

キューンチャー氏髓内釘固定法による長管状骨々折治療の研究

千葉大学医学部整形外科教室(主任 鈴木次郎教授)

石川 芳 光
YOSHIMITSU ISHIKAWA

(昭和33年3月20日受付)

目

- 第1章 緒言並びに文献的考察
- 第2章 髓内釘の研究
 - 第1節 髓内釘の材質及び材料力学的研究
 - 第2節 髓内釘の臨床的研究
- 第3章 キューンチャー氏髓内釘固定法による長管状骨々折治療の研究
 - 第1節 キューンチャー氏髓内釘固定法による長管状骨々折治療の統計的観察
 - 第2節 治療成績の検討

次

- 第3節 複雑骨折に対する応用の検討
- 第4節 合併症及び後遺症の検討
- 第5節 人体に及ぼす影響の研究
 - 第1項 全身的影響
 - 第2項 骨癒合に及ぼす影響
 - 第3項 骨長径發育に及ぼす影響
- 第4章 総括並びに考按
- 第5章 結 論
 - 文 献, 附 図

第1章 緒言並びに文献的考察

整復及び固定が骨折治療の原則であることは論を俟たないがその手段としては通常非観血的治療で目的を達することが出来る。然し整復固定の不能の場合、機能障害の予想される場合等観血的治療を必要とする事も決して少くない。

キューンチャー氏髓内釘固定法(以下キューンチャー氏法と略記する)は内軸固定法に属するもので、1940年 Kiel 大学 Gerhard Küntscher により発表された新手術法である。即ち、骨頭外側皮膚に小切開を加え、骨頭外側に小孔を穿ち太く長大な不銹鋼髓内釘を「レ」線コントロールを行いつつ、骨髄腔の殆んど全長に亘り打込んで骨折部を固定する方法である。Küntscher によればこの手術法は骨折部の固定が強固で、ギプス等の補助的外固定を要せず関節の早期運動も可能で、髓内釘自身の強度のため早期歩行も可能であると述べられている。

金属により内軸固定を行わんとする試みは今世紀初頭より Lambotte (1906), Hey Groves (1918) 等により行われて来たが、材料に鋼鉄を使用したため局所反応が強く金属排出、瘻孔形成等の致命的な合併症を起し易く広く一般に行われるには至らなかった。その後 Stuck, Venable (1937) 等により金属の体内腐蝕現象が明らかにされ、不銹鋼の発達と相俟つて 18-8 鋼, Vitallium, V₂A 鋼等が安全に生体内に應用されるに至り Küntscher の手術法が成

功を見るに及んだ。偶々第二次世界大戦勃発によりその普及は急速を極め Böhler, Le Vay, Street, Robert, Soeur, Smith, 宮城, 津下, 黒木氏等を始めとし多数の追試, 批判が行われた。これら諸家の意見を総合するとキューンチャー氏法は骨折部の固定は強固であり、補助的外固定を要しない。早期より筋肉、関節運動が可能であり従つて機能恢復は早く後遺症を来すことが少く、また、血行障害を来すことも殆んどない。手術手技は比較的安全容易で、術後療法も殆んど要せず入院期間も大幅に短縮出来る。その上比較的早期歩行も可能である。等の優れた特徴を有するが骨髄の広範な破壊により骨髄血管、骨髄骨膜は損傷され仮骨新生は阻害される。脂肪栓塞、ショックを起す危険があり、「レ」線曝射による危険、暗室操作による化膿の危険も考えられる。髓内釘腐蝕、折損、屈曲、移動、排出等の特殊の合併症を起す危険がある。長管状骨でも部位により応用不能である等の欠点も考えられる。即ち、キューンチャー氏法の長所は誰しも認める処であるが骨折治療に及ぼす影響、髓内釘の問題、手術適応等につき検討は種々行われてはいるもののその見解は一致せず、また不明な点も多く吾々に疑義を抱かせるものである。

骨癒合に関し Küntscher, 宮城は強大な固定力により骨癒合は速やかであるとし、Böhler, Campbell は骨髄血管、骨髄内膜破壊により仮骨新生は阻害され骨癒合は遅延すると述べ、Street は臨床例よ

り骨癒合は促進も遅延もされないと主張している。

髄内釘の問題では現在使用されている不銹鋼は V₂A, V₄A (ドイツ), SMO, Vitallium (アメリカ) 18-8 鋼, 22 A 鋼 (日本) と多種多様であり, 形状もクローバ葉型 (Küntschner), Diamond 型 (Street), V 字型 (Böhler), 3 翼釘 (飯野) と区々であり何れをとるか迷うものである。その強度に関して Küntschner は直ちに軽作業及び歩行が可能であるとし, Fischer (1954) は仮骨硬化を見る迄ギプス固定を要すると述べ対照的である。

キュンチャー氏法の臨床報告では Böhler (1951), Street (1951) の優れた業績があり詳細を極めていものゝ成績との関連, 「レ」線学的検討, 髄内釘の問題等については全く触れないか, 又は不充分であり臨床上参考に供するに不明な点が少なくない。全身に及ぼす影響, 成長に対する影響, 等についても同様であり適切な報告は得られなかつた。著者は之等諸点につき実験的, 臨床的に解明に努めキュンチャー氏法の長管状骨々折治療法としての正しい基礎を創りその正当な応用と発展を期するものである。

