は採取本数によるものではなく採取方法に起因すると考え、これらを最小限にするべく新たな肋軟骨採取法を開発し、270例以上の耳介再建(小耳症)症例において施行し、良好な結果を得た。さらに、本法による肋軟骨の再生能を家兎を用いた実験により確認したのであわせて報告する。

第1章 耳介再建における新しい肋軟骨採取法

はじめに

小耳症に対する耳介再建術は、術中合併症として
医学博士 乙第1059号 平成19年6月22日(埼玉医科大学)

気胸、術後合併症として胸郭変形が問題となってきた。これまでにこれらについて多数の論文が報告されている¹⁻⁴⁾が、確実に防ぐ報告はされていない。そこで著者らは、術中、術後の合併症を最小限にとどめるために現在まで様々な工夫を行ってきた。

具体的には、軟骨採取時に軟骨膜は完全に温存し、また、以前は捨てられていた肋軟骨フレーム作成後の余剰軟骨を細かく刻み、軟骨膜を縫合してできたdead spaceを埋めるように挿入している。この新しい方法を用いた結果、肋軟骨の再生は良好で胸郭変形を認めないことが判明した。

I. 方法と対象

① 肋軟骨採取法

基本的に患側と同側の胸部から採取する。切開線は以下のようにして決定する。まず剣状突起と肋骨弓下縁の2箇所マーキングを行い、そこから等距離となるところに横切開線を描く。長さは肋骨弓の辺縁から約9cmとする。習熟すると切開線を短くすることが可能で、現在では4cm前後で採取している。7番のあたりに切開線があると採取しやすい(図1)。

まず皮膚、皮下組織の切開を行い、腹直筋と外腹斜

筋の筋膜を露出する。ついで腹直筋と外腹斜筋の間をはさみを用いて縦切開する。この際、胸腔内に穿孔するといった事故を防ぐために、はさみの刃先が軟骨の上に当たるように確認しながら行う。

採取範囲の(6番から9番まで)軟骨膜を完全に露出させると、軟骨の間には肋間筋が確認できる。軟骨の中央部に切開線をマーキングしメスにて軟骨膜を切開する。このとき深く切開すると軟骨に傷をつけてしまい、また剥離の層が深くなって適切な層で剥離できなくなってしまうので気をつける。

剥離子を用いて軟骨膜を剥離するが、軟骨の辺縁は特に違う層に行きやすいので、軟骨に剥離子を沿わせるようにして丁寧に行う。剥離し辛いときは層が異なっている証拠なので無理に同じ場所で剥離せずに、違う場所からやり直すと剥離しやすい。

なお、軟骨の裏面を剥離する際は、穿孔を避けるために、常に剥離子の先を軟骨に沿わせるようにして剥離する。これが穿孔を避けるために最も重要なポイントである。骨膜も1cmほど剥離すると軟骨を採取しやすくなる。

軟骨を切り出すときには、穿孔を防ぐためにドワイヤンなどを下敷きにしてメスにてカットする。ドワイヤンを剥離に用いると軟骨・軟骨膜を傷つけやすいので切り出しの補助にのみ使用する。切る部位は骨軟骨接合部よりも若干軟骨よりとする。

6番と7番は、接合していることが多いので、フレームを組み立てやすくするために一塊にして採取する。6,7番は肋骨側から8,9番は先端(フリーエンド)から剥離し始めると採取しやすい。同時にフレームワークを作り始められるように、6,7番から採取すると手術時間の短縮となる。以上の操作では軟骨膜は完全に温存される(図2)。

胸膜損傷が無いことを確認するために、リークテストを行う。腹直筋・外腹斜筋を筋鉤にて持ち上げ、生じた空間を生理食塩水で満たす。麻酔科医に依頼し、20~30 cmH₂Oの陽圧をかけてもらう。損傷があるときは、気泡が上がってくるので確認が容易である。

耳介のフレームワークを作成した後、余剰となった軟骨は2~3 mm角にメスにてカットする(図3)。これらの余剰軟骨を戻してから軟骨膜を縫合するのは困難であるため、我々は先に軟骨膜を4-0ナイロンを用いて5 mmおきに縫合しておき、余剰軟骨を戻すために、一部だけ縫合せずに開けておく。なお、小型の漏斗を用いると軟骨を戻すのが容易であり、余剰軟骨を戻した後、満遍なくいきわたるように、指でならしておき、挿入に用いた部分も4-0ナイロンにて縫合する。

なお、術後の疼痛を防ぐために、長時間作用するマーカイン(0.25%)を用いて、肋間神経ブロックを行う。肋軟骨一本あたり5 mlで合計20 ml使用する。これらの操作は直視下で行えるために安全であり、覚醒



