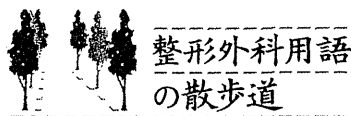


- evaluation of the ligamentous structures, methods of fixation, and radiographic assessment. J Bone Joint Surg **77-A** : 847—856, 1995
- 6) 油原俊之ほか：トモシンセシスの撮影パラメータと膝関節への応用. 映像情報メディカル **41** : 1182—1187, 2009
- 7) Gomi T et al : Clinical potential of digital linear tomosynthesis imaging of total joint arthroplasty. J Digit Imag **21** : 312—322, 2008
- 8) 油原俊之：FPD 搭載型一般撮影装置 Definium8000/アドバンスドアプリケーション VolumeRAD の臨床的有用性. Rad Fan **7** : 38—39, 2009
- 9) 寺本篤史ほか：足関節底背屈が CT における距腿関節窩と脛腓靭帯結合に及ぼす影響. 日足会誌 **33** : 101—105, 2012
- 10) Teramoto A et al : Three-dimensional analysis of ankle instability after tibiofibular syndesmosis injuries ; a biomechanical experimental study. Am J Sports Med **36** : 348—352, 2008
- 11) Beumer A et al : Effects of ligament sectioning on the kinematics of the distal tibiofibular syndesmosis. Acta Orthop Scand **77** : 531—540, 2006

* * *

* *



国分正一

457. Spilled teacup sign

It is no use crying over spilt milk (覆水盆に返らず)。最近はいざ知らず、かつては大学受験の勉強でこの英語格言を誰もが暗記した。手根 carpus の外傷の X 線所見に spilled teacup sign がある。水でなく茶碗がこぼれた、とはおごとである。

Lunate dislocation 月状骨脱臼は、月状骨が掌側に食み出し、側面像で正常の apple (capitate) in a cup (lunate) sitting on a saucer (radius) の位置関係が、apple on a saucer となる。掌側橈骨手根靭帯を支点にはほぼ 90 度回転し、恰もこぼれ落ちたが如き月状骨は spilling でなく spilled teacup である (Clin Orthop **149** : 55, 1980)。

Perilunate dislocation 月状骨周囲脱臼は、月状骨が橈骨上に留まる。側面像でみるその掌側回転は 30～45 度である。前後像は lunate dislocation とともに、月状骨が piece of pie sign を呈する。コンビニ常連には寧ろ piece of pizza sign であつたら easy as pie に違いない。

Ⅲ. 成人lessor toe障害

槌趾, ハンマー趾, 鉤爪趾

Lessor toe deformity
(mallet toe, hammer toe, claw toe)

渡邊耕太

K. Watanabe : 札幌医科大学整形外科

Key words

- 足趾(lessor toe)
- ハンマー趾(hammer toe)
- 鉤爪趾(claw toe)
- 槌趾(mallet toe)

用語, 定義

「mallet toe」, 「hammer toe」, 「claw toe」の和語について, 日本整形外科学会編の『整形外科学用語集 第7版』と, 日本足の外科学会編の『足の外科学用語集 第2版』による記述を表1に示した。『足の外科学用語集 第2版』は2012年10月18日に出版された。mallet toeについては「槌趾」が両用語集に共通する和語である。『足の外科学用語集 第2版』には注釈として, hammer toe, mallet toe両者の項に「malletは小さな槌, hammerは大きな槌」と記載されている。hammer toeとclaw toeについて両用語集に共通する和語は, それぞれ「ハンマー趾」, 「鉤爪趾」である。本稿ではmallet toeには「槌趾」, hammer toeには「ハンマー趾」, claw toeには「鉤爪趾」を用い, 『足の外科学用語集 第2版』に準拠した。

過去の文献で用いられている各用語の定義には多少の混同がみられる。Myersonら¹⁾は, lessor toeの変形を図1のように定義している。これはハンマー趾は中足趾節(MTP)関節伸展位, 近位指節間(PIP)関節屈曲位, 遠位指節間(DIP)関節過伸展位であり, 鉤爪趾はMTP関節伸展位, PIP関節屈曲位, DIP関節屈曲位である。

Coughlin²⁾は槌趾をDIP関節が屈曲位にあるものとした。ハンマー趾はPIP関節が屈曲位であり, 複雑なものではMTP関節の伸展を伴っているとされた。鉤爪趾はハンマー趾の変形にMTP関節の伸展を伴うものとした。そして, 複雑なハンマー趾と鉤爪趾の定義には重複がみられるが, 鉤爪趾は通常すべての足趾に認められ, しばしば神経筋異常が存在すると記述している。また, 鉤爪趾における変形の固定・拘縮の程度についてはその罹病期間が関与するとした³⁾。

Schrierら⁴⁾は, ハンマー趾と鉤爪趾の定義が記載された過去の論文を調査した。その結果, ハンマー趾に関する35の論文すべてでPIP関節

表1 用語解説

	整形外科学用語集 第7版 (日本整形外科学会編)		足の外科学用語集 第2版 (日本足の外科学会編)	
	和語	読み	和語	読み
mallet toe	槌趾 つち趾 槌(つち)[状]足ゆび	つちゆび(ついし) つちゆび つち[じょう]あしゆび	槌趾	つち[あし]ゆび
hammer toe	ハンマー[状]足ゆび(趾) ハンマートウ	ハンマー[じょう]あし ゆび	ハンマー趾 『PIP関節での主たる屈曲』	ハンマー[あし]ゆび
claw toe	鉤爪趾	かぎつめあしゆび	鉤爪趾 『ハンマー趾にMTP関節の過伸展を合併』	かぎつめあしゆび(し)

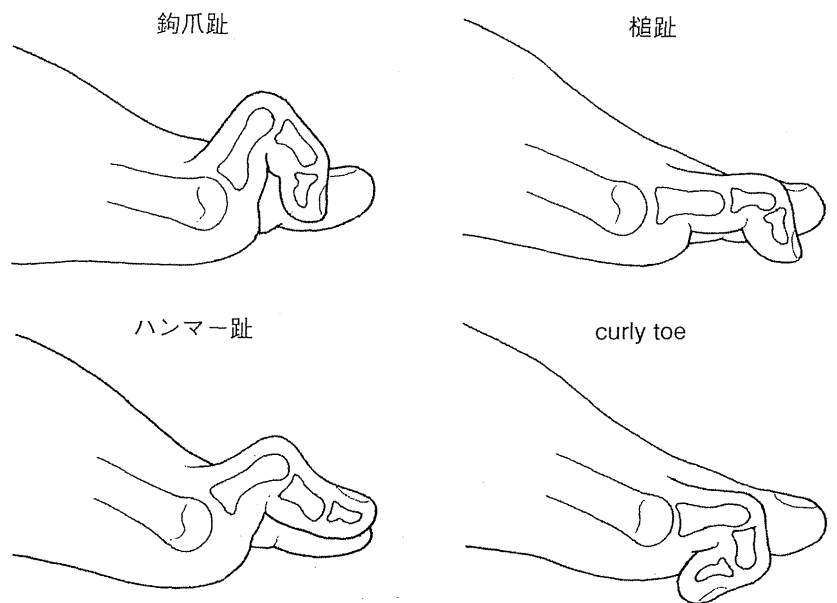
記号の意味

[]で囲まれた字句は省略してもよい。

()で囲まれた字句は直前の字句の代わりに用いてもよい。

『 』の中は説明または注釈の意味の語句。

図1 lesser toeの変形



(文献1より)

の屈曲がその定義に入っていた。そのうち17論文ではハンマー趾をMTP関節の伸展とPIP関節の屈曲の複合としていた。一方、13論文ではPIP関節の屈曲のみをその定義としていた。また鉤爪趾に関する23の論文では、21論文でMTP関節の伸展がその定義に入っていた。12論文ではMTP関節の伸展、PIP関節とDIP関節の屈曲とされていたが、7論文ではMTP関節の伸展とPIP