第 2 章 髄内釘の研究

第 1 節 髄内釘の材質及び材料力学的研究

髄内釘の材質として現在本邦で主用されているのは 18-8 鋼及び 22 A 鋼である。18-8 鋼は不純物の存在, 加工等により磁性体である Ferrite, Martensite に移行し易く, 22 A 鋼の受動態 (Austenite) は安定である。18-8 鋼内副子及びネジの腐蝕により形成された異物肉芽腫を図示する (附図 1)。鉄反応を示す異物, 異物巨細胞, 小円形細胞浸潤が観察され, 組織に材料成分が溶出することを意味する。教室では髄内釘にすべて 22 A 鋼を使用しているが 1 例の腐蝕も見ない。

材質が一定であれば髄内釘の強度は断面係数に比例する。同じ直径であれば断面係数の大なる形状を撰ぶことが有利である。然し骨髓腔との適合性上, 骨髓腔に与える損傷を小ならしめるため, 実質形, 中空形, 撓屈性のない形状は好ましくない。これらより V 字形, 3 翼型, クローバ葉型及び著者の考案したハート型 (仮称) が代表的である。おのおのにつき径 10 mm の内腔に接する場合の断面係数を求めた (第 2 図)。V 字型が最も劣り, クローバ葉型, ハート型が優れている。

現在教室に於て使用している 22 A 鋼 V 字釘及び 3 翼釘につき次の要領で強度実験を行つた。

第 2 図

髄内釘の断面係数

(至 10 mm の内腔に接するものにて計算)

名 称	断面の形	断面係数 Z mm ³
V 字釘		Z ₁ 13.3
		Z ₂ 17.0
		Z _{min} 11.3
三翼釘		Z _{1, min} 20.3
		Z ₂ 40.6
クローバ葉形		Z ₁ 35.7
		Z ₂ 41.2
		Z _{min} 30.8
		Z _{max} 45.5
ハート形		Z ₁ 30
		Z ₂ 39
		Z _{min} 30
		Z _{max} 63

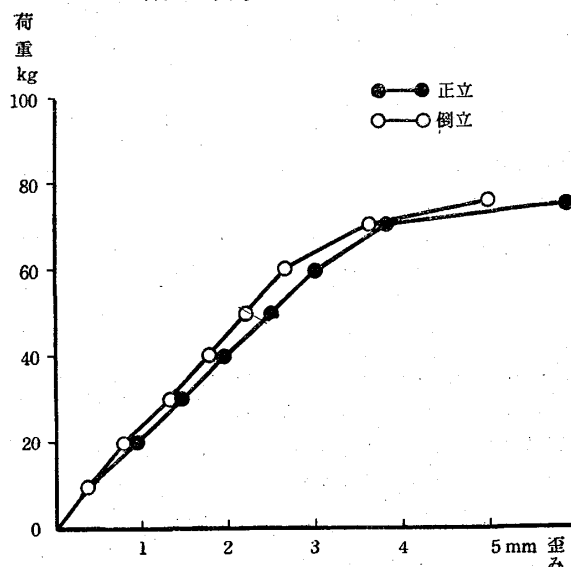
$$M = \frac{1}{4} Wl \quad M \cdots \text{曲げモーメント}$$

W … 支点間の中点にかかる荷重

l … 支点間距離

の公式により $l = 10 \text{ cm}$ 及び 20 cm とし, W を変化せしめ弾性限界を求めた。なお, 測定にはアムスラー型万能力学試験器を使用した。22 A 鋼 V 字釘 No. 11 (径 11 mm), No. 9 (径 9 mm 以下之に準ずる) No. 7, No. 5, 3 翼釘 No. 9, No. 7 を使用しその正立方向及び倒立方向について強度測定を行つた。支点間距離 20 cm で V 字釘 No. 11 の弾性限界は 60 kg であり, その最大応力は 300 kg-cm となる (図 3)。No. 9 では支点間距離 10 cm で弾性限

第 3 図 髄内釘強度試験
22 A 鋼 V 字釘, $l = 20 \text{ cm}$, No. 11



第7図 キュンチャー氏髓内釘固定法症例
(1954.7~1958.3) 66例(69肢)

種類	部位	大腿骨	脛骨	上腕骨	橈尺骨	鎖骨	計
		骨片あり	骨片なし	骨片あり	骨片なし	骨片あり	
新鮮	単純	10	1	1			12
	複雑	8	5	5	3		21
変形	骨片あり	1	1	2			4
	骨片なし	3		2	2		7
変形	治療	4			3	1	8
遷延	治療	2	2	1	1		6
仮関節		5		5	1		11
計		33	9	16	10	1	69肢

最も少い。骨折部位は大腿骨 31 例、33 肢が約半数に当り、以下上腕骨、橈尺骨、脛骨、鎖骨で何れも長管状骨である。66 例中新鮮複雑骨折 11 肢、変形治療 8 肢、遷延治療 6 肢、仮関節 11 肢等従来治療困難であつた症例が過半数であり、また新鮮単純骨折でも骨片を有する症例が 12 肢あり全体の $\frac{3}{4}$ は治療の難しい症例であつた (図 7)。手術法は操作の安全確実と整復の確実性のため全例に所謂 Open reduction (観血的整復) を行い 60 肢に対しては髓内釘を逆行性に挿入し、脛骨の 9 肢に対しては誘導針を使用し脛骨結節部より順行性に挿入した。骨片固定又は骨折部の固定を強固にするため 8 肢に対しては鋼線締結を合併した。手術後の補助的外固定には骨折部の固定性及び髓内釘の強度を考慮し、7 例は無固定、35 例はブラウン氏副子又はクラメル氏鋼線副子固定、残りはギプス固定を行つた。固定期間は 2~4 週で仮骨の発現を以つて除去の目標とした。髓内釘存置期間は大腿骨平均 253 日、脛骨 179 日、上腕骨 113 日等であるが個々の症例については「レ」線的に骨癒合完成を以つて抜去の目標とする。入院期間は大腿骨平均 54 日、その他は 20 日前後であるが上肢骨で特殊の処置を要しなかつた 9 例は外来通院にて加療を行つた。完全体重負荷、即ち、自由歩行を何時開始するかは重要な問題であるが一応仮骨硬化をもつて目標とした。下肢骨折患者調査例 28 例中 14 例は 4 カ月以内、4 例は 6 カ月以内に歩行を開始し異常を認めなかつた。

