

# 腱の損傷とその浮腫に関する研究

岡山大学医学部整形外科教室（指導：児玉俊夫教授）

副手 羽 崎 寿 彦

（昭和33年11月12日受稿）

## 目 次

第1章 緒 論	第1節 実験方法
第2章 浮腫の測定法	第2節 実験成績
第3章 腱縫合部の浮腫の推移	第1項 組織学的所見
第1節 実験方法	第2項 浮腫の時間的推移
第2節 実験成績	第3節 小 括
第1項 組織学的所見	第6章 筋肉及び皮膚圧挫部の浮腫の推移
第2項 浮腫の時間的推移	第1節 実験方法
A. 絹糸使用群の場合	第2節 実験成績
B. 鋼線使用群の場合	第1項 組織学的所見
第3節 小 括	第2項 浮腫の時間的推移
第4章 腱切断部の浮腫の推移	A. 大腿部筋肉圧挫群の場合
第1節 実験方法	B. 大腿部皮膚圧挫群の場合
第2節 実験成績	第3節 小 括
第1項 組織学的所見	第7章 総括並びに考按
第2項 浮腫の時間的推移	第8章 結 論
第3節 小 括	文 献
第5章 腱圧挫部の浮腫の推移	

## 第1章 緒 論

近年、手の外科が整形外科の一つの重要な分野として、多大の関心をあびるに至つたのであるが、その中の重要な部分を占める腱手術について、特に、*atraumatic*の操作ということが強調されている。これは、*atraumatic*の操作により、出来るだけ組織反応を少くし、周囲組織との癒着を最小限にせんとするものである。組織反応には、組織の損傷の外、その後発生する組織の浮腫が重大な意義を有するものである。この外傷性反応を解明することは、また後療法開始の時期を決定する重要な因子となることが考えられる。この問題を論ずるのに、最も基礎となるものは、腱に損傷を与えて生ずる組織の修復過程の組織像と、浮腫の推移と、であろう。

しかるに、このように腱に手術的侵襲を加えて生ずる浮腫の研究は、未開拓の状態である。そこで、私は上記基礎的研究の一端として、これらの問題を明かに

するため、以下述べる方法によつて、腱の縫合、切断、圧挫、並びに、皮膚及び筋肉の圧挫、について、逐次的に、その浮腫の推移を、同一の測定方法と条件によつて算出し、組織の修復過程と共に観察検討を行つた。

## 第2章 浮腫の測定法

腱の浮腫測定法に関する系統的研究は未だなされていまいやうである。

組織含水量の測定法として、従来、諸種の方法が挙げられて来たが、これ等は、結合水の測定が目的であつた。この結合水に関する研究は、古く生物の生活現象の解明と結びついて発展して来たが、今日、コロイド化学的な立場から、或は分子論的立場から種々考究され、新しい測定方法が考えられるに至つた。

1950年、安保<sup>20)</sup>が結合水概念を脳含水量の問題に取り入れて以来、脳浮腫の研究に一段の進歩をもたらしたのである。嘗つては、脳浮腫を単なる脳組織に

おける水分増加による容積増大と考えた時代もあつたが、1905年、Reichardt<sup>20)</sup> は脳浮腫に対し自己の見解を発表して、脳浮腫と脳腫脹、とに分けている。脳浮腫は組織間隙に水分の増加したものであつて、脳腫脹は細胞内の固形物質が、異常に鞏固な組織液との結合によつて水分を増したものである、と述べている。この説に対して賛否両論あり、賛意を表した学者には Selbach<sup>22)</sup> (1908), Apelt<sup>23)</sup> (1908), Struwe<sup>28)</sup> (1931), Hoff & Urban<sup>31)</sup> (1934), Fünfgelt<sup>61)</sup> (1938), Strobel<sup>24)</sup> (1939), Riebeling<sup>18)</sup> (1939), 等で、否定する者には Pötzl & Schüller<sup>17)</sup> (1910), Schlüter & Nerve<sup>25)</sup> (1932), Jaburek<sup>11)</sup> (1939), Scheinker<sup>26)</sup> (1938), Alexander & Looney<sup>1)</sup> (1938), Greenfield<sup>7)</sup> (1939), Prados<sup>16)</sup> (1945)等があつたが、この論争は主として、肉眼的或は組織学的所見によるものであつて、脳容積の増大は脳自体の液体含有量の増加に基くものであるという見解では、ほぼ一致している。

このような概念に基き、私の研究の対照とする「腱の浮腫」も、腱自体の液体含有量の増加に基くものとして、同一測定方法と条件によつて算出せられ、比較的検討されるならば、充分有意なものと考えられる。

ここに、主な組織含水量の測定法を例挙すれば、次の如くである。

1.  $-20^{\circ}\text{C}$  の温度で凍らぬ水を、Kalorimetrischに、また Dilatometrischに測定する方法(Thoenes,<sup>28)</sup> Robinson,<sup>19)</sup> Jones,<sup>12)</sup> Gortner<sup>12)</sup>)

2. 溶媒として働らき得ない水の量を定める方法で一定量の蔗糖液について、その中に含まれる結合水による氷点の過降下を測定する方法(Newton,<sup>15)</sup> Gortner<sup>15)</sup>)

3. 電氣的測定法(誘導率測定法)(東・糖沢)

4. 塩化コバルト法(Hatschek<sup>9)</sup>)

5. 乾燥度曲線法、特に、塩化コバルト濾紙の変化を指標とする蒸散度測定法(武知<sup>30)</sup>)

6. 蒸気圧法(木本<sup>35)</sup>)

7. Abderhalden 乾燥器による方法

この内、少量の材料で測定するには、1, 2, 3, は余りにも、複雑な測定装置を要するので、ここには採用せず、4, 5, 6, の方法が、なお比較的容易なので、これに検討を加えてみた。

4の塩化コバルト法は1936年 Hatschek<sup>9)</sup> の提唱した方法で、組織に塩化コバルトを一定の割合に加え、 $30^{\circ}\text{C}$ の恒温槽で乾燥してゆくと或る点で、桃色から青色に変る。この青色は、塩化コバルトの無水塩の色であつて、この時が試片の自由水が失なわれて、

結合水のみを残す状態になる。これから、組織の水分が算出せられるが、本法の缺点としては、高井<sup>38)</sup> は次の諸点をあげている。

a. 組織固有の色彩のために、コバルトの色の変化がわかりにくい。

b. 組織は、コバルト溶液とは均質に混合しないために、色調の変化が均一にあらわれてこない。

c. 被験体の結合水量は、組織に加える塩化コバルトの割合によつて、かなり左右される。

d. 色の变化する境界が鈍い。

等である。

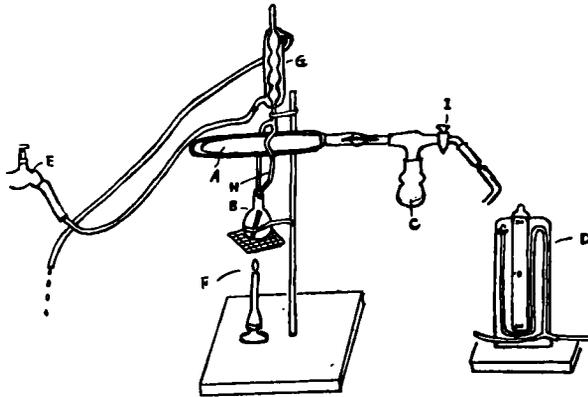
5の乾燥度曲線法は、試片を秤量瓶にとり、濃硫酸の槽を入れて密閉してある $30^{\circ}\text{C}$ の恒温器中で乾燥すると、或る点より、急激に蒸散量が減少する。この点から、 $100^{\circ}\text{C}$ 、24時間乾燥によつて失はれる水分を結合水として、測定する方法である。また一方、同一実験条件で、 $10\%\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を浸して室温に乾かした濾紙を秤量瓶に吊し、乾燥を進め、紙片が桃色より青色に変ずる点より、更に、 $100^{\circ}\text{C}$ 、24時間乾燥により失はれる水分を、結合水として測定する方法もある。しかし、この方法も試材の種類、操作方法、精密さに於て、尙不適當なることを武知<sup>30)</sup>は証明している。