関節の屈曲がその定義であった。彼らの結論では、ハンマー趾と鉤爪趾はともにPIP関節が屈曲位であり、MTP関節が伸展拘縮している変形を鉤爪趾であるとした。

以上から、槌趾ではDIP関節が屈曲位にあるものという定義が共通していた。ハンマー趾と鉤爪趾の定義については、本稿では『足の外科学用語集 第2版』に準拠した(表1)。

足趾に付着する筋とその機能解剖(図2)

足趾には多くの筋腱とその付着部がある。足趾における筋腱の解剖を知ることは、その機能や病態の理解、手術法の選択などに際し重要である。

■ 底側の筋

❖ 長趾屈筋(flexor digitorum longus ; FDL)

末節骨の底側に停止する。その主な働きは末節骨の屈曲である。また中節骨と基節骨の屈曲を補助する。

❖ 短趾屈筋(flexor digitorum brevis ; FDB)

腱が2つに分かれて中節骨の底側の内・外側に付着する。その主な働きは中節骨の屈曲である。また基節骨の屈曲を補助する。

❖ 底側骨間筋(plantar interosseous)

第3・4・5趾に存在し、これらを内転する。また背側骨間筋と虫様筋と共同して基節骨の屈曲を補助する。趾節間関節の伸展作用も有する。

❖ 虫様筋(lumbrical)

骨に起始停止をもたずに長趾屈筋腱から起始し、各趾の内側を通りextensor hoodを介し長趾伸筋腱に停止する。その機能は基節骨の屈曲と趾節間関節の伸展である。

■ 背側の筋

❖ 長趾伸筋(extensor digitorum longus ; EDL)

基節骨のレベルで3つの線維に分かれる。middle slipは中節骨基部に付着し、lateral slipは最終的には融合し末節骨基部に付着する。主な働きは基節骨の伸展である。長趾伸筋が収縮し

■ 図2 足趾の筋腱の走行とその停止部

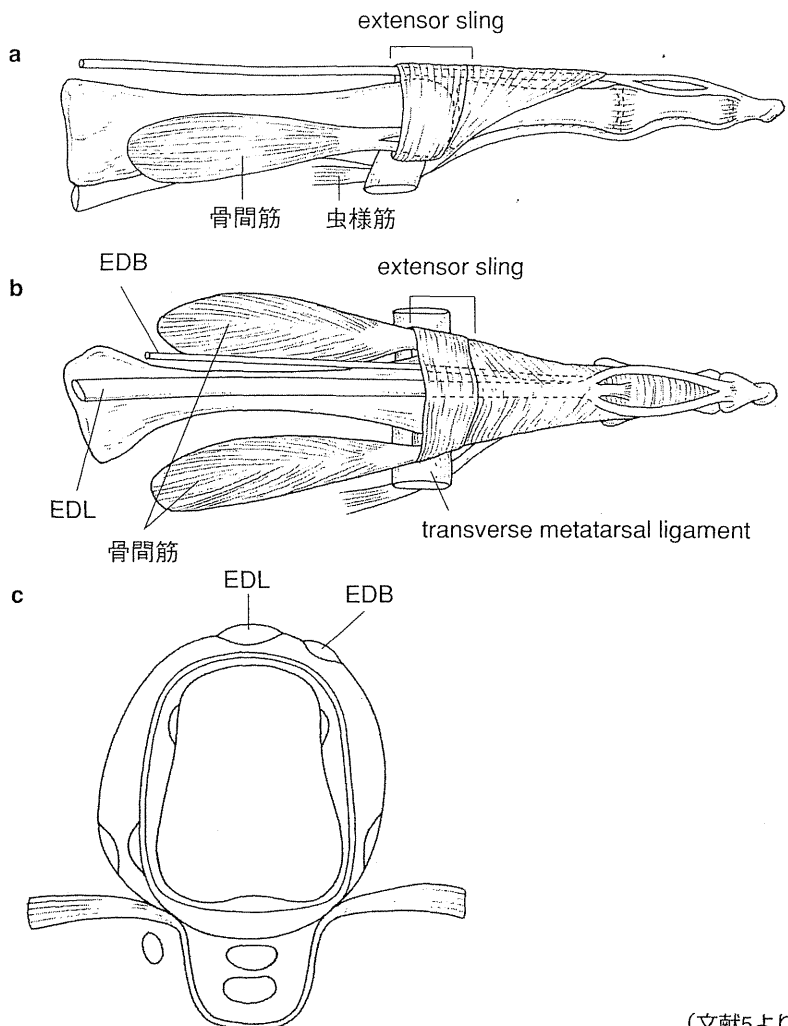
a : 側面。

b : 背面。

c : 中足骨頭での断面。

内在筋の走行：骨間筋はtransverse metatarsal ligamentの背側を通る。一方、虫様筋はその底側を通る。

extensor slingの役割：これは長趾伸筋腱背側から各腱を包みながら、plantar plate・transverse metatarsal ligament・flexor tendon sheathの接合部に付着している。長趾伸筋の収縮による腱の牽引力は、extensor slingにより基節骨を背側だけでなく底側からも持ち上げて伸展するように働く。



(文献5より)

腱が牽引されるとextensor slingの働きにより、効率的に基節骨が伸展する⁵⁾。

ハンマー趾との関連：長趾伸筋がPIP関節を伸展させるのは、基節骨が中間位もしくは屈曲位に保持されたときである。このメカニズムがあるので、ハンマー趾変形では基節骨が伸展していると長趾伸筋のPIP関節伸展機能が発揮されないこととなる。

❖短趾伸筋(extensor digitorum brevis；EDB)

外側から長趾伸筋腱に合流する。短趾伸筋は第5趾には停止していない。

❖背側骨間筋(dorsal interosseous)

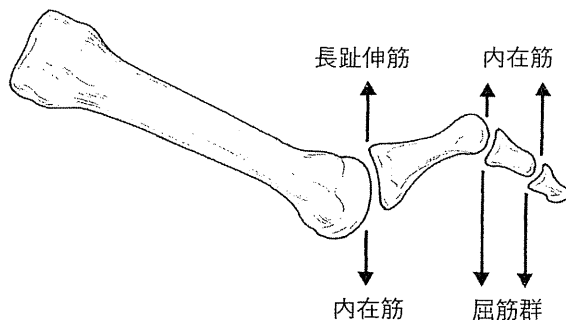
第2趾には内・外側から付着し、それぞれこの趾を内転・外転させる。第3・4趾には外側から付着し外転させる。また基節骨の屈曲，趾節間関節の伸展作用を有する。以上のように足趾では第2趾を中心として内・外転が行われる。これは第3指を中心として内・外転する手指とは異なっている。

■外在筋と内在筋，足趾変形との関係(図3)

外在筋(extrinsic muscle)は長趾伸筋と長趾屈筋で、これらの働きは前述のとおり、主に長趾伸筋がMTP関節の伸展，長趾屈筋が末節骨の屈曲である。内在筋(intrinsic muscle)のうち骨間筋と虫様筋については、基節骨の屈曲と趾節間関節の伸展がその働きである。これらの相互関係をまとめたのが図3である。

■図3 外在筋と内在筋との関係

外在筋の力は内在筋力に比べ相対的に強い。このような力の相互関係がハンマー趾変形の進行を助長する要因ともなる。



■足趾変形を生じるメカニズム

❖筋のバランス異常

なんらかの理由で前記のバランスが崩れ外在筋力が内在筋力に勝ると、ハンマー趾や鉤爪趾変形をきたす。

❖足趾の肢位による筋の機能変化

長・短趾屈筋：これらの筋は基節骨に付着部が存在しないので、それらの基節骨屈曲力は弱い。床反力により基節骨が伸展位にあると、長・短趾屈筋に抗することができる力源はないのでDIP関節とPIP関節は屈曲する。