図1. 胸骨剣状突起と肋骨下縁の2カ所にマーキングする。2点から等距離になったところに肋骨弓から始まる皮切ラインを真横にデザインする。



図2. 軟骨採取後の状態。軟骨膜は完全に残存させる。



図3. 余剰軟骨を2~3 mm角に刻む。

時から12~13時間の疼痛を防ぐので、術翌日からの歩行が可能である。

筋層下にペンローズドレーンを挿入し、筋肉筋膜、皮下組織をそれぞれ4-0ナイロンにて層々縫合する。真皮縫合は5-0クリアーナイロンにて行う。外表縫合はおこなわず、ステリストリップテープを貼布して終了する。

この方法で採取すると、真っ白な軟骨が採取可能である(図4)。

② 対象

1999年から秋葉病院において上記の新しい軟骨採取法を用いたが、このうち統計の取れた2001年から2004年2月までの症例273例を対象として検討した。内訳は右小耳症166例(男113例, 女53例, その内再再建例12例), 左小耳症83例(男57例, 女26例, その内再再建例12例)であった。

手術時期は、年齢が基本的に10歳以上で、胸囲が60cmに達している症例とした。

③ 術中・術後の採取部の評価方法

術中・術後合併症については、医療記録により再調査を行った。①気胸の有無 ②術後の感染 ③胸郭変形について評価した。胸郭変形については視診と触診にて行い評価した。胸郭変形の評価期間は、最短6ヶ月, 最長3年7ヶ月で、平均2年3ヶ月であった。

II. 結果

① 気胸

一例に気胸を認め、術後chest tubeが必要であった。この症例は、他院で再建が行われた後の再再建であったため、前回の肋軟骨採取部位近くから、肋軟骨を採取する必要があった。このため肋軟骨と周囲組織に癒着があり採取が困難なケースであった。



図4. 採取した肋軟骨。軟骨膜は全て残しているため、表面は真っ白である。

② 感染

一例にMRSA感染を認めた。この症例では、再開創・洗浄を行い治癒した。

③ 胸郭変形

胸郭変形を認めた症例はなかった。いずれの症例でも肋軟骨は再生されており視診・触診により確認された。写真においても、腹部の圧迫によりその辺縁が確認された(図5a, b)。

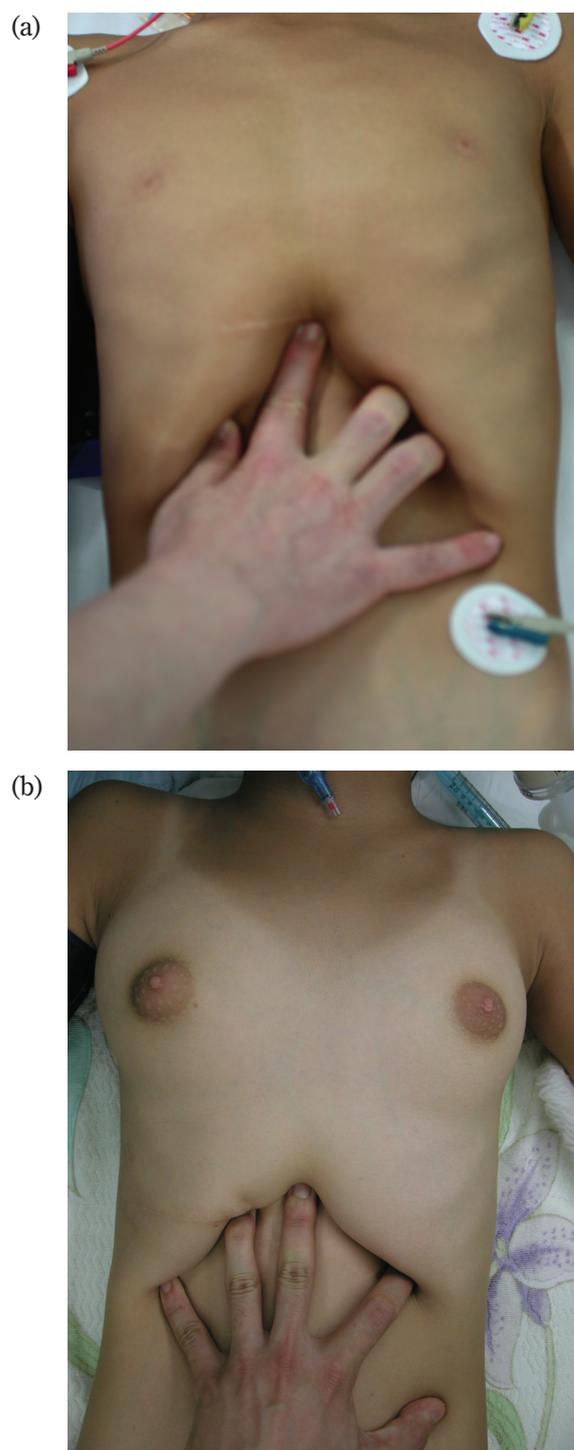


図5. いずれの症例も胸郭変形はまったく認めていない。
a, 11歳 男児 術後経過13ヶ月 b, 10歳 女児 術後経過6ヶ月

III. 考 察

気胸

Tanzerは44例中5例(11%)²⁾, Thomsonは22%³⁾に気胸を起こしたと報告している. 我々の施設では273例中1例のみ(0.36%)であった. 両者とも軟骨膜をつけたまま採取しているが^{1,3)}, 我々の方法では軟骨膜を完全に残存させており, 壁側胸膜から遠いため気胸を起こす危険性が少ないと思われた.