6の蒸気圧法は木本<sup>35)</sup>の考案による。これは、試片を入れた小皿を、予め過飽和食塩水を入れてあるガラス容器の中に置き、容器を密封する。次で、その容器内の空気を減圧して、容器を $30^{\circ}\text{C}$ の恒温槽内に置くと、試片の水分蒸散は、試片の蒸気圧が $30^{\circ}\text{C}$ の飽和食塩水の蒸気圧に一致した点でなくなる。この点より $100^{\circ}\text{C}$ 、24時間の乾燥により失はれる水分を、結合水として測定する方法である。高井<sup>38)</sup>、武知<sup>30)</sup>は6を最良の方法と称しているが、微量の測定にも、また操作方法に於ても、尙一長一短がある。そこで以上の諸点を補つて、(1)操作が非常に簡単であること、(2)正確な測定値を得られること、(3)比較的微量のものまで、測定可能であること、以上の諸点に於て、三田村製 Abderhalden 乾燥器の利用が最適と認めた。これは、前述の乾燥度曲線法に於ても同じであるが、組織を次第に乾燥してゆくと、或る程度の乾燥以上は自由水が失はれ、結合水の結合能のために、水分の蒸散が急激に減少するという原理に基いた定量法である。全水は、自由水と結合水との和であるから、試片を乾燥させて、その重量が一定になる時間を決定すれば、全水量が測定出来るわけである。そこで、私はこの重量が一定になる時間を決定するために、次の如き実験

を行つた。

すなわち、成熟家兎各種腿12個をTorsion-Balanceで、予め重量を測定後、乾燥を行い、毎時その重量を測定した。その結果、8時間で重量が全く一定になることを認めた(図2)。

図1 ABDERHALDEN 乾燥器



このようにして得られた測定値より、含水量は次の式で得られる。

採取片の乾燥前の重量 $P_0$

採取片の乾燥後の重量 $P_1$

全水 は $P_0 - P_1$

而して、私は便宜上、全水量を乾燥前の重量に対する百分比で表した。

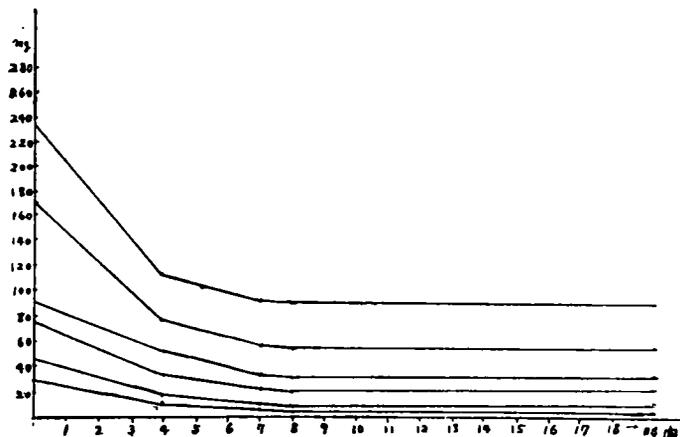
$$\frac{P_0 - P_1}{P_0} \times 100 (\%)$$

しかも、この浮腫測定に対して、次の2つの条件に留意して実験を行つた。

すなわち、(1)一定の季節(梅雨期を避く)4月初旬より6月初旬にかけて、(2)採取及び乾燥後、直ちに秤量した。

本装置は図1の如く、Aに採取片を入れ、Fで熱し、Eから水で、Gを冷却することにより、Gの過熱を防ぐと共に、Bよりの蒸発した蒸気を冷却すること

図2 腿乾燥度曲線(家兎)



により、再び、BにHを伝つて適下する。一方、Iの栓を開放して、吸引器で吸引し、吸引状態をDの真空水銀計で検査する。この場合、水銀計が両側零に殆ど近くなるほど、理想的な吸引状態と認められる。またCの五酸化磷で多少の水分は、吸収可能である。

### 第3章 腿縫合部の浮腫の推移

#### 第1節 実験方法

成熟家兎(1.8~2.2kg)のアキレス腿及び長趾屈筋腿を切断し、3号黒色絹糸及びNo.38の鋼線を用いて縫合を行い、浮腫の推移を観察した。尚、縫合法は、絹糸ではBunnellのDouble right angle法、鋼線ではBunnell埋没法を行つた。何れも術後足関節底屈位で、ギプス固定を行い、ギプスは術後2週間で除去し、それ以後は自動運動をさせる様にした。

標本採取は、術後1時間、3時間、6時間、12時間、24時間、3日、6日、10日、2週、3週、4週、5週、6週に行い、夫々について先づ、肉眼的に観察し、次で、ツエロイジン包埋を行い、ヘマトキシリン・エオジン重染色及びアザン染色を行い、その組織学的大要を観察すると共に、浮腫の測定を行つた。

なお、本実験に用いた家兎の総数は62羽である。

#### 第2節 実験成績

##### 第1項 組織学的所見<sup>31), 32), 36)</sup>

##### 1) 1週目所見

縫合部は、術後3日目より太さを増し、光沢が鈍くなり、断端附近に新生組織が見られるが、断端は、明に区別される。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、断端附近に退行性変化がみられ、新生肉芽組織は線維芽細胞に豊

む。所々に出血巣がみられ、細胞浸潤は軽度のものより、高度のものまで、種々ある。縫合糸の周囲には、絞扼による壊死がみられ、細胞浸潤が同部には著明である。この傾向は絹糸、鋼線同様であるが、絹糸の方が、より反応が強く見られた。

2) 2週目所見

縫合部は蠟様の色調を呈し、最も太くなっている。断端は、まだ区別されるが、不明瞭である。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、出血巣は殆どみられず、絹糸例で、縫合部の細胞浸潤は、1週に比し、また鋼線群に比し著しく多く、肉芽組織中の細胞も多い。鋼線群では、細胞浸潤は1週に比し、多くなっているが、絹糸群に比すれば著しく少ない。

腱線維の配列は、不規則となり、波状に曲つた像を示しており、線維間の結合は、粗となつている。

3) 3週目所見

縫合部は、やや太さを減じ、乳白色の色調を増す。断端は益々不明瞭となる。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、出血巣は既に見られないが、縫合部の細胞浸潤は、絹糸群が鋼線群に比し多く、また肉芽組織中の細胞も多い。絹糸群では、細胞浸潤は2週に比し減少しているが、鋼線群は2週よりも、やや増加の傾向を示している。腱線維の走行は、やや波状に曲つているが、大体、腱本来の線維の走行に一致している。

4) 4週目所見

縫合部は、さらに太さを減じ、腱側よりもやや太い程度であり、淡黄白色の色調を呈する。断端は殆ど不明となる。

ヘマトキシリン・エオジン重染色で、絹糸群、鋼線群の間では、細胞成分に、さほどの差はない。腱線維

の走行は、ほぼ真直になつており、腱の方向にほぼ一致する。

5) 5週目所見

縫合部は黄白色となり、断端は全く不明となる。

ヘマトキシリン・エオジン重染色で、細胞成分は、更に減少して、鋼線群が、絹糸群よりも少い傾向を示す。

腱線維の走行は、大体、正常な腱に見られる如く、真直に走つている。

6) 6週目所見

縫合部は、高度乳白色を呈し、太さは殆ど正常腱に近い。

ヘマトキシリン・エオジン重染色で、細胞浸潤は殆ど見られず、絹糸群、鋼線群とも差異を認めない。線維の走行は、正常腱に見られる如くである。

第2項 浮腫の時間的推移

A. 絹糸使用群の場合

1) アキレス腱正常含水量

62.16% ± 0.55 (例数: 6)

2) 術後24時間まで

6時間: 70.21% ± 0.66 (例数: 6), 24時間: 72.97% ± 0.85 (例数: 6) で、術後6時間までの増加は、約8%で、それ以後は、僅少づつ増加の傾向を示し、総体的に、24時間まで比較的急激な増加を示している。

3) 術後1~10日まで

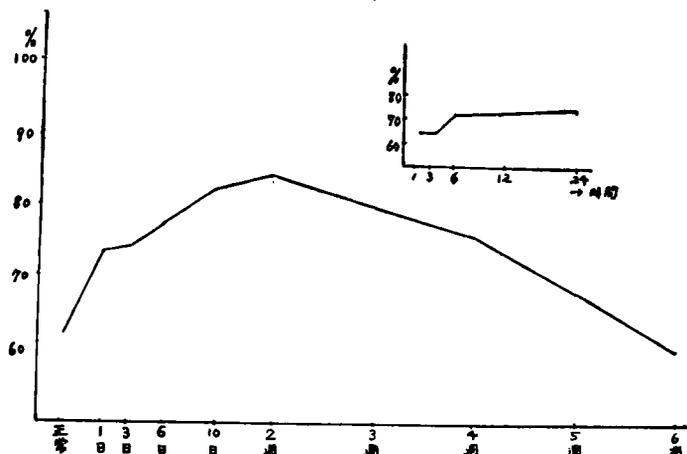
6日: 78.82% ± 0.73 (例数: 6), 10日: 81.16% ± 0.85 (例数: 6), 1~6日までの浮腫の増加状況は6~10日より強い傾向を示し、一体に、増加の傾向を呈している。