第2節 治療成績の検討

キュンチャー氏法施行症例の中術後 6 カ月以上を経て消息明らかな 61 例を対象とし、次の成績判定規準を仮に定めて成績の検討を行つた。

優：変形なく、機能障害なきもの。

良：軽度の変形又は機能障害あるも生活、作業に支障なきもの。

可：中等度の変化又は機能障害あり生活、作業に多少支障あるもの。

不可：再手術等の治療を要するもの。

教室例 61 例中優 41 例 (67.2%)、良 13 例 (21.3%)、可 4 例 (6.6%)、不可 3 例 (4.9%) である。骨折部位と成績の関係は必ずしも明瞭でないが大腿骨は負荷及び剪力の作用が大なるため他の部位に比し多少劣る。同一骨については上 $\frac{1}{3}$ 、中 $\frac{1}{3}$ 、下 $\frac{1}{3}$ に分け観察すると前腕骨、脛骨では差は認められないが大腿骨では上 $\frac{1}{3}$ 、中 $\frac{1}{3}$ はほぼ等しく、下 $\frac{1}{3}$ は明らかに劣る。上腕骨では上 $\frac{1}{3}$ 、中 $\frac{1}{3}$ 、下 $\frac{1}{3}$ の順となつてゐる。受傷原因と成績の関係は交通災害、産業災害によるものの成績が悪く、可、不可の 7 例は全部含まれてゐる。之に反し偶発事故、スポーツ災害によるものの治療成績は甚だ優秀であり、作用外力の大きさ、軟部損傷、副損傷の多寡の影響が著明である。骨折の種類より見ると新鮮単純骨折が最も優れ 29 例中 27 例 (89.7%) に満足すべき結果を得た。新鮮複雑骨折は 9 例中 7 例 (77.7%) である。遷延治療、仮関節計 15 例は全例に完全な骨癒合を得た。変形治療骨折は 8 例中 6 例 (75%) に満足すべき成績を得た (図 8)。手術法と成績の関連性を見ると単発骨折にキュンチャー氏法のみ単独に行つた症例 46 例中 42 例 (91.2%) に良好な成績を得、鋼線締結法合併例はやや劣り、多発骨折でキルシュナー鋼線髓内固定、内副子固定を同時に施行した症例の成績は明らかに劣つてゐる。

第8図 骨折の種類と成績

種類	新鮮骨折		遷延治療骨折	変形治療骨折	仮関節	計
	単純	複雑				
優	22例	5	4	5	5	41
良	4	2	0	1	6	13
可	2	1	0	1	0	4
不可	1	1	0	1	0	3
	29	9	4	8	11	61

第3節 複雑骨折に対する応用の検討

大腿骨 3 例、上腕骨 4 例、橈骨 2 例計 9 例の新鮮複雑骨折に対しキュンチャー氏法を行い優 5 例、良 2 例、可及び不可各 1 例の成績を得た。4 例は受傷直後又は 1 日以内に手術を行いキュンチャー氏法施行と同時に開放創々縁切除、一次縫合により何れも

一期治癒を営んだ。また他の4例は軟部損傷高度で汚染の虞れが大であったため創傷治療及び化学療法により開放創が治癒した5～17日、平均8.2日後に手術を行つた。残りの1例は受傷後3日目に化膿肉芽創を有し来院した症例で肉芽清浄化を待ち受傷後7日に手術を行い治癒した。即ち、複雑骨折でも汚染の虞れ少きものは創縁切除、一次縫合により単純骨折と同様に手術を行うことが出来る。また、汚染の虞れ大なる症例でも平均8日後には手術可能であることを示すもので従つて骨折の整復も容易であり後遺症を遺すことも少い。

第4節 合併症及び後遺症の検討

教室例に認められた合併症及び後遺症は骨膜骨髓炎2例、髓内釘高度屈曲3例、関節拘縮3例、仮関節2例、患肢短縮1例であつた。骨膜骨髓炎の1例は病巣感染によるものであり、他の1例は変形治癒高度で血腫感染によるものであつた。仮関節の1例は粉碎骨折に施行したもので中央部大骨片萎縮による癒合不良であり、他の1例は関節にかゝるY字骨折で骨折部固定不良に由来するものであつた。関節拘縮例は仮骨遅延、癒合不良等により術後補助固定が長期に亘つた症例で1例は血清梅毒反応強陽性であつた。患肢短縮の1例は受傷後9ヵ月を経た高度の変形治癒で患肢延長をはかつたものの切骨術に終つた症例である。以上の症例中骨膜骨髓炎2例、患肢短縮1例、仮関節2例、及び関節拘縮の2例計7例が成績不良例の可、不可に相当する。即ち教室に於て施行したキュンチャー氏法の成績不良例の原因はすべて合併症又は後遺症に由来するものである。適正な適応、骨髄出血に対する対策、適切な後療法により更に成績の向上が期待出来る。