胸郭変形

Tanzer, Thomsonらは肋軟骨膜ごと採取しているが, Tanzerは16%¹⁾, Thomsonは25%³⁾に胸郭変形を認めたと報告している. Brentは最初の500例で, 肋軟骨膜を含めて採取しており^{5,6)}, 35.2%で, 癒痕が触知できたと報告している^{6,8)}. 彼はその後胸郭変形を少なくするために, 6番軟骨の辺縁の一部を残存させて採取しているが^{7,8)}, この方法でも肋軟骨膜を含めて採取している. しかし, 胸郭変形の原因は採取ボリュームによるものではなく, 軟骨膜をいかに完全に残すかが最も重要である. Oharaらは, 肋軟骨膜を残して採取し, 軟骨膜を縫合した結果胸郭変形を50%で認めたと報告している⁴⁾. 軟骨の採取には技術と経験が必要であるが, 彼の施設では18 case (32 graft)と症例数が少なく, 採取者が経験不足で軟骨膜を一部つけたまま採取してしまった可能性がある.

肋軟骨採取本数であるが, Tanzer, Thomsonが3本^{1,3)}, FirminはBrent法を行うときは3本, 永田法を行うときは4本としている⁹⁾が, いずれも軟骨膜をつけて採取しているので胸郭変形は必発である. これに対し永田法ではfirst stageに4本, second stageに1, 2本採取するが¹⁰⁻¹⁶⁾, 採取本数が多いにもかかわらず273例中全てに変形がなかった. これは軟骨膜を完全に残存させることで軟骨再生において最も適した培養環境とし, 余剰軟骨を挿入することで再生までのスパーサーとしての役割を持たせているからである.

Thomsonらは2~3歳で肋軟骨を採取した場合では胸郭変形の率は33%, 6~12歳では8%と報告している³⁾. Oharaらの報告でも10歳以下では63.6%, 10歳以上では20%と手術年齢により明らかな違いがある⁴⁾. つまり, 若年者では胸郭変形の確立は高くなる危険性がある. 従って, 我々は原則として, 10歳以上でなおかつ胸囲を剣状突起上で計測して60 cm以上の小耳症症例に対して, 肋軟骨移植を伴う再建術を行っている.

我々は, 軟骨を採取する際には骨軟骨接合部(costochondral junction部)ではなく若干肋軟骨よりで切離している. 目的は二つある. Snellmanは長軸方向の成長の75%が骨軟骨接合部によると報告している¹⁷⁾. そこで, 成長を妨げない目的で接合部を残している. さらに, 血腫を起こしやすくしてしまう骨

からの出血を防ぐという目的もある.

皮膚切開に関しては, Tanzer, Brent, Firmin, Thomson, Oharaらは斜切開としている^{1,9)}. 我々は初期には斜切開としていたが, 横切開と比較すると癒痕を来たしやすい傾向があるので, 現在では横切開に変えている.

IV. まとめ

胸郭変形や術後合併症の原因は, 採取本数によるものではなく採取方法に起因すると考え, 軟骨膜を完全に残存させ余剰軟骨を移植する, 新しい肋軟骨採取法を273例に行った. その結果, 気胸, 感染を最小限にし, 胸郭変形は起こさない方法であることが確認できた.

第2章 肋軟骨膜からの組織再生に関する実験的研究 — 家兎肋軟骨を用いた実験 —

はじめに

第1章において, 臨床における肋軟骨採取後に, 軟骨膜を残存させることで, 軟骨再生において最も適した培養環境とし, 軟骨再生が生じ胸郭変形が防げることを述べた.

軟骨膜自体の軟骨形成能に関しては, すでに20世紀始めに報告をみるが, 軟骨形成に関する多くの実験および臨床応用はSkoogらに負うところが大きい^{18, 20, 27, 31, 32)}. 彼らは家兎の耳介軟骨膜および家兎とイヌの肋軟骨膜を用いて, その軟骨形成能を詳細に報告し, 肋軟骨膜を用いた関節形成術を中心とする臨床応用を行っている^{18, 23)}. この中で, Engkvistらは, 肋軟骨膜の方が耳介軟骨膜より軟骨形成能に優れることを報告し, 臨床例においても肋軟骨膜を利用することを勧めている²⁰⁾. またLesterも漏斗胸の手術に際し, 軟骨切除後の肋軟骨膜から軟骨および骨が再生されたことを再手術時の所見として報告している²⁶⁾.