4) 術後10日~6週

表 1 浮腫の推移 (家兔)

種別	日時													
	%	正 常	1 時間	3 時間	6 時間	12 時間	24 時間	3 日	6 日	10 日	2 週	3 週	4 週	5 週
アキレス腱縫合	62.16 ± 0.55	63.07 ± 0.66	65.71 ± 0.73	70.21 ± 1.06	71.34 ± 0.63	72.97 ± 0.85	74.60 ± 0.55	78.82 ± 0.73	81.16 ± 0.85	84 ± 0.77	81.7 ± 0.91	76.21 ± 0.86	68.34 ± 0.70	62.24 ± 0.63
アキレス腱断切	62.16 ± 0.55	62.50 ± 0.51	65.89 ± 0.76	66.82 ± 0.77	67.24 ± 0.64	67.69 ± 0.62	73.58 ± 0.96	76.59 ± 0.79	77.21 ± 0.84	80.34 ± 0.66	74.49 ± 0.66	71.02 ± 0.71	66.22 ± 0.69	62.46 ± 0.79
アキレス腱圧挫	62.16 ± 0.55	62.37 ± 0.72	63 ± 0.59	64.31 ± 0.82	66.21 ± 0.69	73.21 ± 0.49	75.75 ± 0.73	82.87 ± 0.57	84.02 ± 0.82	86.42 ± 0.75	82.23 ± 0.63	77.12 ± 0.76	68.78 ± 0.79	62.28 ± 0.69
大腿筋肉圧挫	77.21 ± 0.69	77.85 ± 0.75	88.07 ± 0.84	89.99 ± 0.72	90.22 ± 0.69	90.25 ± 0.87	90.81 ± 0.92	91.03 ± 0.61	92.53 ± 0.73	94.59 ± 0.54	83.54 ± 0.64	80.43 ± 0.79	79.98 ± 0.79	77.82 ± 0.79
大腿皮膚圧挫	62.10 ± 0.84	62.5 ± 0.65	70.11 ± 0.64	81.32 ± 0.65	81.45 ± 0.85	86.88 ± 0.71	87.30 ± 0.71	87.91 ± 0.77	89.09 ± 0.97	91.30 ± 0.75	82.32 ± 0.73	74.22 ± 0.84	64.18 ± 0.75	62.48 ± 1.09

図3 アキレス腱縫合(家兎)  
(絹糸による)



2週:  $84\% \pm 0.77$  (例数: 6), 3週:  $81.7\% \pm 0.91$  (例数: 6) を示し, 2週 of 終り前後で, 浮腫が最高と考えられる。

4週:  $76.21\% \pm 0.86$  (例数: 6), 6週:  $62.24\% \pm 0.63$  (例数: 6) で, 4週以後は浮腫が次第に減少し, 4週 of それは, 3日:  $74.60\% \pm 0.55$  (例数: 例数: 6) ~ 6日:  $78.82\% \pm 0.73$  (例数: 6), 5週:  $68.24\% \pm 0.70$  (例数: 6) では, 3時間:  $65.71\% \pm 0.73$  (例数: 6) 6時間:  $70.21\% \pm 1.06$  (例数: 6)

目のものに近い含水量を示し, 6週で, 殆ど正常値に復帰する(表1, 図3)。

B. 鋼線使用群の場合

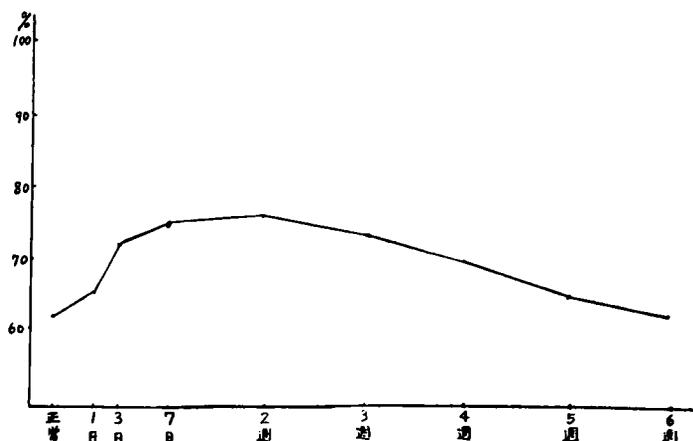
- 1) 長趾屈筋腱正常含水量  $62.18\% \pm 0.49$  (例数: 6)
- 2) 術後2週まで

3日:  $71.45\% \pm 0.61$  (例数: 6) 1週:  $75.48\% \pm 0.61$  (例数: 6), 2週:  $76.54\% \pm 0.57$  (例数: 6) で, 1週までの増加は, 約13%で, 比較的急激な増加

表2 長趾屈筋腱縫合(家兎) (鋼線による)

種別	日時	正常	1日	3日	7日	2週	3週	4週	5週	6週
長趾屈筋腱縫合 (鋼線による)	%	$62.18 \pm 0.49$	$65.10 \pm 0.62$	$71.45 \pm 0.61$	$75.48 \pm 0.61$	$76.54 \pm 0.57$	$73.21 \pm 0.58$	$70.46 \pm 0.82$	$64.67 \pm 0.73$	$62.18 \pm 0.87$

図4 長趾屈筋腱縫合(家兎)  
(鋼線による)



を示し、1～2週は除々に増加する。

### 3) 術後2～6週まで

2週: 76.54%±0.57 (例数: 6) 3週: 73.21%±0.58 (例数: 6) を示す。2週の終り前後で、浮腫は最高に達すると考えられる。4週: 70.46%±0.82 (例数: 6) で、4週以後は、浮腫が次第に減少し、4週のそれは3日: 71.45%±0.61 (例数: 6), 5週: 64.67%±0.73 (例数: 6) では正常含水量に近く。

6週: 62.18%±0.87 (例数: 6) で全く正常値に復帰する。従つて、2～3週で浮腫は、最高となり、6週で消褪を認む (表2, 図4)。

### 第3節 小 括

家兎アキレス腱及び長趾屈筋腱を絹糸及び鋼線縫合を行い、経過を追つて観察した。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、縫合部の細胞浸潤及び肉芽組織中の細胞は、絹糸群では鋼線群よりも程度が強く、2週に最も著しく、鋼線群では更に3週にやや増加の傾向を示し、4～5週になるにつれて減少する。腱線維の結合は、2週で最も粗となり、3～4週には、腱本来の線維の走行をとる様になる。組織像について、アキレス腱と長趾屈筋腱の差は認められなかつた。

一方、浮腫の時間的推移は、両群とも、図3, 図4で示されているように、術後1～3日には、比較的急激な増加が見られ、1日～2週までは、絹糸群では比較的急激な増加状況を、鋼線群では除々に増加を見る。更に、2週の終り前後で、共に浮腫の最高を来すが、4週以後では浮腫は次第に減少、6週で殆ど正常値に復帰し、浮腫の消褪を見る。この間、両群の浮腫の程度は、絹糸群が鋼線群よりも強い。アキレス腱と長趾屈筋腱との正常含水量は、ほぼ同一である

(図3, 4)。

## 第4章 腱切断部の浮腫の推移

### 第1節 実験方法

成熟家兎 (1.8～2.2kg) のアキレス腱を完全に切断し、浮腫の推移を観察した。

術後ギプス固定を足関節底屈位で行い、2週間で除去し、それ以後は、自動運動させる様にした。

標本採取は、術後1時間、3時間、6時間、12時間、24時間、3日、6日、10日、2週、3週、4週、5週、6週に行い、夫々について、先づ肉眼的に観察し、次で、ツエロイジン包埋を行い、ヘマトキシリン・エオジン重染色及びアザン染色を行い、その組織学的大要を観察すると共に、浮腫の測定を行つた。

なお本実験に用いた家兎は52羽である。

## 第2節 実験成績

### 第1項 組織学的所見<sup>87) 41)</sup>

#### 1) 1週目所見

切断部は、術後3日目より太さを増し、光沢が鈍くなり、欠損部分は、一面充血せる肉芽組織を以て充填せられる。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、腱欠損部分は、怒張した無数の新生毛細血管に富んだ肉芽様組織で充填され、所々に、大小多数の出血巣をみる。断端部でも、結合織性細胞の増殖があり、腱線維の走行は波状に曲つている。

