EXPERIMENTAL STUDIES ON THE MODE OF THE HEALING OF TENDON IN VARYING REGIONS OF PARALYSTS (3)

Minoru ASANO

*Department of Orthopedic Surgery, Keio University School of Medicine
Natal Leprosarium Tama Zenshoen*

Difference produced in the healing processes of tendon depending on the region of paralysis is mostly due to the primary effect of the disturbance of autonomic nerve system, especially, parasympathetic nerve control. Then, secondary effects, such as the lowering of muscular tension, nutritional disturbance of tissues, reduction in the amount of circulating blood, loss of sensation, cease of motility etc. by the dissociation of sympathetic nerve and pyramidal fascicle, produce difference in the processes of healing. By secondary effects alone, however, the impairment of healing processes is not so much pronounced. Weakening and retardation of healing processes appear when these secondary effects are combined with the primary effect.

諸種麻痺域における腱の癒合様態に関する実験的研究 (3)

浅 野 実

腱の新生並びに癒合過程の差異

第1項 腱の新生過程

腱の新生過程については種々論議されている。Viering (1891), Seggel (1902), Vulpius (1904), Rehn (1909) 名倉 (1927), 内藤 (1927), 片山 (1950), 伊藤 (1953) 等の業績をみると、腱線維の新生については、1) 腱線維自身の再生増殖、2) 腱鞘組織からの新生、3) 前二者の合併によるもの、4) 腱鞘及び周囲組織からの増生、5) 腱結合組織からの新生、6) 腱周囲組織からの新生等その癒合機序については確説がない。特に片山、伊藤等は腱の周囲結合組織と腱束間の結合組織から肉芽組織が増殖し、線維芽細胞の増殖、ついで嗜銀線維の多量出現をみた後に膠原線維の形成にいたるものであるとなし、名倉は周囲組織から肉芽組織が旺盛に侵入し、線維化も迅速強固であり、ついで結合組織の侵入増殖によつて補綴され、腱断端からの再生は大きな影響をもたないものであるとなし、何れも初期には肉芽形成をみるものであるとなしている。また一方増田 (1951) は先づ滲出

物が析出し、この中に散在性に膠原線維が形成され、これよりおくれで断端から線維が増殖成長するとなし、片山、伊藤等も最初に粘液様基質と少量の線維芽細胞の増殖をみた後に少量かつ短期間の嗜銀線維の出現を見、ついで膠原線維の形成に至るものであると述べている。そして前者の場合は肉芽発生源を周囲組織の結合組織に帰するもの、或は腱束間のそれに求めるもの、または関与程度は区々であるが両者に求めるもの等ある。後者の場合は組織反応の強弱によるものであるとなしている。また Dick は筋の牽引力の作用によつて腱様組織に転化するものでありとなしており、腱の新生過程に関しては意見の一致をみない。

私の実験では腱の周囲から肉芽組織が旺盛に形成され、それらが腱断端間隙に強く侵入し類壊死片を圧排すると共に腱断端の線維基質の疎開、溶解、排除と相俟つて肉芽組織は腱線維間に漸次侵入する。ついでそれらの肉芽組織は線維素性線維或は結合組織によつて漸次置換され、腱は癒合し強靱化する像を示しており、腱束間の結合組織から肉芽組織が増生する像を認めることが出来な

い。したがって腱の新生過程は腱の周囲結合組織から肉芽組織が形成されるものであつて、片山の腱束間の結合組織から肉芽組織が形成されるとの説には賛意を表し得ない。また断端滲出物の中に膠原線維が形成され増殖するとなす増田説は私の実験からは想像も出来ない。名倉のいう如く肉芽組織の発生源を周囲の結合組織に帰することが最も妥当であり、それらの肉芽組織が漸次結合組織に置換され強靱となつて正常な腱となるもようである。また肉芽組織の発生が組織反応の強弱によつて左右され、組織反応が強ければ肉芽組織が形成され、組織反応が弱ければ粘液様基質が形成され、線維芽細胞の増殖、嗜銀線維の出現、膠原線維の形成をみるものであるならば、本実験の如く切断、縫合等の強大な操作によつて断端は浮腫状に膨化変性し類壊死に陥っているから当然組織反応が強度であるので、まず細胞の多い肉芽組織が周囲から急速に形成され、それらによつて断端間隙を修復しようとする過程が起り、粘液様基質の形をみなかつたものといえる。片山、伊藤等の場合は組織反応の強弱によつて左右され、強い場合は肉芽形成をみ、弱い場合には粘液様基質の形成をみるとなしているが、腱手術にあたつてはいかなる場合においても組織反応が強大であるのでまず細胞の多い肉芽組織が形成されるので粘液様基質の形成はみることが出来ない。また私の実験成績によれば肉芽組織の形成は腱鞘が温存されたものや縦切されたものは適量且つ迅速に進行するが、腱鞘が切除されたり、横切されたものにあつては遅く且つ不適である。手術にあつては留意すべきことといえる。