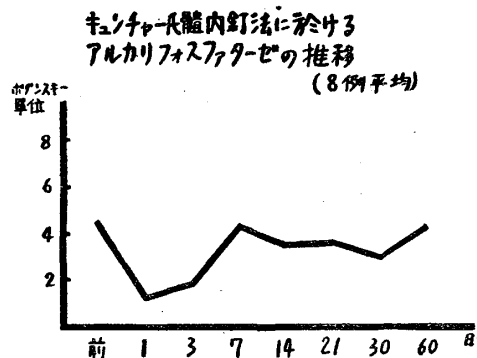
第5節 人体に及ぼす影響の研究

第1項 全身の影響

手術時出血は体蛋白の損失を意味し、循環血量の減少を招くので全身に及ぼす影響は重大である。著者は重量法により手術時出血量を測定した。最も影響の大きい大腿骨に於て11例平均350ccで最低100cc最高800ccであつた。之に対する輸血量は平均440ccであつた。受傷時出血量、手術時出血量、後出血を考えれば手術時出血量の1.5～2倍即ち500cc～700ccの輸血が適当である。日立血清蛋白計により術前後の血清総蛋白量を測定すると術前後に於て多少の変動及び低下が認められるが正常範囲内で術後3～7日に最低値を示し、10日～2週で概ね術前に復する。

骨折治癒に対し直接影響を及ぼす血清無機質としてCa, Mg, P及びAlkali-Phosphataseの定量を手術の前後に行いその経過を追及した。Ca, Mgは柳沢氏法、血清無機磷はFiske-Subrow氏法、Alkali-PhosphataseはBodansky氏法によつた。血清Caは術後7～10日を最低とし3～4週で正常に復する。対照例に比し動揺は大であるが正常範囲内にある。血清Mgもほぼ同様に経過し3～4週で術前に復する。血清無機磷については有意の変動を認め得なかつた。血清Alkali-Phosphataseは術後1～3日に減少を示し以後上昇して2～3週で正常に復する(図9)。

第9図



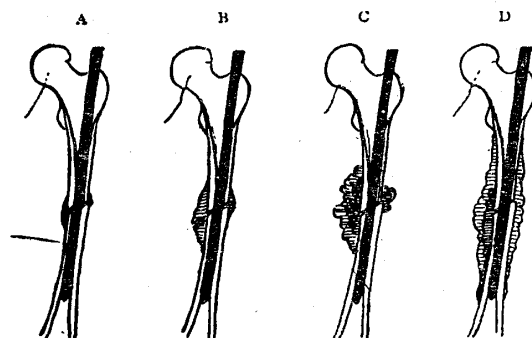
第2項 骨癒合に及ぼす影響

キュンチャー氏法症例の中術後6ヵ月以上を経、¹²⁵I線的に経過を追及し得た47例について骨癒合、仮骨の状態を観察した。

骨折治癒経過中に生ずる仮骨は多種多様であるがKüntscherによれば¹²⁵I線の形状により次の4種に分類される。

- A: 理想的迅速治癒時の仮骨
- B: 偏在性仮骨
- C: 雲翳状仮骨
- D: 広範骨膜反応性仮骨 (図10)

第10図



(Küntscher による) A: 理想的、迅速治癒時の仮骨
B: 偏在性仮骨 C: 雲翳状仮骨 D: 広範骨膜反応性仮骨

47 例につき観察すると A 28 例, B 11 例, C 5 例, D 3 例である。仮骨 A は上腕骨に高率に見られる。この仮骨の形状と臨床成績を対比すると仮骨 A 28 例中 23 例が優, 良 4 例, 可 1 例であるが何れも迅速な骨癒合を得ている。之に反し D 3 例中 2 例が不可であり, 仮骨 B, C の成績はその中間にある。

キュンチャー氏法に於て成績が優秀で迅速な骨癒合を得るもの程外仮骨の量は少いことが証明された。即ち, 骨折部の固定が完全であれば殆んど見るべき外仮骨なしに中間仮骨を生成して骨癒合を営むことを示している (図 11)。

第 11 図 仮骨の形態と臨床成績 (47 例)

成績	仮骨	A	B	C	D	計
優		23	9	2	1	35
良		4	1	2		7
可		1	1	1		3
不可					2	2
計		28	11	5	3	47 例

仮骨発現, 仮骨硬化, 骨癒合の時期を「レ」線的に追及すると成人に於ては大腿骨はそれぞれ 47.2 日 (17~112 日), 94.4 日 (48~164 日), 179.2 日 (96~335 日) で脛骨はほぼ同様であり, 上腕骨は 37.4 日 (14~60 日), 47.0 日 (21~76 日), 92.3 日 (45~118 日) で著明に早い。年少者の例数は少いが成人に比し明らかに早い時期に骨癒合を見る。

キュンチャー氏法の骨癒合に及ぼす影響を見るため下腿骨折或は前腕骨折に於てその一方にキュンチャー氏法を行い, 他方を放置した場合に於ては一方はキュンチャー氏法として他方は非観血的治療としてほぼ同一条件下に平行する両骨の仮骨及び骨癒合の経過を観察することが出来る。下腿骨折 5 例, 前腕骨折 1 例に検討を行つた結果 3 例は平行する両骨共に同等の経過を辿り同時期に骨癒合を得た。2 例

はキュンチャー氏法施行骨に骨癒合を得た時期に他骨は未だ骨癒合を得ない。之は骨片の存在等による整復不良のためと思われる。最後の 1 例は逆にキュンチャー氏法施行骨に骨癒合遅延を見た。髄内釘不適で骨折端が離開し整復不良を来したことに由来する。以上より骨癒合は髄内釘の存在よりも寧ろ整復の良否に左右されることが推察され, 少なくともキュンチャー氏法が骨癒合に特に悪影響を及ぼすことは考えられない (附図 12)。