背側骨間筋，虫様筋：通常は背側骨間筋腱はMTP関節の屈曲・伸展運動軸の底側に位置するため、MTP関節の屈曲筋として作用している。一方、虫様筋はPIP関節運動軸の背側を通る(図2)。しかし、基節骨が伸展位では骨間筋と虫様筋の腱が転位することでハンマー趾変形を助長することになる(図4)。このような状態が持続し肢位が固定するとハンマー趾変形が完成する。

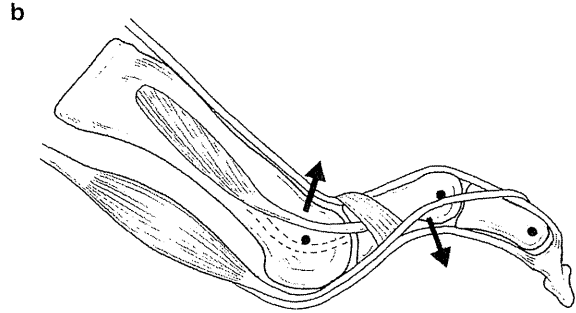
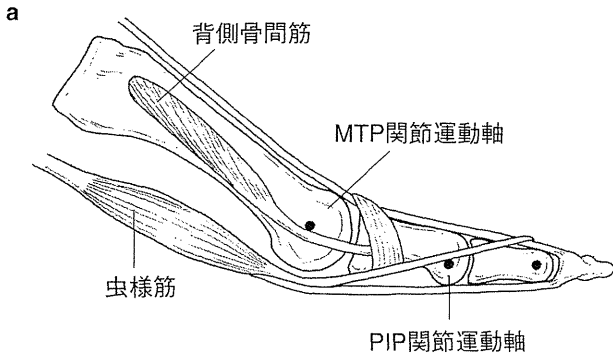
■各変形の成因，症状

■槌趾

toe boxやサイズの小さい靴を履くことによって足趾が屈曲し変形が生じる。発生頻度はハンマー趾よりは低く1：9と報告され、女性に多い³⁾。外傷や炎症性疾患でも生じることがある。症状は足趾先端やDIP関節背側の疼痛で、胼胝形成も認められる。

■ 図4 基節骨の伸展による虫様筋と骨間筋の走行変化

a：通常，骨間筋腱はMTP関節運動軸の底側を，虫様筋はPIP関節運動軸の背側を通る。
b：基節骨の伸展はそれぞれの腱を背側，底側に転位させる。



(文献6より)

■ ハンマー趾

女性に多く，その発生には槌趾と同様に靴が関与している。その他の原因として神経筋疾患（Charcot-Marie-Tooth病，脳性麻痺など）による筋のバランス異常，糖尿病，関節リウマチなどの炎症性関節炎などが挙げられる。また，外反母趾に伴ってハンマー趾が生じることがある。

主症状はPIP関節背側の疼痛で，胼胝形成も認められる。靴を履いた際に特に支障をきたす。MTP関節が伸展位にある場合，中足骨頭底側部の圧上昇のため有痛性胼胝が発生する。

■ 鉤爪趾

原因として神経筋疾患，糖尿病などの代謝性疾患，関節リウマチなどの炎症性関節炎などが挙げられる。下腿の外傷後に生じる鉤爪趾様の変形は病態に特徴があり，手術法もほかの鉤爪趾とは異なるので注意が必要である（後述）。原因が不明なこともあるが，この変形の発生には内在筋と外在筋の筋バランス不均衡が存在している。これは長趾伸筋と長趾屈筋の拘縮や，内在筋の機能不全が指摘されている。

主症状は拘縮に伴う疼痛である。PIP関節背側や中足骨頭底部に疼痛や胼胝を生じる。高度の場合には，足趾先端が靴底や床に圧迫されて

有痛性胼胝を形成したり，胼胝部に潰瘍を生じたりする。



■ 保存療法

靴の選択が重要である。toe boxにゆとりのある靴や，メタルザルパッド付きで底側の疼痛部に軟らかい素材を用いた足底挿板を使用する。鶏眼や胼胝部に除圧用のパッドを当てることも有用である。変形が固定してしまっている場合には，保存療法にしばしば難渋する。保存療法に抵抗するものは手術療法が選択される。

■ 手術療法

❖ 槌趾

変形が固定されておらずに徒手的な矯正が可能である場合は，長趾屈筋腱の切離が有効である。一方，変形が固定されている場合には，DIP関節の固定術と長趾屈筋腱の切離術が行われ，その良好な成績が報告されている⁷⁾。

急性損傷で，手指の骨性槌指のように末節骨背側の長趾伸筋腱附着部の裂離骨折を伴う病態が報告されている。この場合，急性期にDIP関節の伸展位での固定が必要であるため注意が必要である⁸⁾。

❖ハンマー趾

手術療法として、

- ①軟部組織の処置(腱・関節の解離)
- ②基節骨頭のcondylectomy
- ③PIP関節固定術
- ④基節骨部分切除術

などが報告されている。

変形が固定されていない場合には、長趾屈筋腱の腱移行が選択される。長趾屈筋腱を末節骨付着部で切離し、これを縦切して2本とする。これらの腱をそれぞれ内・外側から背側に移動し、基節骨背側で長趾伸筋腱に縫着する(図5)。

変形が固定している場合には、骨の処置が必要になる。切除関節形成術(condylectomy)では、PIP関節背側から長趾伸筋腱と関節包を横切り、側副靭帯を解離して基節骨頭を露出させこれを切除、PIP関節を整復しKirschner鋼線(K-wire)でDIP関節とPIP関節を固定する(図6)。切離した長趾伸筋腱は修復する。PIP関節が容易に整復されない場合、長趾屈筋腱切離を考慮する。

また、PIP関節固定術によっても良好な成績が報告されている^{9),10)}。

❖鉤爪趾

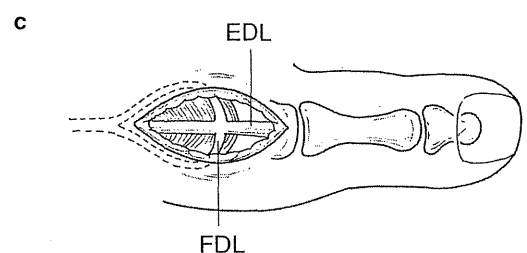
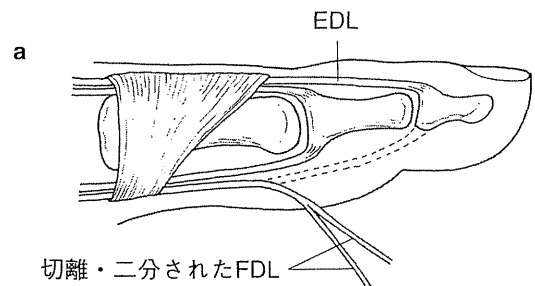
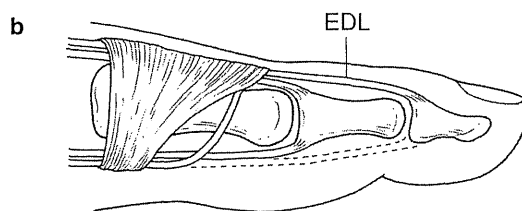
ハンマー趾の場合と同様に、変形が固定しているかどうかで腱移行術、もしくは骨の処置を

伴う術式の選択をする。鉤爪趾においては、特にMTP関節の過伸展を矯正することが重要である。そのために、MTP関節レベルで長趾伸筋腱切離や関節解離を考慮する。変形の整復を得てからK-wireをMTP関節も含めて刺入する。MTP関節の整復が軟部組織の処置のみでは得られない場合には、中足骨短縮骨切り術も追加する。特に関節リウマチなどで関節の破壊と拘縮が強い場合には、MTP関節の切除関節形成術や人工関節置換術も選択肢となる。