第2項 各種麻痺域における腱の癒合過程の差異

脊髄性小児麻痺、脊髄損傷、末梢神経麻痺、進行性筋萎縮症及び癱性麻痺等の各種の麻痺域における機能外科的対策として多くの腱手術が移植術、移向術等色々な形で応用されている。

脊髄性小児麻痺並びに腱損傷に対する観血の手術に関して、Tillax (1869) 及びDuplay (1869) が外傷性腱損傷に対し定型的腱移植術を試みてからNicoladoni(1880)が麻痺性踵足について麻痺腱を他の健康腱に縫合することを試みて以来 Vulpius (1904), F. Lange (1930), Biesalski (1952), L. Mayer (1918) 等によつて臨床的にも基礎的にも研究されている。また腱縫合法並びに移植に関する基礎的研究については Vierung (1891), Seggel (1902), Vulpius (1904), Rehn (1909), 名倉 (1927), 内藤 (1927), 平松 (1954), 伊藤 (1951), 片山 (1952), 長野 (1954) 等によつて報告されている。

片山は家兎を用いてアヒレス腱を麻痺せしめ、腱の麻痺並びに縫合法が癒合にいかの影響を及ぼすかを実験的並びに組織学的に観察した結果麻痺腱の癒合は遅いが3～4週後には健康腱と大差ないと報告している。平松は家兎の健康アヒレス腱及び腓骨神経を切除して麻痺を起させ、該腱を端々縫合し、治癒過程を検した結果、麻痺腱縫合部の腱新生過程は健康腱と同様であり、腱断端間の線維形成は前者がおくれるが3～4週で大差はないとしている。伊藤は家兎の健康アヒレス腱、麻痺腱及び健康腓骨筋腱の間で種々組合せて行つた結果平松と略同様の結果を得ている。特に縫合糸によつて圧迫された部分の線維は変性に陥り、腱の再生はおこらず、結紮された腱線維の再生状態の悪いことは健康腱においても麻痺腱においても略同様であると述べている。長野も家兎で同様の実験を行い、腱縫合後2週間で自動索引力を加えると術後3～4週間にいたるも組織的に変化があり、麻痺腱縫合群は健康腱のそれに比して静止性が強く活動性がないと報告している。

しかしこれらの報告は単なる末梢神経麻痺域における腱縫合であつて、中枢性及び各種麻痺域における腱の癒合状態やそれらの比較については何もなされておらず、各種麻痺の正しい機能外科的対策の実施上何れも不満足であり、不備である。

と臨床的に岩原教授等は麻痺足に骨移植の経過の中で脊髄損傷麻痺域における骨移植の経過は脊髄性小児麻痺域におけるそれに比して極めて劣弱緩慢であると報告されており、池田助教授は脊髄完全横断麻痺域骨母床に遊離移植した移植骨の生着、置換、改変さらに移植骨外及び内骨膜並びに母骨骨形成原基からの骨新生及び吸収機転は対照実験のそれに比して遅発し且つ著しく劣弱であると報じている。松尾は各種麻痺域に骨移植を行いその生着様態を実験的に比較研究し、前角傷害麻痺肢のものは脊髄損傷麻痺肢におけるものよりもはるかに良好な経過をとり、坐骨神経切断麻痺肢においてはその中間に位し、脊髄前根切断麻痺肢のものは脊髄前角傷害麻痺肢のものに近い結果を得たと報告している。これらの臨床経験及び実験的研究は何れも麻痺域における骨移植の生着様態に関するものであるが、麻痺域における腱の癒合の場合においても同様に麻痺腱の癒合は健康腱のそれよりもはるかに劣弱遅延し、また各種麻痺域によつてその癒合に差異を生ずることも類推し得られる。したがって私は坐骨神経切断、脊髄前角傷害、脊髄前根切断、脊髄損傷等の各種麻痺域を作成し、その麻痺域における腱の癒合様態を実験的に研究し、麻痺腱の癒合は健康腱にそれ