第2章では, 臨床における肋軟骨膜からの組織再生に対応した検討を行うため, 家兎肋軟骨膜を用いた肋軟骨切除後の欠損部の修復について実験を行った.

1. 実験材料と方法

本実験には生後6カ月で2.5~3.5 kgに成長した白色家兎を用いた. 麻酔はネンブタール静注で導入を行った後, GOF全身麻酔下の実験を行った. 実験群として, 通常の小耳症の肋軟骨採取術に準じ²⁴⁾, 肋軟骨を軟骨膜下に切除したものを10羽作成し, 5羽は軟骨膜同士を縫合した群とし, 残りの5羽は, 第1章で述べた方法に準じ, 採取した軟骨のうち1 cmの軟骨を3分割し, 軟骨膜間に戻した群とした. また, コントロール群として, 軟骨膜を肋軟骨とともに切除したものを2羽作成した. その肋軟骨欠損部の修復について

検索した。術後死亡した家兎，創部感染したものは除外し，同数を補足した。

A. 肋軟骨を切除し軟骨膜を温存した群 (5羽)

前胸部から腹部を広範囲に剃毛した。家兎を仰臥位に固定後，小耳症手術における肋軟骨採取に準じ，左側前胸部下方に斜切開を加え，7番から10番の肋軟骨を剥離・露出した。このなか2~3本の肋軟骨を選択し，メスで軟骨膜に切開を入れたあと，エレバトリウムで肋軟骨を軟骨膜下に剥離した。両断端に軟骨を残し，約2 cmの肋軟骨を採取した。創部を洗浄した後，軟骨膜の両断端を7-0ナイロンで3針縫合したあと，周囲の筋肉を4-0 Vicryl^R (Ethicon 社)で縫合したあと，2層に皮膚縫合を行った。術後12週目に5羽屠殺して，両側肋軟骨および肋骨を広範囲に採取し，Softex CSM-2形 (ソフテックス社製) を使用し軟X線撮影を行った。条件は30 KVp，15 mAで90秒間の照射を条件とした。その後，作成した軟骨欠損部において形成された検体を採取し，採取した検体は10%ホルマリン固定後，H.E.染色を行った。

B. 縫合した軟骨膜間に切除した軟骨を充填した群 (5羽)

A群と同様に，約2 cmの肋軟骨を切除した後，採取した軟骨のうち1 cmの軟骨を3分割し，均等の間隔で軟骨膜間に戻した。術後12週目に5羽屠殺して，A群と同様に軟X線撮影および検体を採取した。

C. 軟骨膜を肋軟骨とともに切除した群 (2羽)

コントロール群として軟骨膜を肋軟骨とともに切除した群を2羽作成した。術後12週目に屠殺して，A群と同様に軟X線撮影を行った。

II. 肋軟骨膜の組織像 (図6)

軟骨膜の細胞は，細長い線維芽細胞であるが，軟骨との移行部で，次第に丸い軟骨細胞に移行していく。Engkvistはイヌの肋軟骨膜において以下の3層に分離していると述べている²¹⁾。数層からなり，扁平な

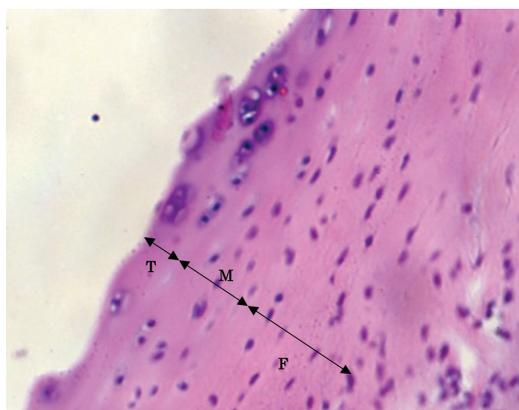


図6. 肋軟骨膜組織像 (H.E.x200)。外層 (F)，中間層 (M)，内層 (T)の3層がみられる。

線維芽細胞を有している膠原線維が疎に配列した外層 outer fibrous layer，2~3層からなり，短く，やや丸みをおびた細胞からなる中間層 median layer，そして，やはり2~3層からなり，細胞，核とも大きく丸く，しばしば一対となっている内層 inner transition layer である。家兎の肋軟骨膜においても上記と同様の3層にわかれる組織像が認められる。

III. 結果

A. 肋軟骨を切除し軟骨膜を温存した群

術後12週目の軟X線像では，全例において欠損部に石灰化像が認められた (図7, 8)。欠損部は肉眼的にかなりの部分が，やや赤みがかかった骨組織で修復されていた (図9)。組織学的には，新生された軟骨と骨の割合は，場所によりさまざまに一定せず，一部では軟骨と骨が混在し (図10)，軟骨内骨化の像も随所に認められた (図11)。一方，内腔が赤色骨髄で充たされ，正常肋骨に近い形態を示すものもあった (図12)。