下腿の骨折や打撲などの外傷後や血管柄付き腓骨移植術時の腓骨採取後に、母趾を含む鉤爪趾様変形が生じることがある。この場合の病態は長母趾屈筋の癒着や拘縮が原因である場合が多く、母趾に加えlessor toeにも伸展障害をきたす。lessor toeにも障害をきたす理由は、足底部で長母趾屈筋腱と長趾屈筋腱とをつなぐ交差枝が存在するため、長母趾屈筋腱の拘縮に伴ってlessor toeも屈曲するためである。この交差枝がlessor toeの一部のみか全趾に及ぶかは個人差があるので、障害されるlessor toeも個人によって異なる。手術療法は、足関節近位レベル(内果後方)での長母趾屈筋腱切離か延長のみでほとんどの症状が改善される¹¹⁾。

■図5 長趾屈筋腱移行術

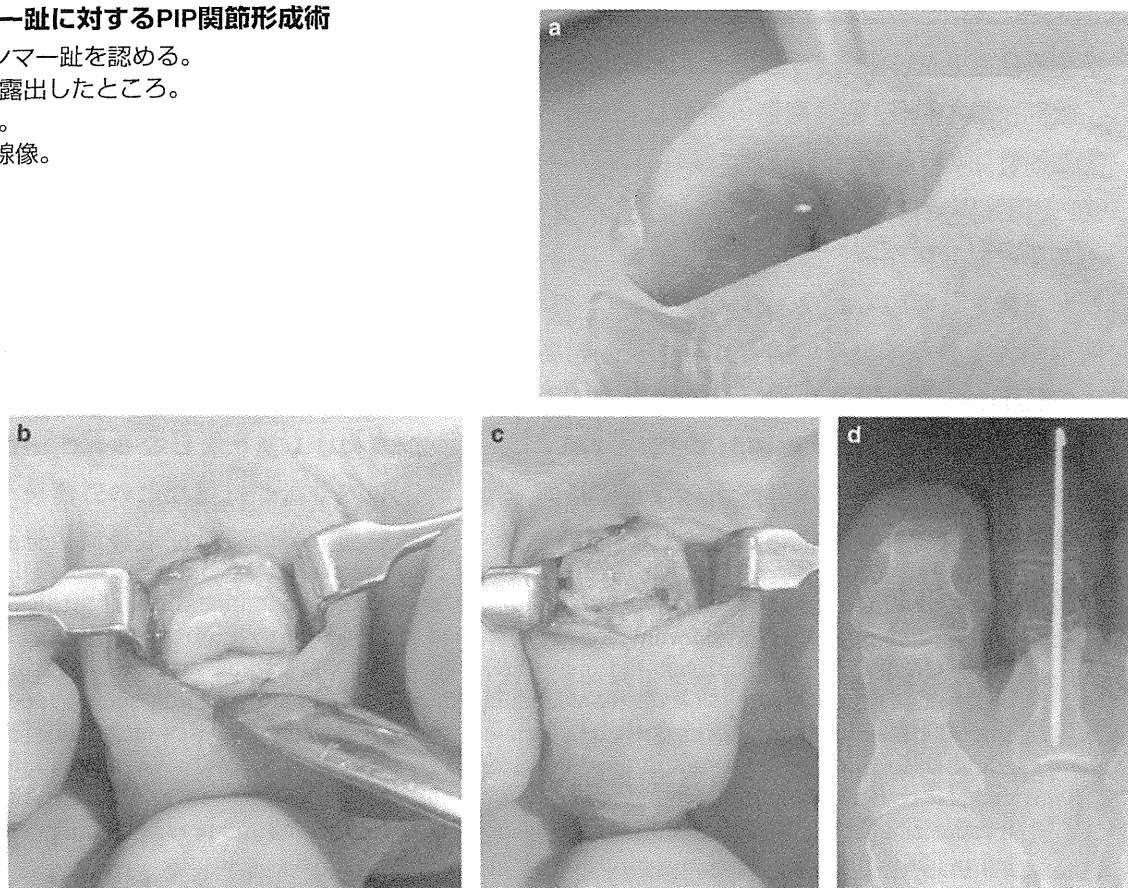
- a: FDLを末節骨付着部で切離した後に縦切して2つに分ける。
- b: 二分された腱を内側と外側から背側に移動する。
- c: 長趾伸筋腱に縫着する。



(文献2より)

図6 ハンマー趾に対するPIP関節形成術

- a : 第2趾にハンマー趾を認める。
b : 基節骨頭を露出したところ。
c : 骨頭切除後。
d : 術後単純X線像。



文献

- 1) Myerson MS, et al : The pathological anatomy of claw and hammer toes. J Bone Joint Surg, 74-A : 45-49, 1989.
- 2) Coughlin MJ : Lesser toe deformities. Surgery of the foot and ankle, 8th edition, Mosby, Philadelphia, 2007, p363-464.
- 3) Coughlin MJ : Lesser toe abnormalities. Inst Course Lect, 52 : 421-444, 2003.
- 4) Schrier JC, et al : Definitions of hammer toe and claw toe : an evaluation of the literature. J Am Podiatr Med Assoc, 99 : 194-197, 2009.
- 5) Sarrafian SK, et al : Anatomy and physiology of the extensor apparatus of the toes. J Bone Joint Surg, 51-A : 669-679, 1969.
- 6) 加倉井周一訳 : 臨床足装具学, 医歯薬出版, 東京, 2005, p78.
- 7) Coughlin MJ : Operative repair of the mallet toe deformity. Foot Ankle Int, 16 : 109-116, 1995.
- 8) Lancaster SC, et al : Acute mallet toe. Clin J Sport Med, 18 : 298-299, 2008.
- 9) Caterini R, et al : Arthrodesis of the toe joints with an intramedullary cannulated screw for correction of hammer toe deformity. Foot Ankle Int, 25 : 256-261, 2004.
- 10) Konkel KF, et al : Hammer toe correction using an absorbable pin. Foot Ankle Int, 32 : 973-978, 2011.
- 11) 米田岳史, ほか : 長母趾屈筋の機能障害による槌趾変形の病態と治療. 日足外会誌, 20 : 110-113, 1999.

《症例報告》

腕神経叢損傷後の複合性局所疼痛症候群に ドラッグチャレンジテストが有用であった1例

蜂須賀明子* 松嶋康之* 蜂須賀研二*

Efficacy of Pharmacological Classification of Complex Regional Pain Syndrome caused by Brachial Plexus Injury : A Case Report

Akiko HACHISUKA,* Yasuyuki MATSUSHIMA,* Kenji HACHISUKA*

Abstract : Pharmacological classification, based on a so-called drug challenge test (DCT), is one method to evaluate intractable pain following experimental administration of medicines. In this scenario, the appropriate medicine is prescribed for a patient with intractable pain based on the result of the DCT. A 61-year-old man was healthy until 2003, when he sustained a brachial plexus injury caused by a gas explosion. He had experienced fulgurant pain in his left upper limb since 2006, and had undergone stellate ganglion blocks, and treatment with amitriptyline. He was admitted for further treatment in 2010 because these treatments did not alleviate his fulgurant pain. He could not move his shoulder, elbow, wrist and fingers because of severe paralysis and arthrodesis of his left shoulder joint, and complained of fulgurant pain and persistent dullness in his left upper limb. He was diagnosed to have complex regional pain syndrome (CRPS) due to the brachial plexus injury, and electromyographic examinations showed evidence of a partial re-growth after sural nerve transplantation. Gabapentin was prescribed for the patient's CRPS based on the remarkable effect of thiamilal on this fulgurant pain. The frequency of the fulgurant pain decreased following the initiation of gabapentin therapy, and the persistent dullness disappeared. DCT is recommended for patients with intractable pain such as CRPS, in addition to neurological and electromyographic examinations, in order to elucidate the details of the pain and select the appropriate medication. (*Jpn J Rehabil Med* 2012 ; 49 : 512-517)

Key words : ドラッグチャレンジテスト (drug challenge test, pharmacological classification), 腕神経叢損傷 (brachial plexus injury) 複合性局所疼痛症候群 (complex regional pain syndrome), 神経障害性疼痛 (neuropathic pain), ガバペンチン (gabapentin)