キュンチャー氏法に鋼線締結を合併した際の骨癒合に及ぼす影響を調査するため特殊例を除いた成人大腿骨に於て鋼線締結合併例 5 例とキュンチャー氏法単独例 10 例について骨癒合経過の対比を行つた。鋼線締結合併例の仮骨発現は 40.8 日 (17~64 日), 仮骨硬化 89.8 日 (80~110 日), 骨癒合 193.7 日 (155~255 日) で, 単独例ではそれぞれ 32.8 日, 69.6 日, 173.9 日で仮骨硬化及び骨癒合に約 20 日の遅延が認められた。

第 3 項 骨長径発育に及ぼす影響

年少者にキュンチャー氏法を施行した際の骨長径発育に及ぼす影響を調査するため「レ」線計測を行つた。計測法は「レ」線管球及び患者を固定し, 示標を撮影台上に固定し, ブッキー装置により撮影を行い簡単な比例計算により実長算出をした。キュンチャー氏法施行症例中成長期にあると考えられる症例は 3~15 才の 18 例であるがその中術後 10 カ月~3 年 8 カ月を経た 7 例につき臍肢及び患肢の計測を行いその差を求めた。対照として教室に於て徒手整復ギプス固定を行つた長管状骨々幹部骨折患者の中受傷後 5 カ月~3 年 10 カ月を経た 7 例に同様の計測を行つた。キュンチャー氏法症例は 0.1~1.1 cm の患肢過成長を全症例に認めた (図 13)。対照例もまた全例に 0~0.8 cm の過成長を認めた。過成長の度はキュンチャー氏法症例にやや強い様にも思われるがキュンチャー氏法症例は大腿骨が多く, 徒手整復例

第 13 図 髄内釘法施行症例

姓 名	性	受傷時 年 令	部 位	骨 折 種 類	術後経過年数	患肢過成長
家 ○	♂	8 才	右大腿, 上中 $1/3$	変形治癒	3 年 8 月	+ 1.0 cm
国 ○	♂	8	左前腕, 中 (尺)	新鮮 横	"	+ 0.2
大 ○	♂	9	左下腿, 中 (脛)	" ラセン	3 年	+ 1.1
香 ○	♀	3	左 上 腕, 中	" 横	2 年 8 月	+ 0.8
田 ○	♀	11	右大腿, 中下 $1/3$	" 斜	1 年 4 月	+ 0.6
大 ○	♀	11	" , 上中 $1/3$	" "	11 月	+ 0.5
山 ○	♀	4	" , "	変形治癒	10 月	+ 0.1

は脛骨が多いので単純な比較は不能であるが両群共に過成長を認めている。著者の実験によれば生後2ヵ月、体重900gの白色家兎左大腿骨骨髓腔全長に亘り22A鋼々線を4ヵ月間埋没したところ腓肢に比し著明な成長抑制を認めた(附図14)。即ちキューンチャー氏法に於て髓内釘の存置が長期に亘れば成長阻害的に働くことが考えられる故年少者にキューンチャー氏法を行うことは極力避けるべきであり已むを得ず行う際は髓内釘を出来るだけ早期に抜去するよう努むべきである。

第4章 総括並びに考按

第1節 手術法について

Küntschers は非観血的整復を行い「レ」線コントロールの下に骨頭外側の小切開により髓内釘を挿入する所謂 Blind Method を専ら行い、ために外科的侵襲は小で骨膜を損傷せず骨癒合は良好であると述べているが、頻回の「レ」線透視による曝射の危険、暗室内操作による感染の危険(Le Vay 1950)、整復不能の場合(宮城 1951)、中間挿入物の危険(黒木 1951)、周囲軟部組織、大血管、神経損傷の危険、(Austin, Moor 1950) 整復に長時間を要し重症ショックを来す危険(宮城 1951)等が反対意見として挙げられ大勢は観血的整復に傾いている。之によれば整復は安全確実であり、骨折部の情況によつてはネジ固定等の合併も可能である。教室症例は全例観血整復により行つたが鋼線締結合併例、大骨片転位例、仮関節、変形治癒骨折症例は観血的整復によらざるを得ず然も斯かる症例が過半数を占めている。透視整復可能な症例ならば寧ろ牽引療法等の更に安全な治療を撰び得ると考える。故に問題となるのは観血的整復が果して仮骨形成並びに骨癒合を阻害するか否かであるが第4章第5節第2項に述べた様に観血的整復をしてキューンチャー氏法を行つても特に仮骨形成並びに骨癒合に対し悪影響は認めず寧ろ整復の良否による影響が大である。即ち、キューンチャー氏法を観血的整復により行うことは少なくとも非観血的整復に比し特に障害を認めないと言える。

第2節 髓内釘使用法について

キューンチャー氏法を行うためには髓内釘の材質、形状、強度を理解することが必要であるが従来この点は等閑に付され本邦にては宮城教授、飯野教授等の材質に関する文献を散見するに止まり、外国に於ても Fischer, Küntscher の特殊症例による力学

的考案を見るに過ぎない。髓内釘の形状に関してはハート型、クローバ葉型が優れ3翼釘、V字釘は数等劣ることが断面係数より明らかである。髓内釘の強度試験によれば22A鋼V字釘No. 11の最大応力は300 kg-cmである。大腿骨の破壊モーメントは約2000 kg-cmと計算されるがPauwelsによれば通常骨にかかるモーメントは破壊モーメントの $\frac{1}{7}$ とされているから300 kg-cmの応力は骨折した大腿骨を維持し、歩行、軽作業を行うに充分な強度である。No. 9は230~150 kg-cmの最大応力を有するが大腿骨にとつては不安であり、No. 7は危険である。臨床結果より見ても成人大腿骨使用髓内釘はNo. 9は13例中4例に、No. 7は5例中4例に髓内釘屈曲を来しているのに反しNo. 11使用例は屈曲を見ていない。同様に脛骨及び上腕骨の破壊モーメントは約1000 kg-cmであるからNo. 9は安全であるが、No. 7では不安があり、No. 5では危険である。然し著者の試作中のハート型、若くはクローバ葉型髓内釘が製作されれば断面係数より、大腿骨ではNo. 9、上腕骨並びに脛骨でNo. 7が安全となり、実際に一番使用の多い髓内釘が安心して使用出来ることになり補助的外固定は殆んど不要となる。