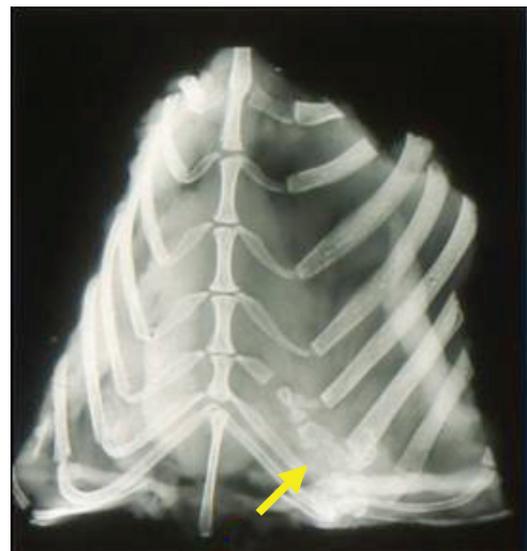


図7. 肋軟骨を切除し，軟骨膜を温存した群。術後12週目の軟X線像。矢印は新生された骨および軟骨を示す。

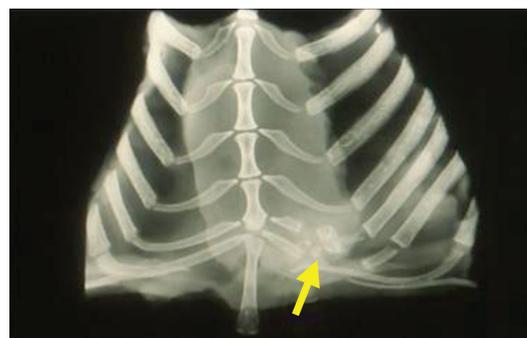


図8. 肋軟骨を切除し，軟骨膜を温存した群。術後12週目の軟X線像。矢印は新生された骨および軟骨を示す。



図 9. 術後 12 週目において採取された肋軟骨膜より再生された検体。

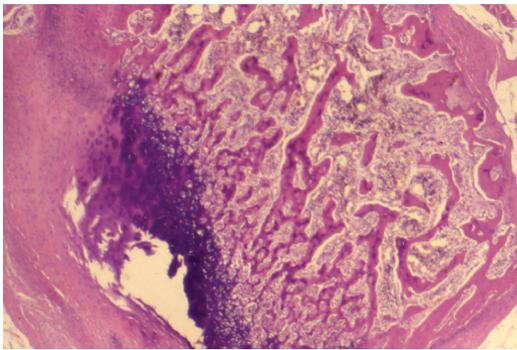


図 10. 肋軟骨を切除し、軟骨膜を温存した群 (H.E.x20). 軟骨細胞と骨組織を認め、軟骨性骨化がみられる。

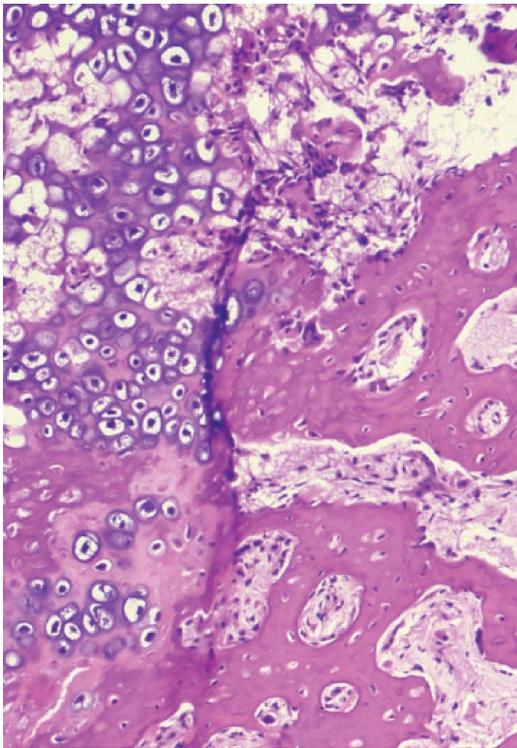


図 11. 肋軟骨を切除し、軟骨膜を温存した群 (H.E.x100). 軟骨性骨化がみられる。

B. 縫合した軟骨膜間に切除した軟骨を充填した群

術後 12 週目の軟 X 線像では、全例において通常認められる軟骨を示す陰影像が認められた (図 13). いずれの部位においても、軟 X 線像では肋骨切除部位と正常肋軟骨を区別することはできなかった. 欠損部は癒痕で覆われているが、ほとんどの部分が、白い軟骨組織が認められ、断端を確認することは出来なかった. 組織学的には、大部分は軟骨からなっていた (図 14). 再度充填された軟骨は、ほぼ正常の肋軟骨組織像を呈していた (図 15). また、ごく一部に軟骨性骨化の像や骨組織が散在しているのが認められた (図 16). しかし、内腔が赤色骨髄で充たされた肋骨に近い形態を示すものはなかった.