はじめに

ドラッグチャレンジテスト (Drug challenge test, 以下 DCT) は、疼痛の作用機序を鑑別し、適切な治療法を迅速に見出す試験である。DCT は和製英語で、欧米では pharmacological classification¹⁾, pharmacological characterization²⁾ などと表現され、本邦では薬理学的疼痛機序判別試験とも言われる。その名の通り、作用機序の異なる薬剤を1日1薬剤のペースで静

脈内投与を行い、有効な薬物があれば同じ作用機序の内服薬や神経ブロック等を行うことで疼痛の改善が期待できる。試験薬剤は、モルヒネ、ケタミン、フェントラミン、リドカイン、チアミラール、クロロプラミン等^{3,4)} があり、モルヒネ、ケタミン、チアミラールは入院で行うよう推奨されている。効果判定は開始時の痛みを10とした疼痛緩解スコア (pain relief score : PRS) を用い、生理食塩水及び試験薬剤で投与前; 投与1分後、投与5分後に評価し、PRS 0~2を著効、

2012年3月14日受付, 2012年7月25日受理

* 産業医科大学リハビリテーション医学講座/〒807-8555 福岡県北九州市八幡西区医生ヶ丘1-1
Department of Rehabilitation Medicine, University of Occupational and Environmental Health
E-mail : akih815@med.uoeh-u.ac.jp

PRS 3～6 を有効と判定する^{3,4)}。

複合性局所疼痛症候群 (complex regional pain syndrome: CRPS) をはじめとした神経障害性疼痛は、しばしば通常の疼痛治療に抵抗性を示す。神経障害性疼痛は、リハビリテーション (以下、リハ) においても大きな阻害因子となり患者の日常生活動作 (ADL) や生活の質の低下につながるため、その診断及び治療はリハ科医にとって非常に重要である。しかし、これまで麻酔科領域を中心に神経障害性疼痛に対する DCT についての報告はあるが⁵⁾、リハ分野での報告や電気生理学的検査を合わせた検討は稀である⁶⁾。疼痛発生機序解明のため、診察や筋電図検査と合わせて DCT を行うことで、CRPS を含めた神経障害性疼痛に対するより正確な診断や治療が可能となる。

症 例

症 例：61 歳，男性。

主 訴：左上肢の異常感覚。

現病歴：2003 年，ガス爆発による左上肢不全切断を受傷し，血管吻合術及び腕神経叢損傷 (全型) に対し腓腹神経移植を行った。2004 年，右上肢の握力が低下し，頸椎椎間板ヘルニアの診断で頸椎後方拡大術を，2005 年，左肘受動術及び左肩関節固定術を受けた。2006 年，左上肢に電撃痛と違和感が出現した。2007 年 4 月まで専門施設でリハを行い，ADL は自立したが疼痛は徐々に増悪し，星状神経節ブロックやアミトリプチリン内服を行うも無効であり，2010 年 6 月，障害評価及び加療目的で当科を紹介され，入院となった。

職業歴：元化学工場勤務。

生活歴：喫煙歴なし，機会飲酒。

身体所見：意識は清明で，脳神経系に明らかな異常はなかった。左肩関節固定術後，左肘関節受動術後，頸椎後方拡大術後の状態で，左腋窩から頸部，後頸部に手術痕を認めた。皮膚は，左上肢は淡紅色で菲薄化し，右側と比較して低温で発汗低下を認め，左手は夏場も手袋を使用していた。左肩甲帯から上肢にかけて中等度の筋萎縮を認めた。関節可動域は，左肩関節：屈曲 0°，伸展 0°，外転 30°，左肘関節：屈曲 60°，伸展 -30°，手関節：屈曲 40°，伸展 -10°であった。徒手筋力テストは，左肩関節固定術の影響で正確な評価は困難であったが，左側で菱形筋 4，前鋸筋 4，棘上筋 2，棘下筋 2，大胸筋 (鎖骨枝) 2，三角筋 1 で

あったが，その他の左上肢筋は 0 であった。反射は左上肢で消失し，Horner 徴候や Tinel 徴候はなかった。感覚系は，左上肢は表在覚・深部覚ともほぼ脱失し，左上腕内側に一部触覚が 1/10 程度残存していた。また異常感覚は，左頸部から手指への電撃痛 (100 回/日，持続時間 20 秒程) と，持続する左上肢の重い感じを訴えた。Barthel Index 100 点と日常生活動作は自立していたが，異常感覚により日常生活で動作の中断を余儀なくされることがあった。

神経心理学的検査：Self-rating Depression Scale 39 点 (神経症下限)，Mini-International Neuropsychiatric Interview 0 点 (カットオフ 0 点)，Apathy scale 11/46 点 (カットオフ 16 点)，でありうつやアパシーはなかった。

CRPS 診断基準：厚生労働省 CRPS 研究班が提唱する臨床用 CRPS 判定指標⁷⁾ は，臨床症状 5 項目 (1. 皮膚・爪・毛のうちいずれかに萎縮性変化，2. 関節可動域制限，3. アロディニアや痛覚過敏，4. 発汗の亢進ないしは低下，5. 浮腫) について，A. 病期いずれかの時期に自覚症状として 2 項目以上該当する，B. 診察時に以下の他覚所見の項目を 2 項目以上該当する，A.B. いずれも満たす場合とされる。本症例は，経過中及び診察時に浮腫以外の皮膚の萎縮性変化，関節可動域制限，異常感覚，発汗低下を認め，A.B. 各 5 項目中 4 項目を満たし臨床的に CRPS と診断した。

画像所見：頸椎 X 線写真は左 C 6/7 で椎間孔狭小化を認め，左肩関節は固定術後の状態であった。

電気生理学的所見 (左上肢)：神経伝導検査：左正中神経及び尺骨神経は，運動神経，感覚神経とも誘発不能であった。針筋電図：前鋸筋，棘下筋，三角筋，上腕二頭筋，上腕三頭筋，円回内筋，第一背側骨間筋と広範囲に脱神経所見を認めた。三角筋，上腕二頭筋，円回内筋，第一背側骨間筋では随意収縮がみられず，一方で前鋸筋，大菱形筋，棘下筋，上腕三頭筋では多相性電位を含む少数の運動単位が観察された (表)。

経 過：臨床所見及び電気生理学的検査から本症例の腕神経叢損傷は全型であるが，C 5 の上神経幹及び橈骨神経領域で一部機能が残存していた。受傷当時の術中所見では C 5 のみ神経根残存が確認され，長野の分類⁸⁾ では，C 5 は Zone II B 損傷，C 6 から Th 1 は Zone I 損傷であった。そこに，C 5 神経根から上・中・下神経幹へ橋渡しするように腓腹神経移植が行わ

表 針筋電図所見

被検筋	主な支配神経	安静時				随意収縮時			
		Ins. Act.	Fib.	P-w.	Fasc.	Normal MUP	Polys.	Amp (μV)	Duration (msec)
前鋸筋	C5. 6. 7	→	2+	0	0	1	2-3	200-400	6-8
大菱形筋	C5		安静不能			1	2-3	1 K	8-10
棘下筋	C5	→	2+	0	0	1-2	0	400	6-8
三角筋	C5	→	2+	1+	0	Electical silence			
上腕二頭筋	C5. 6	→	2+	0	0	Electical silence			
上腕三頭筋	C7	→	1+	0	0	1	0	400-800	8
円回内筋	C6	→	2+	1+	0	Electical silence			
第1背側骨間筋	C8	→	2+	0	0	Electical silence			
傍脊柱筋 (C6.7)	C6. 7	→	0	0	0	2	1-2	400-800	6-8

Ins. Act. : Insertional activity, Fib. : Fibrillation potential, P-w. : Positive sharp wave, Fasc. : Fasciculation potential, MUP : Motor unit potential, Polys. : Polyphasic action potential
 左肩甲帯から上肢にかけて広範な施行筋で脱神経所見があり、前鋸筋、大菱形筋、棘下筋、上腕三頭筋で随意収縮による少量の正常な運動単位出現を認めた。