Fischer-Wasels (1954)によればギプス固定を行わざれば通常用いる髓内釘は折損の虞れがありとし、Küntscher は術後自由に患肢を使用させ歩行及び軽作業は可能であると述べているが両者の相違は髓内釘の形状及びPauwelsの理論導入の差である。併し何れも臨床成績との公平な対比を欠いている。岡田(1954)の主張する如く動的な疲労や折損を論ずるのに静的荷重試験のみをもつて論ずるのは正当でないし、製品についての疲労試験は現在困難であるため臨床成績より判定するのが正当である。たまたま著者の行つた髓内釘強度試験の結果と臨床成績は上述の如く極めて良く一致している。

第3節 術後療法について

術後の補助固定はキューンチャー氏法には原則として不要であると言われていて、Böhler (1951)も賛意を表している。Fischer (1954)は髓内釘の強度に疑問を抱く結果骨癒合が起る迄ギプス固定の必要を主張している。教室症例では理想的固定を得たと思われる7例は補助固定をすることなく全例順調な経過を辿つたが、その他は副子固定又はギプス固定を行つた。髓内釘屈曲症例の中高度の3例は屈曲を発見してから「レ」線コントロール下で徒手矯正を行ない仮骨硬化を認める迄ギプス再固定を行つた。大腿

骨を例にとれば 22 A 鋼髓内釘 No. 11 で、絶対的適合を得た時は補助固定は不要であり、No. 9 使用時は絶対的適合でも仮骨発現まで副子固定を必要とし、相対的適合、適合不良の際、又は No. 7 使用時はギプス固定を要する。

歩行の時期について Küntscher は術後 8~10 日で可能であると言ひ、場合によつては術後直ちに許可する。Otto (1950) 及び Street (1951) は 5~6 週で完全体重負荷を行ひ、宮城教授 (1951) は 2~3 カ月後に仮骨硬化を見て体重負荷を行えば関節運動も自由で確実であると報告している。

教室調査例では安全を期するため個々の症例については仮骨硬化を見て完全体重負荷を許可する方針で調査例 28 例中 14 例は 4 カ月以内、4 例は 6 カ月以内の歩行が可能であつた。然し髓内釘の強度と適合を考慮に容れて考えれば大腿骨に於て 22 A 鋼髓内釘 No. 11、脛骨で No. 9 を使用した際は関節運動恢復後完全体重負荷が可能であり、然らざる時は仮骨硬化を見て許可するのが安全確実である。

髓内釘は存置長期に亘れば金属材質が完全と言えない以上 Böhler の報告した如く不定の疼痛等の障害を来すことも考えられるから骨癒合を見れば速やかに抜去するのが正当であり、殊に年少者は成長に対する影響が考えられるから出来るだけ早期に抜去すべきである。教室症例では大腿骨平均 253 日、脛骨 117 日、上腕骨 113 日で特殊例を除けば大腿骨、脛骨で 5~6 カ月、上腕骨は 3~4 カ月を要する。

第4節 骨癒合に及ぼす影響

キュンチャー氏法は長大な髓内釘を骨髓腔全長に亘り挿入することにより当然骨癒合に対する影響が考えられる。Küntscher (1954) 及び宮城教授 (1951) はキュンチャー氏法の特徴たる強大な固定力が仮骨形成及び骨癒合に甚だ有利であるため骨癒合は速かであるとし、Campbell 及び Böhler (1951) は骨髓骨膜の破壊により仮骨の骨化を遅らし骨癒合を阻害すると述べ、Street (1951) は多数の臨床例よりキュンチャー氏法は骨癒合を促進も遅延もしないと主張している。教室の臨床例より見ると骨折部固定が良好な場合は殆ん見るべき外仮骨なしに中間仮骨を形成し速かな骨癒合を営むから徒に外仮骨の量をもつて骨癒合を云々するのは誤りである。骨癒合の時期は成人大腿骨平均 179.2 日、脛骨 167 日、上腕骨 92.3 日であり、Street の大腿骨 113 日に比すれば相当の遅延を認める。新鮮大腿骨単純骨折のみをとつても 149 日で Street の成績に及ば

ない。脛骨にキュンチャー氏法を行ひ、腓骨骨折を放置した時両者の骨癒合経過を観察すると同様の仮骨形成の経過を経て同時期に骨癒合を営む。このことより言えばキュンチャー氏法は骨癒合を促進も遅延もしないとも言える。結局一般の非観血的治療に比し多少骨癒合遅延はあるものゝ如くであるが、キュンチャー氏法の欠点とすることは出来ない。

第5節 キュンチャー氏法の手術適応について

1. 年令的適応 成長期にある年少者にキュンチャー氏法を行うことについて Küntscher, Böhler は骨端線を破壊する為骨長径發育に異常を来すと述べているが、著者は教室施行例中年少者の 7 例について「レ」線計測を行ひ 0.1~1.1 cm の臍肢に比し患肢の過成長を認めた。成長期に於ける骨幹部骨折が患肢の過成長を来すことは古くより知られ Weinberger, Phemister 等の著作があり、実験的にも Meisenbach, Blunt 等は過成長を認めるが、Ollier, Ghillini は却つて短縮を認めている。宮城教授 (1957) の臨床例についての報告は矢張り過成長を認めている。キュンチャー氏法についての臨床報告は見られないが教室例では矢張り過成長を認めた。然し、幼若家兎による実験では 4 カ月後に著明な患肢の成長抑制を認めている。即ち、髓内釘存置が短期なれば成長促進的であり、長期に亘れば成長抑制的に働くものと解される。故に、成長期にある年少者に対しては極力キュンチャー氏法を避け已むを得ず行つた場合は極力早期に抜去すべきである。