より著しく劣弱遅延するものであり、麻痺腱の中では脊髄前根切断群は最も良好迅速に癒合し、ついで脊髄前角傷害群、坐骨神経切断腱で、脊髄損傷腱が最も劣弱遅延することを明らかにし得た。

このように健康腱と麻痺腱との癒合過程の差異及び各種麻痺域における差異はどうしておこるものであろうか。麻痺域における骨の生着様態の差異と同様に、この発生原因は神経支配によるものと思われる。

脊髄損傷では知覚伝導路、錐体路の外に交感神経系、副交感神経系及び錐体外路等各種中枢路は形態的、機能的に障害され、麻痺による筋肉の不働性萎縮のみでなく、支配域の高度な組織栄養障害と筋肉の変化、皮下脂肪組織の変化、血管の収縮による血流の減少、褥瘡の発生等を招来するものである。脊髄交感神経線維は節状索を通じて上下、左右に交通しているので脊髄損傷によつて脊髄副交感神経系は交感神経系に比し高度且つ完全に障害されることになる。

脊髄損傷麻痺域における組織栄養障害の発生原因については交感神経及び副交感神経の障害によつて起るものであることが明らかにされ、また筋肉の緊張低下、組織栄養障害に関しては Boeke、呉一門によつて交感神経、副交感神経、錐体外路性神経が関与していることが臨床的に実験的に立証され、それらが急速且つ高度に発生するのは各種中枢路の障害によるものであることが容易に了解される。これら諸因子の総合集積によつて脊髄損傷麻痺域における縫合腱の癒合様態は最も高度に劣弱遅延するものと思われる。

坐骨神経を切断することによつてその中に含まれる交感、副交感神経の機能がほとんど断絶され、僅かに動脈周囲に分布して下る交感神経の支配を残すのみとなる。坐骨神経には血管収縮神経と血管拡張神経の存在を久安 (1955) は確認しており、坐骨神経を切断することによりそれに含まれる血管収縮神経によつて保たれている血管のトーンスが消失するために血管収縮神経の作用のみがあらわれ、したがつて組織栄養は高度に障害されるのは当然である。松尾は坐骨神経切断犬に骨移植を行つた実験成績で、あるときは脊髄損傷のそれに類似した成績を得、あるときは脊髄前角傷害と同様の所見を示しているものもあつて大体両者の中間に位しているものと考えてよいのではないかと述べているが、私もこの考えに賛意を表するものである。すなわち本実験の成績においても幾分の差異を認めるが、それは脊髄損傷の如く完全麻痺は期待出来ないのであつて、呉一門によつてなされた坐骨神経切断による皮下脂肪の増加減少、松尾の実験に

よる坐骨神経切断麻痺域における移植骨の生着様態の成績の良否の懸隔が顕著であることからしても、坐骨神経切断においては自律神経遮断による組織栄養神経の障害以外に全身状態の良否、局所状態によつて相当左右されるものと思われる。したがつて坐骨神経切断麻痺域における腱の癒合様態も脊髄損傷の如く高度な劣弱ではなく脊髄損傷と脊髄前角傷害の中間に位する。

脊髄前角傷害では脊髄前角細胞の破壊によつておこされる運動障害並びに筋萎縮を主体とするものであつてあらかも脊髄性小児麻痺域における骨の機能は主に筋麻痺による二次的低下が主体であつて、自律神経系殊に副交感神経系の障害による一次的影響は僅微かあるいは皆無とみなされる。したがつて脊髄損傷麻痺域における骨移植の経過は脊髄性小児麻痺麻痺域におけるそれに比して極めて劣弱、緩慢であると報告されているが、これは移植骨に限らず腱についても同様のことが推測される。即ち脊髄前角傷害では脱落した神経細胞は膠質組織によつて置換され、運動障害並びに筋萎縮を主体とした症状をあらわし、それに若干の自律神経系、知覚路、錐体外路等の障害による影響が助長的に加わつて、筋肉ばかりでなく他組織の栄養障害をも来すために麻痺腱は正常の光沢を失ひ稍黄色を帯び、伸展性を増し、弾力性を失う。しかし前角のみの障害ではその支配域にあらわれる組織の栄養障害が僅微であることは Eulenberg (1878) や Kötser (1904) によつて明らかにされたところであつて自律神経系殊に副交感神経の障害による一次的影響は比較的僅微であつても筋麻痺による二次的低下が加わつて組織栄養障害を助長せしめるときは腱の癒合を遅滞せしめることは当然である。しかも脊髄損傷における如く交感、副交感神経支配の障害による直接の一次的影響の上に二次的諸因子の集積による機能低下に比すれば腱の癒合様態の良好なのは当然の理である。