C. 軟骨膜を肋軟骨とともに切除した群

この群においては、術後 12 週目の軟 X 線像では、軟骨を示唆する陰影像や石灰化像は、まったく認められなかった.

IV. 考 察

1959 年、Lester は漏斗胸形成の再手術時に、初回の手術で軟骨膜下に肋軟骨を切除した部位が、再生軟骨と骨により充填されていたことを報告した²⁶⁾. Lester は以下の 2 例の報告を行っている. 1 例は 4 歳の男児で、1 歳 2 カ月時の胸骨形成および肋軟骨切除後に、肋軟骨切除部分が組織学的に線維軟骨により置き換わっていた. また、もう 1 例は 7 歳女児で、6 歳時に施行された同手術後の肋軟骨切除部が、軟骨および赤色骨髄を含む骨組織で置換されていたと報告している. 本研究では、第 1 章で報告したように、小耳症患者における肋軟骨採取時に軟骨膜を温存し、さらに余剰軟骨を充填することにより、軟骨膜からの再生組織により肋軟骨部の形態が維持されることに着目し、家兎の肋軟骨に対して同様の操作を加えて、軟骨膜の再生能に関して検討を加えた. その結果、今回の実験でも、肋軟骨を切除し軟骨膜を温存したものでは、Lester の報告の 2 例目と同様、術後 12 週目においてほぼ肋骨と

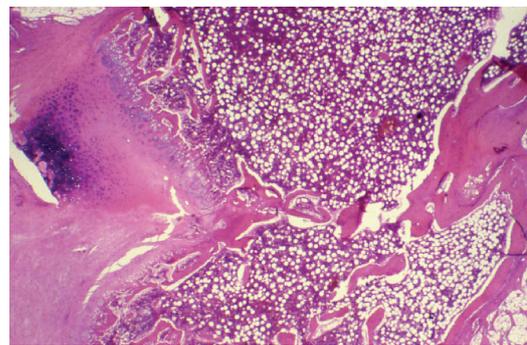


図 12. 肋軟骨を切除し、軟骨膜を温存した群 (H.E.x20). 赤色骨髄を含む骨組織を認め、肋骨とほぼ同じ形態を示す。

同様の組織が得られるという興味深い結果を得た。部分的には軟骨と骨が混在して軟骨性骨化を示し、こうした過程を経て骨組織に置換されたと推察される。また、これに対し、われわれの小耳症における実際の肋軟骨採取法に準じた、縫合した軟骨膜間に切除した軟骨を充填したものでは、充填した軟骨が生着し、元の肋軟骨に近い形態および組織像を呈することが確認された。軟骨が充填されなかった場合には骨形成が広範囲に認められる実験結果から推察して、肋軟骨膜は、それ自体旺盛な軟骨・骨再生能を有するとともに、軟骨再生ばかりでなく軟骨性骨化から骨形成を生じることが確認された。どちらにしても、肋軟骨採取において、軟骨膜を温存することにより、軟骨および骨が再生されるが、軟骨を充填した方がより胸郭の変形が防げることが確認された。

今回の実験から、旺盛な軟骨膜の再生能が確認されたが、こうした再生能に関しては、1972年、Skoogらが家兎の耳介を用い、軟骨膜の軟骨形成能を明らかにして以来、彼らを中心に軟骨膜に関する多くの実験がなされている^{18-23, 27-33)}。Ohlsen & Widenfalkは、イヌの肋軟骨膜を用い関節内への遊離移植を行い、6週目において軟骨細胞に近い形態を生じ、約13週目では正常肋軟骨とほぼ同様でむしろ塩基好性が強かったと述べている³⁰⁾。今回の実験を含め、こうした動物においては、約3カ月で、元の肋軟骨が再生されると考えられた。こうした、軟骨膜の再生能に関しては、肋軟骨膜以外にも耳介軟骨膜において報告をみる。Engkvistらは、家兎において肋軟骨膜と耳介軟骨膜の軟骨形成能の差に関して検討している²⁰⁾。両者の軟骨膜を皮下組織内および膝関節内に遊離移植し、6週後に比較を行い、肋軟骨膜の方が耳介軟骨膜よりも軟骨形成能に優れていることを報告している。Kon & van den Hooffも、家兎を用い、肋軟骨膜および耳介軟骨膜をシリコンチューブの周囲に巻いて、リング状の軟骨が形成されたことを報告しているが、前者の方が優れた軟骨形成能を有していることを指摘している²⁵⁾。以上のことから、軟骨膜自体が軟骨形成能を有し、軟骨内骨化の機転が生じると骨形成を生じることが明らかとなり、臨床例における肋軟骨採取後の胸郭変形防止のメカニズムが明らかになったと言える。