2. 骨折の種類についての適応

複雑骨折について Robert, Soeur は多数の臨床経験より禁忌とし、Küntscher, Otto, Lottes は実験的並びに臨床的に両者の間に成績の差違はないと述べている。宮城教授、黒木氏等は待期療法を主張している。教室臨床例 9 例より言えば必ずしも禁忌とは考えられず開放創の汚染の虞れ少きものは単純骨折と同様に、汚染の虞れ大なものは創傷療法、化学療法の協力により平均 8 日で開放創は治癒を営み手術を施行して満足な結果を得ている。徒に時期を失することなく、整復も容易である。

陳旧骨折は昔より観血手術の適応とされ、Street は他の方法により不成功であつた 17 例にキュンチャー氏法を行ひ成功した貴重な成績を報告している。教室に於ても 24 例 25 肢にキュンチャー氏法を行ひ 1 例の骨膜骨髓炎合併例を除き全例に完全な骨癒合を見た。Le Vay, 黒木氏も述べた如くキュンチャー氏法の強大な固定力によるものでこの特性の

故に適応を拡大して切骨術、関節固定術にまで応用される所以である。

3. 骨折部位による適応

解剖学的構造上、大腿骨及び上腕骨はキュンチャー氏法に最も適し、脛骨は予め髓内釘に軽度の彎曲を与え挿入することにより可能であり、また振りモーメントの強い前腕骨にも有利である (J. Otto 1952)。著者も臨床成績より大腿骨、上腕骨、脛骨及び前腕骨がキュンチャー氏法の良い適応であると考ええる。

同一骨に於ける部位的適応については長管状骨の構造より Böhler (1951) は大腿骨に於て上限は大転子より 7 cm、下限は膝関節裂隙より 7 cm でその中間がキュンチャー氏法の適応となると述べ、Romnenz (1952) は同様大転子より 8 cm を上限、膝関節裂隙より 10 cm を下限とした。Street (1951) は骨髓腔の最も狭い部分及び外科頸を最良とし、宮城教授 (1950) は関節に近い部分は適応がないと述べている。

教室例について骨髓腔を「レ」線的に計測して骨髓腔最狭部の 2 倍以上の骨髓腔巾を有する骨折部を不適、1.5~2 倍の径を有する部を比較的適応として観察を試みた。髓内釘と骨髓腔の適合より見れば、不適は不適合に、比較的適応は相対的適合に相当する。成人大腿骨に於て上限は小転子直下部で大転子最高部より約 8 cm が不適、続く 3~4 cm が比較的適応、膝関節裂隙より 10 cm が不適、続く 3~4 cm が比較的適応となる。大腿骨長 40 cm とすれば中 $\frac{1}{3}$ の約 15 cm が良い適応である。同様に上腕骨長 30 cm とすれば骨頭上面より 5 cm が不適、続く 3 cm が比較的適応、肘関節裂隙より 6 cm が不適、続く 3 cm が比較的適応で、中央部 13 cm が良い適応である。この結果は Böhler, Romeenz よりも更に厳であるが髓内釘と骨髓腔の適合より見ればこの適応が成績及び治癒日数に密接な関係を有することが理解出来る。即ち大腿骨、上腕骨共に中 $\frac{1}{3}$ が最適、続く 3~4 cm が比較的適応でそれ以外は不適である。

第5章 結 論

昭和 29 年 7 月より昭和 33 年 3 月に至る 3 年 9 月間にキュンチャー氏髓内釘固定法を 66 例、69 肢に施行し、その中術後 6 カ月以上を経過し消息明らかな 61 例につき臨床成績その他を検討し、且つ髓内釘強度試験、各種臨床検査、「レ」線学的研究を行い

次の結果を得た。

1) 髓内釘の形状はクローバ葉型、ハート型が優れ、三翼釘、V 字釘は力学上不利である。

2) 髓内釘の強度は大腿骨に於ては 22 A 鋼 V 字釘 No. 11 を、上腕骨、脛骨では No. 9 を必要とし、それ以下では不安若くは危険である。

3) 骨髓腔と髓内釘の適合性が骨折部固定に対する重要因子で骨癒合期間及び髓内釘屈曲に有意の影響を与える。

4) キュンチャー氏法を行い、骨折部固定良好で必要強度の髓内釘を使用した場合、術後補助固定は不要で、関節機能が恢復すれば軽作業、歩行が不能である。然らざる時は仮骨発現まで補助固定を要し、仮骨硬化を見て歩行、軽作業を許すのが安全である。