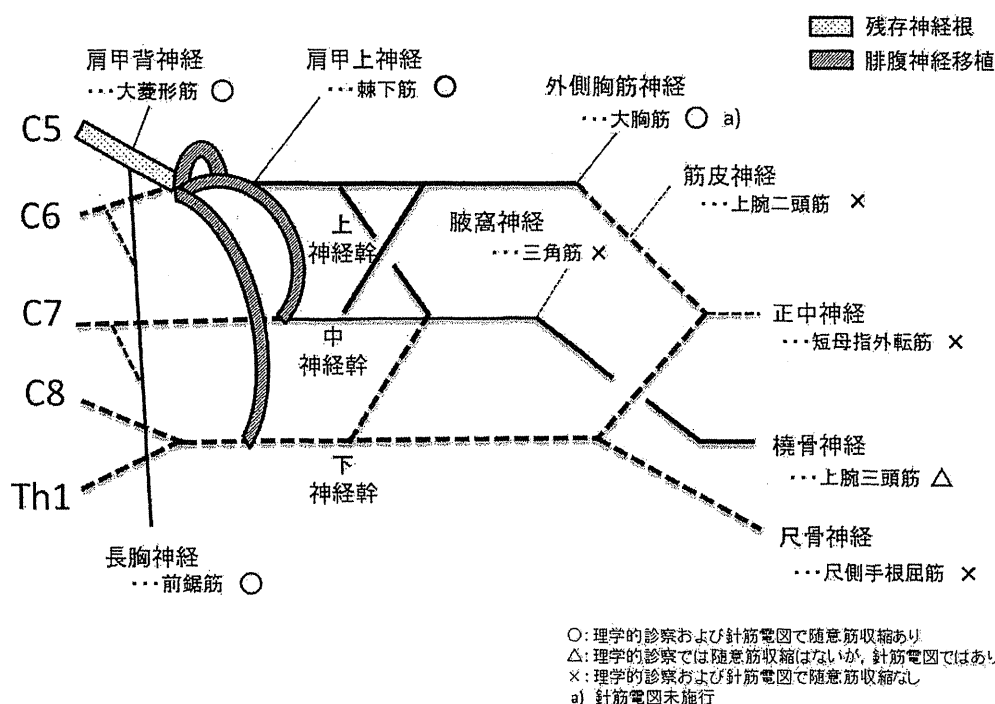


図1 腕神経叢麻痺の損傷部位

受傷時はC5神経根のみ残存しており、C5から上・中・下神経幹へ橋渡しするように腓腹神経移植が行われた。今回、前鋸筋、大菱形筋、棘下筋、上腕三頭筋で随意運動を認め、腕神経叢損傷全型が腓腹神経移植に伴う神経再生で一部回復した状態であった。

れた。棘下筋、大胸筋（鎖骨枝）、上腕三頭筋での損傷高位に一致しない随意収縮所見や、左上腕内側で一部触覚を認めたことは、腓腹神経移植に伴う神経再生によるものと推定した（図1）。以上より、現在の所見は、左腕神経叢損傷（全型）が腓腹神経移植に伴う神経再生で一部回復した状態であり、疼痛は腕神経叢損傷に伴うCRPSと診断した。

次に、CRPSによる疼痛の発生機序解明及び治療目的にDCTを行った。治療歴や今後の治療利便性を考慮し、本症例ではリドカイン（1 mg/kg+1 mg/kg/30 min 点滴）、チアミラール（50 mg/回 静注 最大150 mg）、クロルプラミン（25 mg/125 ml 生理食塩水/2 hr 点滴）を用いた。プラセボ投与時はいずれも症状の改善はなく、薬剤投与時にチアミラールのみ著効

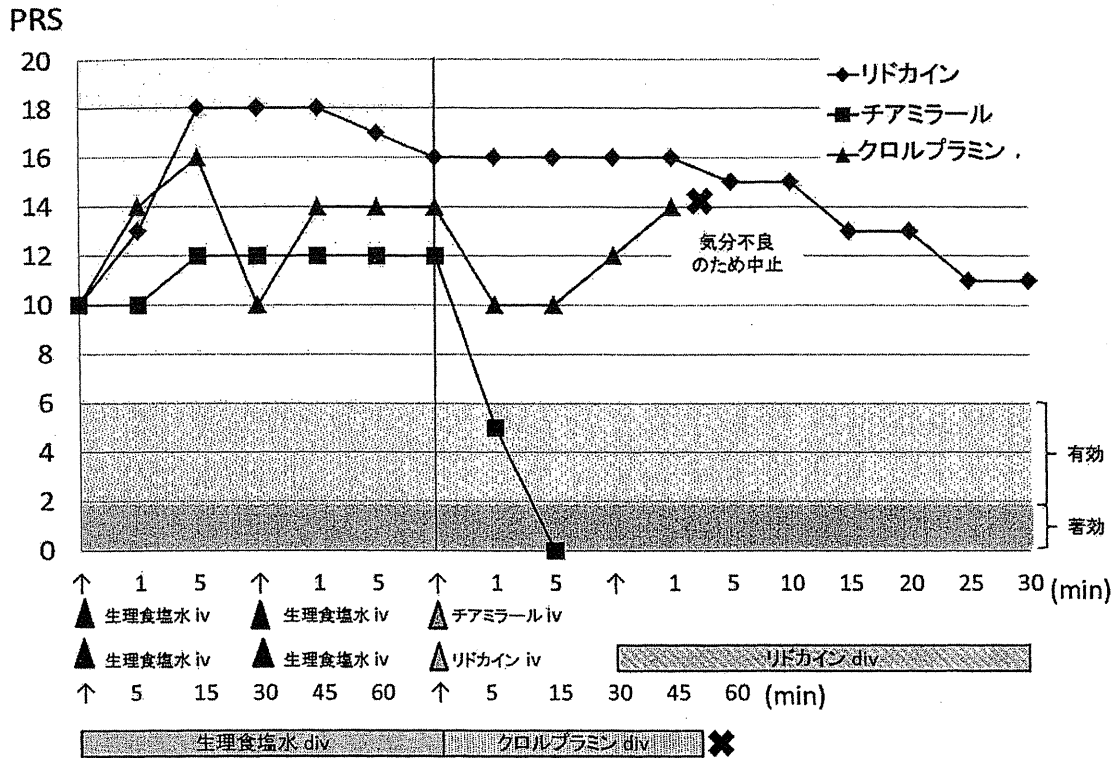


図2 DCT結果

今回DCTでは、リドカイン、チアミラール、クロルプラミンを用いた。リドカインやクロルプラミンでは、疼痛の増悪や気分不良がみられたが、チアミラールは薬剤投与5分後に疼痛が消失した。

し、クロルプラミンは気分不良を生じ投与を中止した(図2)。末梢性神経障害性疼痛の保険適応薬としてプレガバリンが登場したが(2010年10月承認)、DCT実施当時は未承認であり当院未採用であったため、ガバペンチン(ガバペン®)1日600mgで治療を開始した。ガバペンチン内服開始後、速やかに症状は改善し、副作用はなく本人の満足度も高かった。内服前後で、電撃痛の回数は100回/日から10回/日未満へ減少し、持続時間が短縮したことを自覚した。また、左上肢の重い感じは、入院時を10として0まで消失改善した。入院中、肩甲帯周囲筋(菱形筋・前鋸筋・僧帽筋)を中心にバイオフィードバックを用いた筋力強化⁹⁾などのリハを行った。ガバペンチン600mg/日内服を継続し症状の増悪はなく、当科退院後、外来で経過観察を行っている。