#### 2) 2週目所見

切断部は、最も太くなり、腱端間の肉芽は、一様な蠟様の色調を呈し、良く連結されている。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、腱欠損部分は、全く新生結合織性組織を以て補填され、腱端間は、其の内に全く包埋されている。出血巣は殆ど見られず、細胞成分は増している。腱線維の走行は、波状で、線維間が粗になり、最も広くなつている。

#### 3) 3週目所見

切断部は、やや太さを減じ、乳白色を増し、この色調を呈する肉芽によつて良く連結されている。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、腱欠損部分の結合織性組織の状態は、ほぼ2週と同じ所見であるが、一体に、細胞成分は減少しており、線維の走行は波状であり、線維間に、粗な結合組織が増殖している像を見る。

#### 4) 4週目所見

腱切断部は、さらに太さを減じ、腱端間の肉芽は、淡黄色化し連結されている。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、腱欠損部分の細胞成分は、著しく減じている。線維の走行は3週と大体、同様である。

#### 5) 5週目所見

腱端間の肉芽は、白色にして、やや透明性を帯びてくる。太さも、ほぼ正常腱と同じ位になる。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、全体に、細胞成分も減少し、線維は波状に曲り、その間隙に、粗な結合組織が見られる。

#### 6) 6週目所見

腱端間の肉芽は、高度乳白色となり、太さは5週と殆ど変わらない。

ヘマトキシリン・エオジン重染色での所見は、5週と大体、同様であるが、線維の走行は僅に波状を呈する。

第2項 浮腫の時間的推移

1) アキレス腱正常含水量

62.16%±0.55 (例数: 6)

2) 術後24時間まで

6時間: 66.82%±0.77 (例数: 6), 24時間: 67.69%±0.62 (例数: 6), 術後6時間までの増加は約5%弱で, それ以後は, 僅少づつ増加の傾向を示し, 12時間: 67.24%±0.64 (例数: 6) となり, 12~24時間は極少の増加を示すのみである. この期間は除々に増加状況を示す程度である.

3) 術後1~10日まで

3日: 73.58%±0.96 (例数: 6), 6日: 76.59%±0.79% (例数: 6), 10日: 77.21%±0.84 (例数: 6), 1日: 67.69%±0.62 (例数: 6) ~ 3日の増加は約6%弱, 3~6日は約3%を示し, 6~10日は僅少づつ増加の傾向を呈す. また1~6日までの浮腫の度合は6~10日よりも大である.

総体的には, 比較的急激な増加状況を示している.

4) 術後10日~6週まで

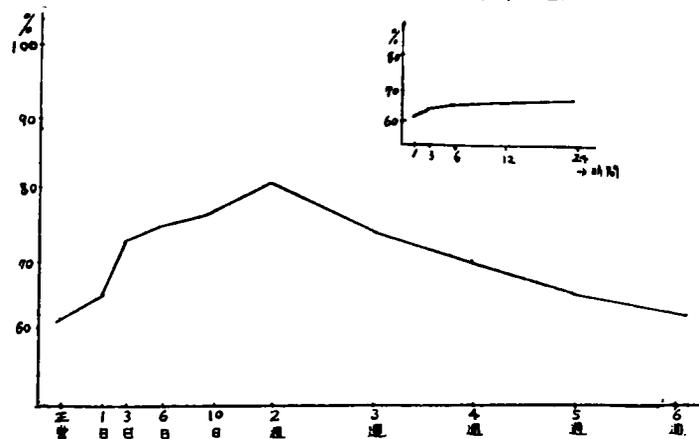
浮腫は, 10日: 77.21%±0.84 (例数: 6) より2週: 80.34%±0.66 (例数: 6) にわたつて, 約3%の増加を示し, 3週: 74.49%±0.66 (例数: 6) となり, 2週の終り前後で最高と考へられる. 4週: 71.02%±0.71 (例数: 6), 6週: 62.46%±0.79 (例数: 6) で4週以後は浮腫が次第に減少し, 4週のそれは, 3~6日, 5週: 66.21%±0.69 (例数: 6) では, 3~6時間に近い含水量を示し, 6週で殆ど正常値に復帰する (表1).

このように, 2週あたりまで, 浮腫は比較的, 急激な増加を来すが, 3週位より次第に減少の傾向を示し, 6週には, 既に術前値に近く復帰する.

因つて, 浮腫が6週にて消褪することを認めた

(図5).

図5 アキレス腱切断(家兎)



第3節 小 括

成熟家兎アキレス腱を切断し, その変化をみるに, ヘマトキシリン・エオジン重染色では, 切断部の細胞浸潤及び肉芽組織中の細胞は, 2週に最も著しく増加し, 3~4週に至つて, 細胞成分は一体に減少し, 以後益々少くなる. 腱線維の結合は2週にて最も粗となり, 3週に至つて, 線維間に粗な結合組織が増殖し, 線維の走行は波状を呈する. 6週には, 線維の走行は僅かに波状を呈する像を見る.

一方, 浮腫の時間的推移は図5の如く, 術後24時間までは, 除々に増加するが, 1~3日は, 急激な増加を示す. 以後次第に浮腫は増し, 2週の終り前後に至つて, 浮腫は最高となる. それ以後では次第に減少の経過をたどり, 6週には, 既に術前値に近く戻る.

このように, 術後24時間位よりの2週の終り前後に

かけて, 浮腫は比較的急激な増加を示すが, 以後次第に減少し, 6週では殆ど正常値に復帰し, 浮腫の消褪を見るに至る (図5).

第5章 腱圧挫部の浮腫の推移

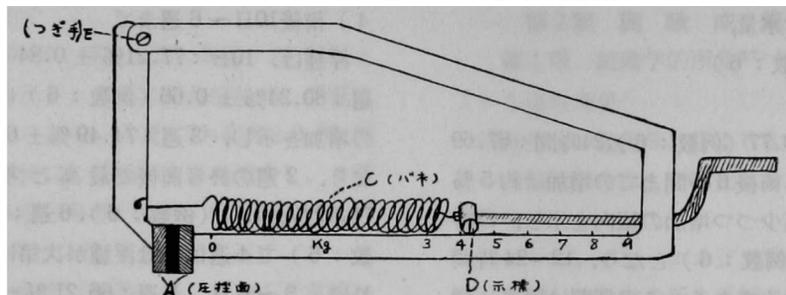
第1節 実験方法

成熟家兎 (1.8~2.2kg) のアキレス腱に自己の考案した簡略パネ附圧挫器により, 一定の力で, 圧挫を加へ, 浮腫の推移を観察した (図6 a, b).

術後, ギプス固定を足関節底屈位で行い, 2週間て除去し, それ以後は, 自動運動をさせる様にした.

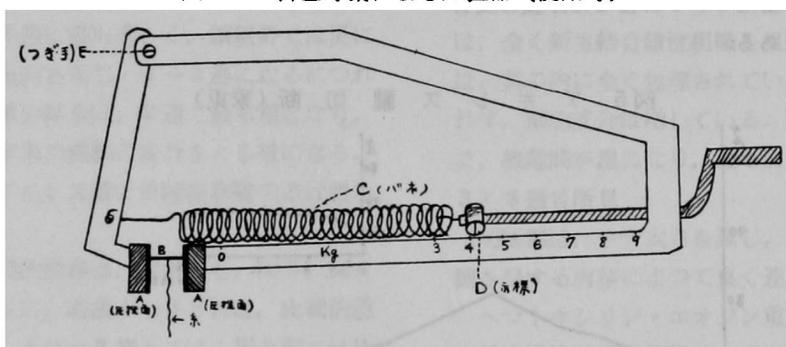
標本採取は, 術後1時間, 3時間, 6時間, 12時間, 24時間, 3日, 6日, 10日, 2週, 3週, 4週, 5週, 6週に行い, 夫々について, 先づ, 肉眼的に観察し, 次で, ツエロイジン包埋を行い, ヘマトキシリン・エ

図6 a 自己考案による圧控器



上図の圧控器は鉄製である。あらかじめ、示標Dを8 kg に合せておいてから、適当な長さにしたキルシナー鋼線（左図B）をAの圧控面に垂直に挟み、Bの糸を引れば一定の圧が材料に加わる。  
なお、目盛はバネ秤りで測定した。

図6 b 自己考案による圧控器（使用時）



使用時には、図の如く、キルシナー鋼線を圧控面に挟めば、Eは関節となつて、上図のようになり一定の圧を材料に加えられる状態になる。

オジン重染色及びアザン染色を行い、その組織学的大要を観察すると共に、浮腫の測定を行つた。

なお、本実験に用いた家兎は、52羽である。

## 第2節 実験成績

### 第1項 組織学的所見

#### 1) 1週目所見

圧控部は、術後3日目頃より、腫脹の度を増し、光沢が鈍くなる。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では圧控部の腱組織は退行変性を示し、3日目までは線維の断裂がはつきり見られ、その間に、出血巣を認む。断裂部は、大部分の線維芽細胞及び少数の線維細胞よりなる幼若肉芽組織で埋められており、その配列は不規則である。また、白血球、リンパ球、単核球などの細胞浸潤が多く見られる。