5) 抜釘の時期は骨癒合を目標とするが概ね大腿骨で 6~8 カ月、脛骨 4~6 カ月、上腕骨は 2~4 カ月を要する。

6) 臨床成績は優 41 例 (67.2%)、良 13 例 (21.3%)、可 4 例 (6.6%)、不可 3 例 (4.9%) であった。

7) 合併症として骨膜骨髓炎 2 例、髓内釘屈曲 11 例 (高度 3 例、軽度 8 例)、後遺症に仮関節 2 例、関節拘縮 3 例、患肢短縮の 1 例を見た。

8) キュンチャー氏法施行により特に全身的悪影響は見られず、蛋白代謝、無機質代謝にも特殊な影響は認められなかった。

9) キュンチャー氏法は観血的に骨折部を整復して髓内釘を挿入する Open method が安全確実であり、それによる悪影響は認められない。

10) 骨癒合に対し特に悪影響を認めない。

11) 成長期にある年少者にキュンチャー氏法を行うことは骨端線に影響を与えるため避けるべきであるが、已むを得ない時は髓内釘を極力早期に抜去すべきである。

12) 複雑骨折に対し、汚染の虞れの少ないものには早期に、大なるものは開放創治癒後キュンチャー氏法を行えば禁忌でなく、また整復も容易である。

13) 骨折部位に対する適応は大腿骨、上腕骨ではほぼ中 $\frac{1}{3}$ を良い適応とし、隣る 3~4 cm は比較的適応、それより中枢及び末梢端の応用は困難である。

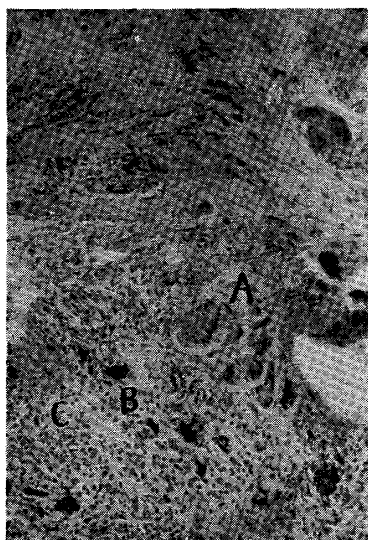
擲筆するに当たり、終始変らざる御指導と御鞭撻を賜った恩師鈴木教授に満腔の尊敬と感謝を捧げます。

材料力学面で御教示を戴いた工学部六碕教授、

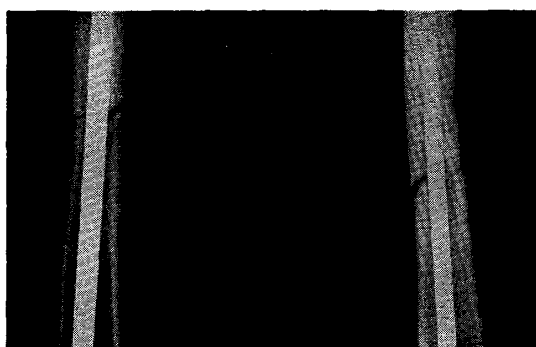
東大生産技術研究所大井助教授，末教官，また，骨身惜まぬ御助言，御協力を得た石橋助教授，鈴木正巳博士，青木学士，兵頭，内山両技師並びに教室員御一同に対し深く謝意を表します。

主要参考文献

- 1) 鈴木(五)： 日整外，**2**，112，1929.
- 2) 山村： " , **3**，55，1930.
- 3) 児玉： 整外，**1**，186，1950.
- 4) A. D. Le Vay： J. B. J. S. **32**，1950.
- 5) 宮城： 整外，**1**，198，1950.
- 6) 水野： " , " , 125，1950.
- 7) D. M. Street： J. B. J. S. **33-A**，3，1951.
- 8) J. Böhler： J. B. J. S. **33-A**，3，1951.
- 9) 三木： 整外，**2**，2，1951.
- 10) 黒木： 整外，**2**，1，30，1951.
- 11) J. Otto Lottes： J. B. J. S. **34-A**，4，861，1952.
- 12) 飯野： 整外，**3**，97，1952.
- 13) W. Haage： Arch. Orth. u. Unfallchir. **46**，1953.
- 14) 津下： 外科，**15**，11，1953.
- 15) 松野： 整外，**3**，210，1952.
- 16) 飯野： 日整外，**25**，201，1952.
- 17) 原田： " , " , 206，1952.
- 18) 宮城： " , " , 198，1952.
- 19) 津下： 日整外，**25**，308，1952.
- 20) G. Küntscher： Arch. Orth. u. Unfallchir. **46**，1，1953.
- 21) J. Fischer-Wasels u. H. Bernhard Schünemann： Arch. Orth. u. Unfallchir. **46**，207，1953.
- 22) 稲葉： 日整外，**26**，234，1953.
- 23) 土屋： " , " , 57，1953.
- 24) G. Küntscher： Arch. Orth. u. Unfallchir. **46**，294，1954.
- 25) 岡田： 日整外，**26**，219，1953.
- 26) 三浦： " , " , 235，1953.
- 27) 保田： " , **27**，224，1954.
- 28) 正林・小林： 日整外，**27**，221，1954.
- 29) 大吉： 日整外，**27**，194，1954.
- 30) 宮城： " , " , 229，1954.
- 31) 津下： " , " , 223，1954.
- 32) 稲葉： 整外，**4**，31，1953.
- 33) 上野： 外科の領域，**2**，上，298，1954.
- 34) 宮城： 綜合臨床，**4**，9，1439，1955.
- 35) 岡田： 日整外，**30**，2，105，1956.
- 36) 松井： " . " , 708，1956.
- 37) 宮城： 外科，**20**，2，112，1957.
- 38) 井上： 日外会誌，58回，9，1488，1957.
- 39) G. Küntscher： J. B. J. S. **40-A**，1，1958.



第1図 H-E 染色 A 巨細胞, B 異物, C 小円形細胞



第5図 骨髓狭小部では適合良なるも
骨折部固定不十分



第6図 矢印は折損部を示す



第12図 キュンチャー氏法を施行した脛骨
の骨癒合は良好であるが骨片ある
腓骨は仮骨不良である



第14図 鋼線を埋没した左大腿骨は
彎曲して短小である