V. まとめ

小耳症の肋軟骨採取に準じて、家兎の肋軟骨膜を用いて、軟骨膜の組織再生能を検討し、以下の結果を得た。

- 1) 軟骨膜下に肋軟骨を切除したものでは、欠損部は主に骨組織で置換されていた。
- 2) 縫合した軟骨膜間に切除した軟骨を充填したものでは、充填された軟骨は正常の軟骨像を呈していた。また一部に骨組織の混在が認められた。

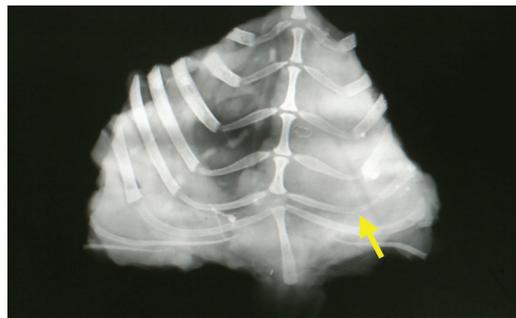


図13. 縫合した軟骨膜間に切除した軟骨を充填した群。術後12週目の軟X線像。矢印は、形態的に対側と同様な形態を呈する肋軟骨切除部を示す。

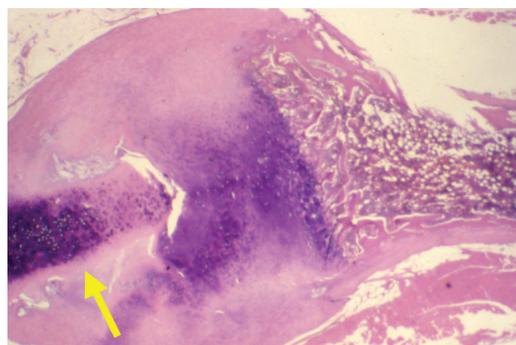


図14. 縫合した軟骨膜間に切除した軟骨を充填した群 (H.E.x10)。矢印は充填された肋軟骨を示す。



図15. 縫合した軟骨膜間に切除した軟骨を充填した群 (H.E.x40)。充填された肋軟骨は正常の軟骨形態を示す。

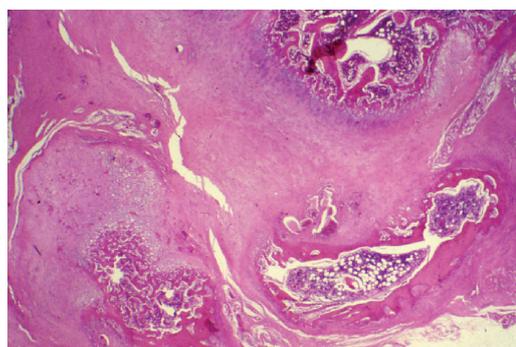


図16. 縫合した軟骨膜間に切除した軟骨を充填した群 (H.E.x10)。軟骨細胞と骨組織の混在を認める。

3) 肋軟骨と同時に軟骨膜を切除したものでは、軟骨や骨の新生は認められなかった。

VII. 結 語

臨床において、肋軟骨採取時に肋軟骨膜を温存し、余剰の肋軟骨を軟骨膜下に充填する方法で、術後の胸郭変形が防止できたばかりでなく、気胸などの術中合併症も著しく軽減できた。また、家兎を用いた同様のモデルの実験でも、肋軟骨膜下に軟骨を移植しておくとはほぼ正常の組織像を呈する軟骨が形成されていることが認められた。

この新しい肋軟骨採取方法は、小耳症症例などの耳介再建における肋骨採取において、胸郭変形や術中合併症予防の観点から積極的に適用されるべき手技と考えられた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、御指導を賜りました埼玉医科大学形成外科 中塚貴志教授に深謝いたします。また、ご協力頂きました諸先生方に深謝いたします。