#### 2) 2週目所見

圧控部は、腫脹最も高度となり、その部の腱の太さは大となる。色調は蠟黄色となる。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、圧控部の腱組織は退行変性を示し、線維の断裂は、はつきり見られない。出血巣も認められない。圧控部に、線維芽細胞、線維細胞及び少数の組織球が多く増殖している。また、細胞浸潤も、さらに著明となる。腱線維の走行は波状不規則となり、一定でなく、線維間の間隙が比較的1週より大で、粗となる。

#### 3) 3週目所見

圧控部は、腫脹やや減じ、色調は乳白色を増す。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、断裂は不明瞭で、出血巣はもはや見られない。

圧控部に2週で見られた肉芽組織は、既に大部分がやや線維性を呈する結合織性組織の像を呈する。一体に、細胞成分はやや減少しているようである。腱線維の走行は、2週より密になつている。

#### 4) 4週目所見

圧控部は、腫脹さらに減じ、色調は黄白色化する。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、断裂は殆ど

認められない。圧挫部の結合織性細胞は、その排列も規則正しくなる。その大部分が腱線維の方向に一致する様になる。

細胞成分は、更に減少している。線維の走行は不規則でなく、殆ど波状の像を呈さない。

5) 5週目所見

圧挫部の腫脹も殆んど減じ、正常腱と変らない。色調は黄白色で、透明度を増す。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、細胞成分は著しく減じ、腱線維の走行は、まだ僅かながら波状に曲つている。

6) 6週目所見

圧挫部は、乳白色の色調が強くなり、腫脹も消褪し、5週と変らない。

ヘマトキシリン・エオジン重染色での所見は、細胞成分は、ほぼ対照と同じ程度になり、線維の走行は殆ど真直になり、正常腱に見る如くである。

第2項 浮腫の時間的推移

1) アキレス腱正常含水量

62.16%±0.55 (例数：6)

2) 術後24時間まで

12時間：66.21%±0.69 (例数：6), 24時間：73.21%±0.49 (例数：6) で、術後12時間までの増加は約4%であるが、それ以後は、急激な増加を示し、12時間～24時間は7%で1時間：62.57±0.72 (例数：6)～6時間：64.31%±0.82 (例数：6) よりも、浮腫

の増加割合は大である。

この期間では、比較的急激な増加の傾向を示している。

3) 術後1～10日まで

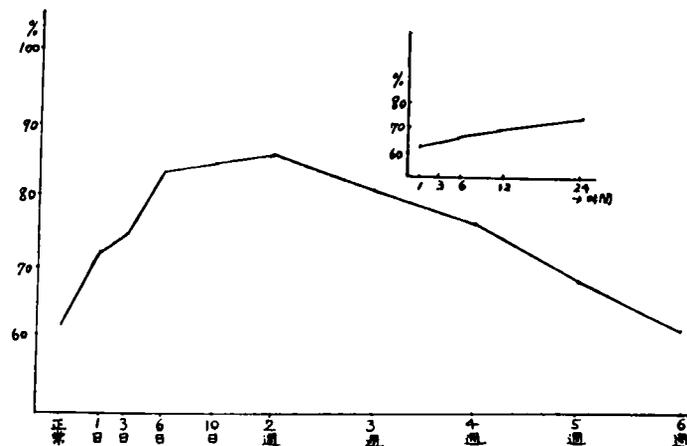
3日：75.75%±0.73 (例数：6), 6日：82.87%±0.57 (例数：6), 10日：84.02%±0.82 (例数：6) で、1日：73.21%±0.49 (例数：6)～3日は約2.5%の浮腫の増加を示し、3～6日は、約7%の浮腫の増加を呈す。6～10日も多少の増加傾向をたどり、一体に、この期間では比較的急激な増加を示している。

4) 術後10日～6週まで

浮腫は10日：84.02%±0.82 (例数：6) より、2週：86.42%±0.75 (例数：6) にわたつて増加を示し、3週：82.23%±0.63 (例数：6) となり、2週の終り前後で最高と考えられる。4週：77.12%±0.76 (例数：6), 6週：62.28%±0.69 (例数：6) で、4週以後では、浮腫は次第に減少し、4週のそれは3日：75.75%±0.73 (例数：6)～6日：82.87%±0.57 (例数：6), 5週では12時間：66.21%±0.69 (例数：6)～24時間：73.21%±0.49 (例数：6) に近い含水量を示し、6週で殆ど正常値に復帰する(表1)。

このように、2週あたりまで、浮腫は比較的急激な増加を来すが、3週位より次第に減少の傾向を示し、6週には、既に術前値に近く復帰し、浮腫が6週にて消褪することを認めた(図7)。

図7 アキレス腱圧挫(家兔)



第3節 小 括

家兔アキレス腱に圧挫を加え、その経過を追つて観察した。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、3日目までは、線維の断裂が明瞭で、圧挫部の細胞浸潤は2週に

て最も著しく増加し、3週からは、細胞成分はやや減少し、以後益々少くなる。腱線維の間隙は2週にて最も粗となり、その走行は不規則波状の像を呈する。3週に至つて、間隙はさらに密となり、線維の走行も、6週には正常腱の如く殆ど、真直となる。

一方、浮腫の時間的推移は、図7で示されているように、術後10日までは、急激な増加を示し、その間、3～6日は急激な増加度合である。以後2週の終り前後に至つて、浮腫は最高となる。それ以後では、次第に減少の経過をたどり、6週には、既に術前値に近く戻る。

このように、2週にかけて、浮腫は比較的急激な増加を示すが、以後次第に減少し、6週には殆ど正常値に復帰し、浮腫の消褪を見る(図7)。

## 第6章 筋肉及び皮膚圧挫部の浮腫の推移

### 第1節 実験方法

成熟家兎(1.8～2.2kg)の大腿部に剃毛することなく、皮膚の上より皮膚及び筋肉に自己の考案した簡略パネ附圧挫器により、一定の力で圧挫を加え、浮腫の推移を観察した(図6 a, b)。

標本採取は、術後1時間、3時間、6時間、12時間、24時間、3日、6日、10日、2週、3週、4週、5週、6週に行い、夫々について、先ず、肉眼的に観察し、次で、ツエロイジン包埋を行い、ヘマトキシリン・エオジン重染色及びアザン染色を行い、その組織学的大要を観察すると共に、浮腫の測定を行つた。

なお、本実験には家兎52羽を使用した。

### 第2節 実験成績

#### 第1項 組織学的所見<sup>42)</sup>

##### 1) 1週目所見

圧挫部は、術後3日目頃より、腫脹の度を増し、色調は鈍くなつてくる。殊に、皮膚では、1時間目には、傷害基質組織は多少、貧血且浮腫状を呈する。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では圧挫部の筋組織には24時間まで、広汎な出血巣がみられ、筋線維鞘が破れ、筋原線維がばらばらになつており、断裂が明瞭である。筋線維間には、粗な細胞成分に富む結合織が見られ、線維の走向は大きく波状を呈する。

一方、皮膚圧挫部では、12時間まで、真皮の部に出血及び円形細胞の浸潤がみらる。この時期には、第2層、すなわち、粗な細胞成分に富む幼若肉芽層の発生が旺盛となつてきている。

##### 2) 2週目所見

圧挫部は、腫脹高度となり、色調は蠟黄紫色となる。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、圧挫部の組織は退行変性を示し、共に断裂がまだ見られる。筋線維間には、密な細胞成分に非常に富んだ結合組織が著しく増殖し、出血巣はもはや見られない。筋線維の走

行は波状不規則で、線維間の間隙は比較的1週より粗となる。また、皮膚第2層には、密な細胞成分に非常に富んだ幼若肉芽層の発生が旺盛で、組織缺损部を充填する。

##### 3) 3週目所見

。圧挫部の腫脹やや減じ、色調は乳黄色となる。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、断裂は不明瞭で、圧挫部に2週で見られた筋肉の結合織及び皮膚の肉芽組織は、既に、大部分が、やや線維性を呈する結合織性組織の像を呈するようになる。線維間の細胞成分は、一体に、減少しているようである。また筋肉の筋原線維の中に退行変性に陥つているのも見られ、線維の走行は波状である。またその間隙は2週より小となつてきている。