考 察

DCTは、個々の疼痛作用機序を鑑別して適切な治療法を迅速に見出し、診断的及び治療的価値を持つ。DCTの利点は、1) 診断および治療の精度向上、2) 診

断から治療までの時間短縮、3) コンプライアンス向上が挙げられる。本症例は、難治性で長い治療歴があるが効果が不十分であり、当院介入開始時から詳細な検査や診断が求められた。今回DCTを用いて、神経学的診察、電気生理学的検査と組み合わせて総合的に判断する事により、腕神経叢損傷の部位診断と評価、疼痛発生機序の推定、治療法選択と効果確認を含むリハを効率的に実施できた。患者としては、疼痛を客観的に捉え効果を確認することで内服コンプライアンスが向上し満足度も高かった。治療者としては、DCT著効薬の疼痛改善効果は劇的で、自信を持って選択した内服薬を勧めることができた。DCTの欠点は、各試験薬剤の副作用があり、特にモルヒネ、ケタミン、チオペンタールはその副作用から入院で施行するよう推奨されている。今回、クロルプラミン投与時に気分不良が出現したが、薬剤投与と中止し速やかに症状は改善し、重篤な副作用はなかった。また、難治性疼痛の中には、DCTで疼痛作用機序を同定できない場合もある。

その他に、神経障害性疼痛の薬物治療として、神経

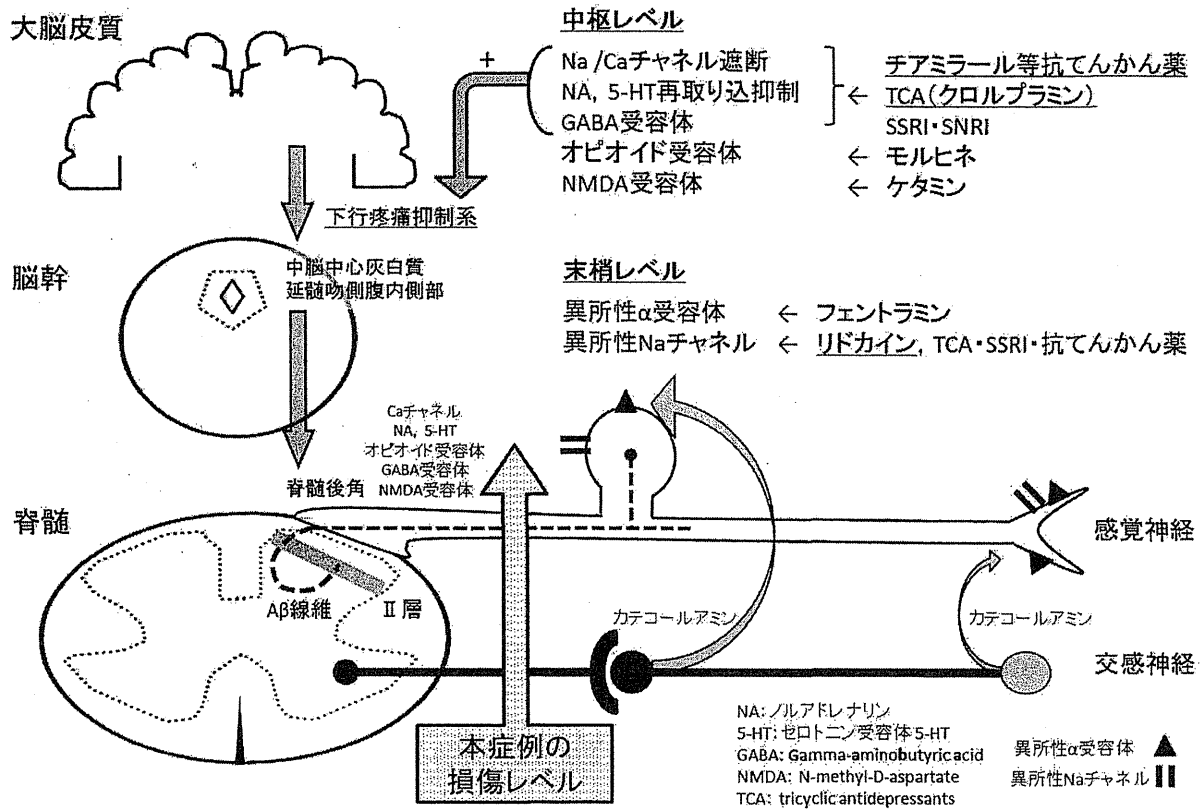


図3 DCT使用薬剤と鎮痛作用機序 (文献10, 文献12より引用改変)

神経障害性疼痛の発生機序と、DCT作用点及び治療薬を示す(下線で示す薬剤は、今回DCTで使用したもの)。本症例は、診察所見や電気生理学的所見より図矢印部分での損傷と考えられた。損傷部位からも、末梢性作用機序のみでは効果が期待できず中枢性作用機序を持つ薬剤が必要と考えた。

障害性疼痛薬物療法ガイドライン¹⁰⁾に記載された神経障害性疼痛全般に対する薬物療法アルゴリズムでは、第一選択薬に三環系抗うつ薬、Caチャンネル $\alpha_2\delta$ リガンド(ガバペンチン、プレガバリン)、第二選択薬にワクシニアウイルス接種家兎炎症皮抽出液含有製剤(ノイロトロピン[®])、デュロキセチン、メキシレチン、第三選択薬に麻薬性鎮痛薬が推奨されている。ガイドラインに従えば、エビデンスに基づいたより確実性の高い治療の提供が可能となる。一方で、本症例のように患者数の少ない疾患では、エビデンスレベルの高い臨床試験が行えず、正確な鎮痛効果が反映されにくい問題点についても理解しておく必要がある。

神経障害性疼痛の発生機序は、異所性興奮、交感神経系の異常など末梢性機序と、下行性抑制系の異常・脊髄後角細胞の感作、 $\alpha\beta$ 線維発芽など中枢性機序がある^{11,12)}。DCT試験薬剤毎の作用機序は、1)末梢性①リドカイン:Naチャンネル阻害(主に侵害受容性一次脊髄後根神経節)、②フェントラミン:交感神経ブ

ロック、2)中枢性③モルヒネ:脊髄後角や脳幹レベルのオピオイド受容体活性化、④ケタミン:NMDA受容体拮抗、⑤チアマミール:GABA受容体活性化、Naチャンネル・Caチャンネル阻害(脊髄後角)、NMDA抑制、⑥クロロプラミン:5-HT・NA再取り込み阻害、ニューロンでのNaチャンネル・Caチャンネル阻害及びNMDA受容体阻害などが挙げられる^{5,11,13)}。しかし、抗うつ薬や抗てんかん薬の作用機序は解明されていない部分も多く、中枢性及び末梢性機序が複雑に関係して効果を発揮すると考えられる^{11,13)}。本症例の腕神経叢損傷とDCT作用機序を検討すると、神経損傷は脊髄から神経根の移行部位で末梢性作用機序のみの薬剤は効果が乏しいと予測され、交感神経ブロックやDCTでリドカインが無効であったことと矛盾しない(図3)。しかし、損傷部位のみで中枢性作用機序を持つ薬剤を選択する判断は困難で、DCTを行いクロロプラミン無効、チアマミール有効の結果をもとにガバペンチンを選択することができた。CRPSを含む神経