References

- 1) Tanzer RC. Microtia. A long-term follow-up of 44 reconstructed auricles. *Plast Reconstr Surg* 1978; 61:161-6.
- 2) Tanzer RC. Total reconstruction of the auricle: The evolution of a plan of treatment. *Plast Reconstr Surg* 1971;47:523-33.
- 3) Thomson HG, Kim TY, Ein SH. Residual Problems in chest donor sites after microtia reconstruction: A long-term study. *Plast Reconstr Surg* 1995;95:961-8.
- 4) Ohara K, Nakamura K, Ohta E. Chest Wall Deformities and Thoracic Scoliosis after Costal Cartilage Graft Harvesting. *Plast Reconstr Surg* 1997;99:1030-6.
- 5) Brent B. The correction of Microtia with Autogenous Cartilage Grafts: I .The classic Deformity. *Plast Reconstr Surg* 1980;66:1-12.
- 6) Brent B. Auricular repair with autogenous rib cartilage grafts: two decades of experience with 600 cases. *Plast Reconstr Surg* 1992;90:355-74.
- 7) Brent B. Technical advances in ear reconstruction with autogenous rib cartilage graft: Personal experience with 1200 cases. *Plast Reconstr Surg* 1999;104:319-34.
- 8) Brent B. Microtia repair with rib costal cartilage grafts: A review of personal experience with 1000 cases. *Clin Plast Surg* 2002;29:257-71.
- 9) Firmin F. Ear reconstruction in cases of typical microtia. Personal experience based on 352 microtic ear corrections. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1998;32:35-47.
- 10) Nagata S. A new method of total reconstruction of the auricle for microtia. *Plast Reconstr Surg* 1993;92: 187-201.
- 11) Nagata S. Modification of the stages in total reconstruction of the auricle: Part I . Grafting the three-dimensional costal cartilage framework for lobule-type microtia. *Plast Reconstr Surg* 1994;93: 221-30.
- 12) Nagata S. Modification of the stages in total reconstruction of the auricle: Part II . Grafting the three-dimensional costal cartilage framework for concha-type microtia. *Plast Reconstr Surg* 1994;93: 231-42.
- 13) Nagata S. Modification of the stages in total reconstruction of the auricle: Part III . Grafting the three-dimensional costal cartilage framework for small concha-type microtia. *Plast Reconstr Surg* 1994;93:243-54.
- 14) Nagata S. Modification of the stages in total reconstruction of the auricle: Part IV . Ear elevation for the constructed auricle. *Plast Reconstr Surg* 1994;93:254-66.
- 15) Nagata S. Total auricular reconstruction with a three-dimensional costal cartilage framework. *Ann Chir Plast Esthet* 1995;40:371-99.
- 16) Nagata S. Auricular reconstruction. In: Achauer BM, Eriksson E, editors. *Plastic Surgery: Indications, Options and Outcomes*, Vol. 2. St Louis: Mosby; 2000. p. 1023-56.
- 17) Snellman O. Growth and remodeling of the ribs in normal and scoliotic pigs. *Acta Orthop Scand Suppl* 1973;149:1-85.
- 18) Engkvist O, Johansson SH, Ohlsen L, Skoog T. Reconstruction of articular cartilage using autologous perichondrial grafts. A preliminary report. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1975;9:203-6.
- 19) Engkvist O, Ohlsen L. Reconstruction of articular cartilage with free autologous perichondrial grafts. An experimental study in rabbits. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1979;13:269-74.
- 20) Engkvist O, Skoog V, Pastacaldi P, Yormuk E, Juhlin R. The cartilaginous potential of the perichondrium in rabbit ear and rib. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1979;13: 275-81.
- 21) Engkvist O. Reconstruction of patellar articular cartilage with free autologous perichondrial grafts. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1979;13:361-9.
- 22) Engkvist O, Wilander E. Formation of cartilage from

- rib perichondrium grafted to an articular defect in the femur condyle of the rabbits. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1979;13:371-6.
- 23) Engkvist O, Johansson SH. Perichondrial arthroplasty. A clinical study in twenty-six patients. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1980;14:71-87.
- 24) 福田修, 新井克志, 小原一則, 坂東正士. 小耳症の再建術, 第2編: 肋軟骨の採取とframeworkの組み立て. *形成外科* 1975;18:685-95.
- 25) Kon M, van den Hooff A. Cartilage tube formation by perichondrium: A new concept for tracheal reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1983;72:791-5.
- 26) Lester CW. Tissue replacement after sub-perichondrial resection of costal cartilage: two cases reports. *Plast Reconstr Surg* 1959;23:49-54.
- 27) Ohlsen L, Skoog T, Sohn SA. The pathogenesis of cauliflower ear. An experimental study in rabbits. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1975;9:34-9.
- 28) Ohlsen L. Cartilage formation from free perichondrial grafts: An experimental study in rabbits. *Brit J Plast Reconstr Surg* 1976;29:262-7.
- 29) Ohlsen L, Nordin V. Tracheal reconstruction with perichondrial grafts. An experimental study. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1976;10:135-45.
- 30) Ohlsen L, Widenfalk B. The early development of articular cartilage after perichondrial grafting. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1983;17:163-77.
- 31) Skoog T, Ohlsen L, Sohn SA. Perichondrial potential for cartilaginous regeneration. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1972;6:123-5.
- 32) Skoog T, Johansson SH. The formation of articular cartilage from free perichondrial grafts. *Plast Reconstr Surg* 1976;57:1-6.
- 33) Sohn SA, Ohlsen L. Growth of cartilage from a free perichondrial graft placed across a defect in a rabbit's trachea. *Plast Reconstr Surg* 1974;53:55-60.