##### 4) 4週目所見

圧挫部は、腫脹さらに減じ、黄白色となつている。

ヘマトキシリン・エオジン重染色では、断裂は殆ど見られない。圧挫部に3週で見られた筋肉の結合織及び皮膚の肉芽組織は、更に細胞成分は減り、線維成分が増加している。

筋線維の走行は波状の像が少くなり、不規則さがなくなつて来ている。

##### 5) 5～6週目所見

圧挫部の腫脹は殆ど減じ、対照と変らなくなり、色調は透明性が加つて来ている。

ヘマトキシリン・エオジン重染色での所見は、退行変性に陥つた筋線維並びに皮膚の肉芽組織は、結合組織に置き変わりつつあり、6週には、その度を更に強め、殆ど置き変るに至る。細胞成分は対照と同じ程度となる。筋線維走行もまた対照と同様真直になる。

#### 第2項 浮腫の時間的推移

##### A. 大腿部筋肉圧挫群の場合

##### 1) 大腿部筋肉正常含水量

77.21%±0.69(例数:6)

##### 2) 術後24時間まで

6時間:89.99%±0.72(例数:6), 24時間:90.25%±0.87(例数:6)で、術後6時間までの増加は、約13%で、比較的急激な増加を来すが、それ以後は僅少ずつ増加状況を呈し、12時間:90.22%±0.69(例数:6)～24時間は、極く僅少の増加を示すのみである。

##### 3) 術後1～10日まで

3日:90.81%±0.92(例数:6), 6日:91.03%±0.61(例数:6), 10日:92.53%±0.73(例数:6)で、1日:90.25%±0.87(例数:6)～3日は僅少

ずつの浮腫の増加を示し、3～6～10日も浮腫は多少増加傾向を示す。

1～6日までの浮腫の増加度は6～10日よりも僅に少い。

総体的には、徐々に増加の傾向を呈している。

4) 術後10日～6週まで

浮腫は10日： $92.53\% \pm 0.73$  (例数：6)より2週： $94.59\% \pm 0.54$  (例数：6)にわたつて増加を示し、3週： $83.54\% \pm 0.64$  (例数：6)となり、2週終り前後で最高になる。4週： $80.43\% \pm 0.79$  (例数：6)、

6週： $77.82\% \pm 0.79$  (例数：6)で、4週以後は、浮腫が次第に減少し、4週のそれは1時間： $77.85\% \pm 0.75$  (例数：6)～3時間： $88.07\% \pm 0.84$  (例数：6)、5週： $79.98\% \pm 0.79$  (例数：6)では1時間： $7.85\% \pm 0.75$  (例数：6)目の含水量値に近く、6週では殆ど正常値に復帰する(表1)。

このように、2週目で浮腫は最高値になるが、3週位より次第に減少の傾向を示し、6週には、殆ど術前値に近く復帰し、浮腫が消褪することを認めた。

(図8)。

図8 大腿部筋肉圧挫(家兎)

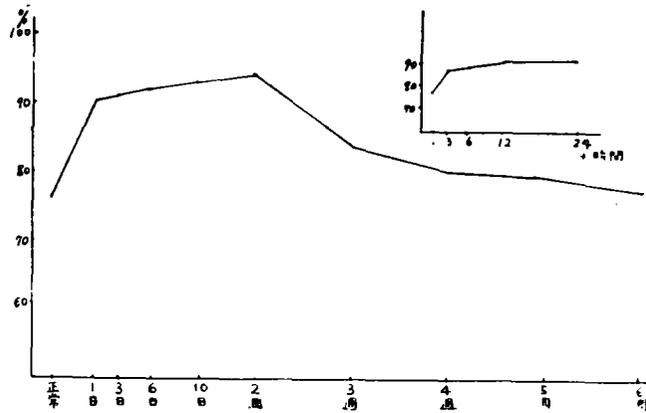
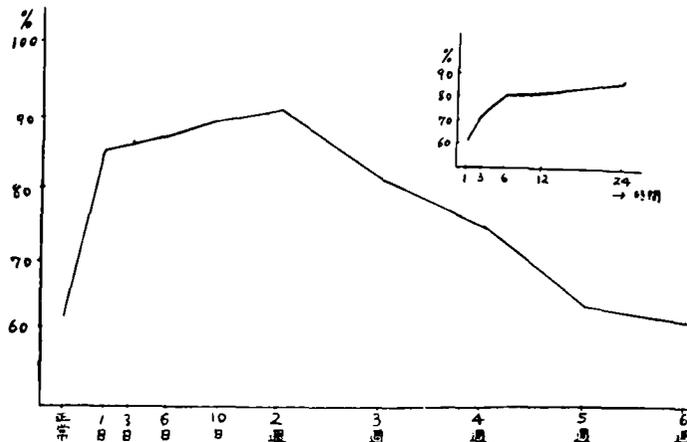


図9 大腿部皮膚圧挫(家兎)



B. 大腿部皮膚圧挫群の場合

1) 大腿部皮膚正常含水量

$62.10\% \pm 0.84$  (例数：6)

2) 術後24時間まで

3時間： $70.11\% \pm 0.64$  (例数：6)、6時間： $81.32\% \pm 0.65$  (例数：6)、24時間： $86.88\% \pm 0.71$  (例数：6)で、術後6時間位まで、急激な増加を来すが、それ以後は徐々に増加の傾向を示す。

3) 術後1日～10日まで

3日： $87.30\% \pm 0.71$  (例数：6)、6日： $87.91\% \pm 0.77$  (例数：6)、10日： $89.09\% \pm 0.97$  (例数：6)で、1日： $86.88\% \pm 0.71$  (例数：6)～3日は僅少の浮腫の増加を見るが、3～6～10日も尚僅少ずつ増加傾向を来す。1～6日までの浮腫の増加度は、6～10日よりも少い。

総体的には、徐々に増加傾向を示している。

4) 術後10日～6週まで

2週： $91.30\% \pm 0.75$  (例数：6)までは、少はず

つ増加し、3週：82.32%±0.73（例数：6）となり、2週の終り前後で最高となる。4週：74.22%±0.84（例数：6）以後は、浮腫が次第に減少し、4週のそれは3時間：70.11%±0.64（例数：6）～6時間：81.32%±0.65（例数：6）、5週：64.18%±0.75（例数：6）では1時間：62.5%±0.65%（例数：6）目の含水量値に近く、6週：62.48%±1.09（例数：6）では殆ど正常値に復帰する（表1）。

このように、2週の終り前後で、浮腫は最高になるが、これを峠として次第に減少し、遂には浮腫が6週には消褪するを見た（図9）。

### 第3節 小 括

家兎大腿部筋肉並びに皮膚に圧挫を加え、その変化を見るに、ヘマトキシリン・エオジン重染色では24時間目位までは筋線維の断裂が明瞭にみられ、一方、皮膚には出血巣が真皮に見られる。両者圧挫部の細胞成分は、2週目に最も増加し、以後次第に減じ、6週目には、肉芽組織は結合組織に置き換えられ、細胞成分も殆ど対照と同じ程度となる。

一方、浮腫の時間的推移は図8、9で示されているように、両者共、1日まで急激な増加を来し、2週の終り前後で浮腫は最高となる。それ以後では、次第に減少の経過をたどり、6週には既に術前値に近く戻る。このように、2週にかけて浮腫は比較的急激な増加を示すも、以後次第に減じ、6週には殆ど正常値に復帰し、浮腫の消褪を見るに至る。

## 第7章 総括並びに考按

浮腫に関する研究では、脳外科領域に於て、脳浮腫に対し種々検討が加えられて来た。1885年、Rieger<sup>21)</sup>が脳浮腫を脳自体の容積増大であると発表して以来、この問題について、幾多の研究がなされたが、脳質の含水量の変動を量的に追求する適当な含水量測定法がなかつたために、未解決の状態におかれ、たゞ、脳片の乾燥前後の重量差をもつて、全水量とし、この全水量の変動について議論されたに過ぎなかつた。また Henschen<sup>10)</sup>は細胞の滲透性機能障害により、細胞自体が大きくなると同時に、細胞間隙にある液体が増えるのが浮腫であり、これに反して、腫脹は原形質の膠様微細構造が変化して、可逆的な膠様水結合と非可逆的な固形物質の浸入を伴うことによりおこる容積増大であると述べている。しかるに、第2章でも言及したごとく、1950年、安保<sup>20)</sup>が結合水の概念を脳質含水量変化の研究に導入して以来、含水量測定法は大なる進歩を遂げるに至つた。