脊髄前根切断においては前根中を遠心性に走行する脊髄交感神経線維が切断され、副交感神経支配の優勢が考えられるが、前角傷害における同様に筋麻痺による二次的变化が主役を演ずるものと思われる。松尾も前根切断によつて交感神経機能は廢絶することなく、その機能低下のみに由来する骨の機能的変化を明示することは甚だ困難であると報じているように、脊髄前根切断によつて交感神経支配の遮断による骨の変化が認められないとするならば腱においてもまた同様のことが類推され、交感神経機能低下の腱に対する一次的影響は僅微であると思考される。事実脊髄前根を通ずる交感神経線維は節状索を通じて上下、左右で連絡をもっているので前根の

切断によつて交感神経機能の癱絶することはないのであるから、交感神経機能の低下はそれほど著明にあらわれるものではなく、主なる障害は筋萎縮を伴う弛緩性麻痺による不働性萎縮が統発する結果からくるものと思われる。手島（1954）は前根切断の支配域に与える影響は癱用、血液循環障害、神経障害の三者の共同作用であると なしているが、脊髄前根切断による血液循環障害は一時的であつて交感神経機能は左程低下しないのであるから、筋萎縮による二次的变化に重点をおくべきものと考ええる。このことからして脊髄前根切断麻痺域における腱癒合は他の麻痺域におけるよりも迅速良好に経過するものと考えられる。

以上各種麻痺域における腱の癒合過程の差異を要約すれば、何れも健康腱に比し明らかに遅延する。特に脊髄損傷にあつては自律神経支配ことに副交感神経支配の障害による一次的影響が甚大であり、交感神経、錐体路、錐体外路の断絶による支配域の筋肉の不働性萎縮のほか筋の緊張低下、組織栄養障害、皮下脂肪の変化、血流の減少、知覚脱失、運動癱絶等二次的影響が加味され、これらの諸因子が集積することによつて腱の癒合様態は最も高度に劣弱遅延するものと考えられる。坐骨神経切断にあつては自律神経遮断による組織栄養神経の障害、皮下脂肪の増減、血流以外に全身状態の良否、局所状態によつて左右されて不同であるが、腱の癒合状態は脊髄

前角傷害と脊髄損傷の中間に位する。脊髄前角傷害にあつては主として運動障害に由来する筋肉の不働性萎縮による緊張低下、組織栄養障害に軽微な自律神経系の障害が加わつておこるもので、麻痺腱の中では比較的良好な癒合経過をたどる。脊髄前根切断においては交感神経の機能低下は著明でなく、筋萎縮を伴う弛緩性麻痺によつて不働性萎縮が統発する結果からくるもので麻痺域における腱の癒合過程は各種麻痺中最も良好迅速であるものといえる。

参 考 文 献

- 1) 吳 建：自律神経系 (1941)
- 2) 岩原 寅猪：手術 6, 331 (1952)
池田 亀夫
- 3) 名当満智子：日整外雑 27, 301 (1953)
- 4) 黒川 一：日整 雄 27, 248 (1953)
- 5) 小谷 勉外3：日本外雑 55, 337 (1954)
- 6) 長野 真吉：慈大雑 69, 872 (1954)
- 7) 平松 敏男：慈大雑 66, 761 (1954)
- 8) 池田 亀夫：日整外雑 28, 91 (1954)
- 9) 久安 徹：日整外雑 29, 535 (1955)
- 10) 井上 恒夫：北海医雑 30, 711 (1955)
- 11) 松尾 久男：日整外雑 30, 41 (1956)