さて、一方、手の外科領域に於て、腱の浮腫の系統的的研究は未開野の状態である。従つて、それに関する文献も見当らないようである。

ここで、私の実験成績に検討を加えてみると、

まず、正常含水量は、筋肉が77.21%±0.69（例数：6）で最も豊富で、アキレス腱：62.16%±0.55（例数：6）、長趾屈筋腱：62.18%±0.49（例数：6）及び皮膚：62.10%±0.84（例数：6）は殆ど同一であつた。

次に、腱縫合部の浮腫の推移であるが、術後2週の終り前後で浮腫は最高となり、それから次第に減少して、6週において、殆ど術前値に復帰している。その際に、絹糸によるアキレス腱縫合の場合は、2週まで比較的急激な浮腫の増加を来し、以後減少して行くが、鋼線による長趾屈筋腱縫合での浮腫の急激な増加の傾向は、1週までであつて、以後は緩慢な増加経過を経て、2週の終り前後を峠として減少に移る。

このことは、ヘマトキシリン・エオジン重染色所見でも同様である。すなわち、細胞成分は、絹糸群で2週目が最高、鋼線群は3週目で、更にやや増加の傾向を示す。

また、浮腫の度合は、一体に、絹糸による縫合の場合が、鋼線群による場合よりも大である。組織学的所見では、細胞浸潤の程度は、絹糸群が鋼線群よりも概して強く、腱線維の結合は両者とも2週目に最も粗となり、5～6週目には腱本来の線維の走行をとる様になる。

アキレス腱切断についても、その浮腫の推移は、術後2週まで比較的急激な浮腫の増加を来し、2週の終り前後で最高となり、以後次第に減少し、6週では正常値に復帰し、浮腫の消褪を見る。この成績は、武智<sup>80)</sup>の組織学的所見に一致している。すなわち、ヘマトキシリン・エオジン重染色で、2週目では、線維の走行は波状で、その上に線維間の結合が粗になつていて、細胞成分が多い。以後次第に細胞成分は減少し、5週目には線維は波状に曲り、その間隙に粗な結合組織が見られた。また、名倉<sup>87)</sup>は家兎を用いて、アキレス腱の皮下切断の際の治癒現象を追求し、術後2週目で缺损部に幼若結合組織が非常に増殖していることを観察しているが、私の行つた実験に於ても同様の所見が見られ、細胞成分の増減と浮腫の大小とは、また一致することが考えられる。

次で、アキレス腱圧挫例でも、やはり術後2週の終り前後で浮腫は最高となる。3週以後は次第に減少し、6週でほぼ術前値に復帰するが、とりわけ、3日

あたりまでは、急激な浮腫の増大を示す。

一方、組織学的には、3日目まで線維の断裂が非常に明瞭で出血もまた、大である。

細胞成分は2週目にて最も著しく増加し、腱線維の走行も不規則で、その間隙は最も粗となる、以後次第に細胞成分も減少し、6週目には対照に近く復帰する。

筋肉及び皮膚圧挫による浮腫でも、2週の終り前後で最高となり、6週で消褪する。

さらに、共通した点は24時間までは急激な浮腫の増加を示すことである。

ヘマトキシリン・エオジン重染色でも、筋肉圧挫の場合、24時間までは広汎な出血巣が見られ、筋原線維がばらばらになつている。

筋線維の間隙は、2週目に最も粗となり、細胞成分は最も多い。

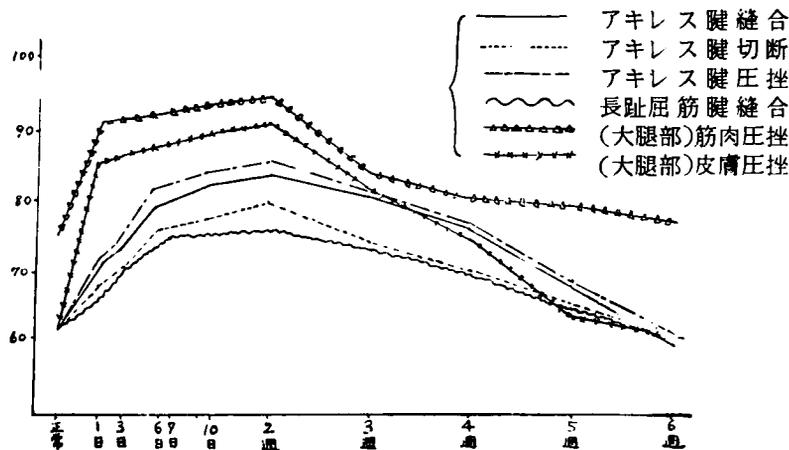
一方、皮膚の場合には、12時間では真皮の部に出血及び円形細胞の浸潤が見られるに至り、2週目において幼若肉芽層の発生が旺盛となる。

以上の事実より、次の諸点が考察される。

1. 腱縫合群では、絹糸群が鋼線群よりも、刺戟性が大なることがわかる。換言すれば、鋼線群が絹糸群よりも刺戟性が少いために、縫合材料としてまきること考えられる。

2. 浮腫の程度を比較すると、大腿部筋肉圧挫が最も大であり、次に大腿部皮膚圧挫→絹糸使用のアキレス腱縫合部→アキレス腱切断部→鋼線使用の長趾屈筋腱縫合部の順に小となる(図10)。

図10 浮腫の推移(家兔)



このことは弾力性の異なるものほど浮腫もまた大であることが考えられる。すなわち、筋肉、皮膚は表3で示されているように、人体組織臓器の内、最も弾力性に富んでいるが、弾力性の少ない腱よりも、圧挫では、より大なる浮腫が生じている。しかし、6週にはいずれも浮腫が消褪している。

### 3. 後療法の問題について

(1) 腱縫合後の運動開始の時期について、Kirchmayer<sup>18)</sup>は3日で他動運動を、Bier<sup>8)</sup>、Lexer<sup>14)</sup>等は8日で開始している。片山<sup>24)</sup>は前腕筋では5~7日、アキレス腱では2~3週後に開始し、腱の大きさにより適宜加減すべきだと結論づけている。津下<sup>40)</sup>は縫合に自信があれば、2週頃より少しずつ運動を始めてよいと論じている。嘗て、Bunnell<sup>4)</sup>は術後3週間完全固定し、以後漸次運動練習を開始すべきだと説いたが、1956年に改版された彼の著書によれば、早期運動を支持しているようである。

私の実験成績から推して、Bunnell<sup>4)</sup>、片山<sup>24)</sup>、津下<sup>40)</sup>の考えは妥当で、大体、第2週の終り前後より、徐々に運動を開始して、以後次第にその程度を強める様にすべきで、5~6週頃より、本格的後療法に入るべきだと考えられる。

(2) アキレス腱切断についても、Baeyer<sup>5)</sup>はアキレス腱の皮下切腱術を行つた際に、2~3週間ギプス固定後、本格的運動練習をするように主張しているが、私の行つた実験成績からも、同様のことが考えられる。

(3) アキレス腱圧挫に関して、神中<sup>28)</sup>はアキレス腱新鮮断裂の場合に、ギプス固定を3週間、以後2~3週間をギプス副子とし、またSpeedは6週間ギプス固定をなすべきだと述べている。私の行つた実験では第2週の終り前後で浮腫が最高となり、以後消褪してゆく。

この成績からみて、それぞれ妥当なものと考えられ

る。

(4) 筋肉・皮膚圧挫の場合、臨床的にしばしば相  
遇するところの関節捻挫、関節打撲においても、いわ  
ゆる、高度の損傷がない挫傷或は挫創であれば、一般  
に局所の安静と冷電法を先づ施し、組織内の出血吸収  
を計つていることは周知のことであるが、これを私の

行つた実験成績と照合すると、術後24時間までは急激  
な浮腫の増大を、皮膚及び筋肉共に来し、以後2週ま  
で徐々に浮腫は増大する事実から、7~10日間は必ず  
安静湿布の必要性を認め、以後理学療法及び運動練習  
を開始すべきだと考える。

表 3 人体組織臓器の圧縮性 (竹内鈺著：外傷外科学より引用)<sup>43)</sup>

軟骨	.....	1) 最も弾力性に富むもの .....	}	弾力性	} 圧縮性
皮膚	.....				
肺組織	.....				
筋肉	.....				
眼	.....	2) 稍弾力性に富むもの .....	}	弾力性	
血管	.....				
神経	.....	3) 総ての組織には或る程度の弾力性がある .....	}	非弾力性	
その他	.....				
頭蓋骨	.....				
長管状骨	.....	4) 多少の弾力性がある .....	}	非弾力性	
血液	.....				
淋巴液	.....	1) 液体 .....	}	液体 (水分に富むものを含む)	} 非圧縮性
尿管	.....				
腸内容	.....	2) 最も水分に富む .....	}	液体	
脳髓	.....				
その他	.....				
緻密骨	.....	3) 人体組織の大部分は水分に富む (76~81%) .....	}	固体	
		4) 12%の水分を含む .....			

### 第8章 結 論

1. 家兎を用いて、腱、筋肉、皮膚に種々の損傷を  
与へ、三田村製 **Abderhalden** 乾燥器及び **Torsion-  
Balance** を用いて、各々の浮腫の時間的推移を観察  
した。

2. アキレス腱及び長趾屈筋腱縫合群の内、前者の  
絹糸群、後者の鋼線群共に、浮腫は術後2週の終り前  
後で最高となり、6週で消褪することを認めた。しか  
し、絹糸群は鋼線群よりも、浮腫の程度が大であつ  
た。これは組織学的所見に一致する。アキレス腱と長  
趾屈筋腱の正常含水量は、ほぼ同一である。

3. アキレス腱を切断した場合も、浮腫は術後2週  
の終り前後で最高となり、6週で、ほぼ消褪した。ま  
た、組織学的にも、2週目が細胞成分が最も多く、線  
維間が粗になつている。これは、名倉<sup>37)</sup>及び武智<sup>41)</sup>

の行つた実験と、ほぼ一致する。

4. アキレス腱、大腿部筋肉、大腿部皮膚の圧挫に  
ついての浮腫の推移も同様の経過が見られた。筋肉及  
び皮膚圧挫により生じた浮腫は腱圧挫の場合よりも急  
激に生じ、殊に術後24時間までが著しい。

5. 浮腫の程度を比較するに、大腿部筋肉圧挫部が  
最も大であり、次に大腿部皮膚圧挫部→アキレス腱圧  
挫部→絹糸使用のアキレス腱縫合部→アキレス腱切  
断部→鋼線使用の長趾屈筋腱縫合部の順に小となる。

稿を終るに臨み、御懇篤なる御指導並びに、御校閲  
を賜りたる恩師児玉教授並びに、津下助教に、万端  
の謝意を表し、併せて、教室員各位の御協力を謝す。

なお、本論文の要旨は昭和33年7月第2回手の外科  
学会総会に於て発表した。

### 文 献

1) Alexander, L. & Looney, J. M.: Arch.Neur.,  
40, 877, 1928.

2) Apelt, F.: Dtsch. Z. Nervenhk. 35, 306, 1908.  
Dtsch. Z. Nervenhk., 39, 119, 1910.

- 3) Bier, A. : *Chirurgische Operationslehre*, 5, p. 256, 1923.
- 4) Bunnell, S.: *Surgery of the Hand*, 3rd Ed., p. 439, Lippincott, Philadelphia-London, 1956.
- 5) Baeyer, H. V.: *Z. Orth. Chir.*, 56, 552, 1932.
- 6) Fünfgeld, E. : *Med. Klin.*, 34, 1144, 1938.
- 7) Greenfield, J. G.: *Brain*, 62, 129, 1939.
- 8) Hoff, H. & Urban, H. : *Dtsch. med. Wschr.*, 60, 1537, 1934. *Desch. med. Wschr.*, 61, 786, 1935.
- 9) Hatschek, E. : *Trans. Farad. Soc.*, 32, 787, 1936.  
 安保寿 : 東京医事新誌, 67, 10, 昭25. より引用
- 10) Henschen, C. : *Zbl. Chir.*, 54, 3169, 1927.
- 11) Jaburek, L. : *Arch. Psychiatr.*, 104, 518, 1936.
- 12) Jones, I. D. & Gortner, R. A. : *J. Phys. Chem.* 36, 387, 1932.
- 13) Kirchmayer, L. : *Zbl. Chir.* 44, 906, 1917.
- 14) Lexer, E.: *Die Gesamte wiederherstellungschirurgie*, 1, p. 412, Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1931.
- 15) Newton, R. & Gortner, P. A. : *Botan. Gaz.* 74, 442, 1922.
- 16) Prados, M. : *Arch. Neur.*, 54, 163, 1945.
- 17) Pötzl, O. & Schüller, A. : *Z. Neur.*, 3, 139, 1910.
- 18) Riebeling, C. : *Z. Neur.*, 166, 149, 1939.
- 19) Robinson, W. : *J. Biol. Chem.*, 92, 699, 1931.
- 20) Reichardt, M. : *Allg. Z. Psychiat.*, 62, 787, 1905.
- 21) Rieger, K. : *Eine exakte Methode der Krianiographie*, Gustav Fischer, Jena, 1885.: *Kirschner-Nordmann : Chirurgie.* 3, Auf. 2, Urban & Schwarzenberg, Berlin U. Wien, 1948.
- 22) Selbach, H. : *Arch. Psychiatr. (D.)*, 112, 409, 1940.
- 23) Struwe, Fr. : *Z. Neur.*, 133, 503, 1931.
- 24) Strobel, Th.: *Z. Neur.*, 166, 161, 1939.
- 25) Schlüter, A. & Nerve, H. E.: *Z. Neur.*, 140, 172, 1932.
- 26) Scheinker, I. : *Dtsch. Z. Nervenhk.*, 147, 1938.
- 27) Speed, J. S. : *Campbell's Operative Orthopaedics* (Speed & Knight ed.), 3rd Ed., p. 1312, Mosby, St. Louis, 1956.
- 28) Thoenes, F. : *Biochem. Z.*, 157, 174, 1925.
- 29) 安保 寿 : 東京医事新誌, 67, 10, 1950.
- 30) 東 健一, 糖沢建次 : 化学の研究, 第1集生化学編, 朝倉, 東京, 23頁, 昭23.
- 31) 平松敏男 : 日整会誌, 29, 171, 昭30.
- 32) 伊藤秀芳 : 日整会誌, 28, 69, 昭27.
- 33) 神中正一 : 神中整形外科手術書, 南山堂, 東京, 719頁, 昭31.
- 34) 片山良亮 : 片山整形外科学, 中外医学社, 東京, 上巻, 95頁, 昭29.
- 35) 木本 : 久留米医学会雑誌, 14, 573, 昭26. より引用.
- 36) 長野真吉 : 日整会誌, 29, 38, 昭30.
- 37) 名倉英二 : 日整会誌, 1, 28, 昭1.
- 38) 高井俊一 : 日本医事新報, 1480, 23, 1952.
- 39) 武知久幸 : 久留米医学会雑誌, 14, 573, 昭26.
- 40) 津下健哉 : 手術, 金原出版, 東京, 12, 27, 昭33.
- 41) 武智秀夫 : 日整会誌, 32, 292, 1958.
- 42) 高島律三, 尾持昌次 : 解剖学要説, 上巻, 12頁, 22頁, 昭25.
- 43) 竹内 釵 : 外傷外科学, 南山堂, 東京, 上巻, 8頁, 昭25.

## INJURY AND EDEMA OF THE TENDON

Toshihiko Hazaki

Department of Orthopedic Surgery Okayama University Medical School  
(Director: Prof. Toshio Kodama)

Today the statistical study on the edema of the tendon still remains in a state which requires further exploration. Therefore, by using a Mitamura's Abderhalden Dryer and Torsi-on-Balance, the author studied periodical changes of various edemas evoked by inflicting injuries to tendons, muscles, and skin of rabbits, and obtained the following results:

1. Of the Achilles tendon and long digital flexor tendon sutured groups, the edema both in the silk-thread group of the former and in the stainless-wire group of the latter was found to have reached its maximum stage around the end of the second week after operation, and it disappeared about the end of the sixth week. However, the degree of the edema is higher in the silkthread group than in the stainless-wire group. These findings coincide with microscopic ones. The normal water content of the Achilles tendon is about equal to that of the long digital flexor tendon when the Achilles tendon is severed.

2. Even in the case of severing the Achilles tendon, the edema reaches its maximum around the end of the second week after operation, and it practically disappears about the end of the sixth week. Likewise in the microscopic findings, the cellular substances are most abundant in the second week, showing an irregular inter-fiber spaces. These agree fairly well with the results obtained by Nakura and Takechi.

3. Changes of the edema evoked by pinching of the Achilles tendon, femur muscle, and femur skin take a similar course. The edema caused by the pinching of the muscle and skin occurs more rapidly than that by the pinching of the tendon, especially markedly up to 24 hours after operation.

4. In comparing the degrees of the edema, it is highest in the case of pinching the femur muscle, followed by the pinching of the Achilles tendon → in the Achilles tendon sutured with silk thread → the severed part of the Achilles tendon → in the long digital flexor tendon sutured with stainless wire, in the order mentioned.

---