障害性疼痛において、神経学的診察や電気生理学的診断と合わせてDCTを行うことで、多面的に病態を捉え、より正確な診断と症例に応じた個別的な治療が可能となる。

文 献

- 1) Yamamoto T, Katayama M, Hirayama T, Tsubokawa T : Pharmacological classification of central post-stroke pain : comparison with the result of chronic motor cortex stimulation therapy. *Pain* 1997 ; 72 : 5-12
- 2) De Vry J, Kuhl E, Franken-Kunkel P, Eckel G : Pharmacological characterization of the chronic constriction injury model of neuropathic pain. *Eur J Pharmacol* 2004 ; 491 : 137-148
- 3) 小川節郎 : ドラッグチャレンジテスト. *ペインクリニック* 1999 ; 20 : S 75-S 80
- 4) 有田英子, 林田眞和, 水野 樹, 小川節郎, 花岡一雄 : 薬理学的疼痛機序判別試験 (ドラッグチャレンジテスト). *麻酔* 2008 ; 57 : 1330-1336
- 5) 林田眞和, 有田英子, 花岡一雄 : CRPSの機序判別としての薬理学的疼痛機序判別試験の役割—試験薬有用性の機序と試験結果に基づく薬物治療法選択—. *ペインクリニック* 2009 ; 30 : S 341-S 347
- 6) 生駒一憲 : Drug challenge test (DCT). *J Clin Rehabil* 2006 ; 15 : 1177-1179
- 7) 住谷昌彦, 柴田政彦, 眞下 節, 山田芳嗣 : 本邦におけるCRPSの判定指標. *日本臨床麻酔学会誌* 2010 ; 30 : 420-429
- 8) Nagano A, Ochiai N, Sugioka H, Hara T, Tsuyama N : Usefulness of myelography in brachial plexus injuries. *J Hand Surg Br* 1989 ; 14 : 59-64
- 9) 沖永修二 : 腕神経叢損傷 神経移植, 神経移行術. *J Clin Rehabil* 1995 ; 4 : 242-245
- 10) 一般社団法人日本ペインクリニック学会神経障害性疼痛薬物療法ガイドライン作成ワーキンググループ 編 : 神経障害性疼痛薬物療法ガイドライン. 真興交易(株)医学出版部, 東京, 2011
- 11) 端詰勝敬, 岩崎 愛, 久我原明朗 : 【神経障害性疼痛】治療薬物療法 抗うつ薬. *Clin Neurosci* 2009 ; 27 : 552-553
- 12) 小川節郎 : 臨床からみた痛みの末梢機序. *Pharmacoaesthesiology* 2001 ; 13 : 18-22
- 13) 小幡英章, 林田健一郎 : CRPSの薬物療法 ガバペンチンと抗うつ薬. *ペインクリニック* 2009 ; 30 : S 380-S 388

42. ポストポリオ症候群のリハビリテーション*

伊藤英明¹⁾ 松嶋康之²⁾ 佐伯 覚¹⁾ 蜂須賀研二²⁾

Key Words

ポストポリオ症候群、筋力低下、過用、装具、残存機能

Q1 ポリオとは何か？
またポストポリオ症候群とは何か？

ポリオ（急性灰白髄炎）は、脊髄前角細胞や脳幹がポリオウイルスによって冒される疾患である。ポリオウイルスは抗原の相違からⅠ～Ⅲ型に分類され、ポリオ罹患者の多くは、Ⅰ型ウイルスが関与している。感染者の糞便などから手指や飲食物を通じての経口感染が主であり、咽頭や腸管内で増殖後、各リンパ節組織内でさらに増殖し血中に侵入する。脊髄前角細胞や脳幹部など神経組織との親和性が強いいため、これらの運動神経を侵し、弛緩性麻痺や球麻痺をもたらす。しかし、中枢性の麻痺を生じるのは1～2%であり¹⁾、90～95%は何も症状がなく、不顕性感染のみで終わる。弛緩性麻痺は、感染から12～18か月までは回復の可能性²⁾がある。この麻痺の回復機序は、①部分的に障害を受けた前角細胞の機能回復、②前角細胞から分枝した軸索が脱神経筋を再支配、③残存筋線維の肥大と考えられている³⁻⁵⁾。

わが国では現在、野生株ポリオウイルスによる発症は認められないが、経口ポリオワクチンによる罹患例が報告され、不活化ワクチンへの見直しが進められている。日本では昭和35年にポリオ

の大流行があり、その後ワクチンの普及により患者は激減し、昭和40年代よりほとんどその新たな発症をみなくなった。しかし、昭和20～30年代にポリオに罹患した人々が次第に中高年に近づくにつれて、筋力低下、関節拘縮、四肢体幹の変形、痛み、歩行障害の増悪、日常生活動作（activities of daily living；ADL）の制限などの機能障害や能力障害を生じてきた。この病態がポストポリオ症候群（post-polio syndrome；PPS）である。すなわちPPSでは、通常通り社会生活や日常生活を送っていたポリオ罹患者が、発症から10～50年の安定期の後、新たな筋力低下、筋萎縮、筋・関節痛、易疲労感、歩行障害、嚥下障害などのさまざまな症状を生じる。PPSの診断基準は表1の通りである⁶⁾。PPSの発症は、ポリオ罹患者の28～64%と言われており⁷⁾、わが国でのPPSの発症率は、人口10万人あたり18.0人と報告されている⁸⁾。発症要因としては、加齢、過重労働、廃用、過用、体重増加などが考えられている⁹⁾。また一般的にポリオ患者は「頑張り気質」が多いと言われ、勤勉家が多く、仕事も熱心であり、手を抜くことができずに無理を強いる傾向にある。これがよりいっそう過用を進行させている^{3,10)}。リハビリテーション科医

* Rehabilitation in patient with post-polio syndrome.

¹⁾ 産業医科大学若松病院リハビリテーション科：☎808-0024 福岡県北九州市若松区浜町 1-17-1

Hideaki Itoh, MD, Satoru Saeki, MD：Department of Rehabilitation Medicine, Wakamatsu Hospital of University of Occupational and Environmental Health

²⁾ 産業医科大学リハビリテーション医学講座

Yasuyuki Matsushima, MD, Kenji Hachisuka, MD：Department of Rehabilitation Medicine, University of Occupational and Environmental Health

表 1 PPS の診断基準 (文献⁶⁾より引用)

1. 運動ニューロン消失を伴うポリオによる麻痺があり、急性発症の弛緩性麻痺の病歴および筋力低下と筋萎縮が確認され、しばしば筋電図で脱神経所見を伴う。
2. ポリオ急性期を過ぎて、部分的にあるいは完全に機能を回復して神経学的に安定している期間が 15 年以上持続する。
3. 進行あるいは持続する新たな筋力低下または易疲労性が、次第にあるいは突然生じる。全身疲労、筋萎縮、筋または関節の痛みを伴うこともあり、稀に呼吸や嚥下に関する障害を生じることがある。
4. これらの症状は 1 年以上持続する。
5. これらの症状を呈する神経疾患、内科疾患、整形外科疾患を除外できる。

がポリオ罹患者の病態を適切に診断し、生活指導などの介入を適切に行うことにより、PPS 発症を防ぎ、あるいは悪化を防止することが重要である。

Q2 PPS の特徴的な所見と他疾患との鑑別のポイントとは？

PPS の主な徴候は、新たな筋力低下、疲労、疼痛の 3 つであり、まずこの 3 つの徴候と他の疾患との鑑別のポイントについて述べる。

PPS 患者は、四肢に新たな筋力低下を生じ、特に下肢の筋力低下が起こると脚長差や側彎などにより歩行時の重心位置は変化し、腰部、股関節、膝関節などに次第に多大な負担を及ぼし、側彎や変形性脊椎症、いわゆる健側股・膝関節の変形性関節症、患側反張膝を引き起こす原因となる。歩行が困難になり、日常生活の活動性が低下すると、廃用性筋力低下を生じる¹¹⁾。新たな筋力低下と診断する前に、筋力低下を引き起こす他の疾患を除外することが必須である。

ポリオ罹患者には、変形性脊椎症、脊柱管狭窄症、正中神経や尺骨神経の絞扼性ニューロパチー、松葉杖使用による腕神経叢麻痺を合併しやすい。これらは感覚障害を生じ、単純 X 線写真、MRI、神経伝導検査で鑑別できるので、これらによる筋力低下はまず除外すべきである。それ以外にも筋萎縮性側索硬化症、多発性硬化症、重症筋無力症、筋疾患、パーキンソン病、糖尿病性末梢神経障害、脊髄腫瘍・膿瘍、成人脊髄性筋萎縮症が鑑別として挙げられる。

筋力低下を生じる疾患が除外できれば、次に PPS による筋力低下と廃用性筋力低下を鑑別す

る。廃用性筋力低下では、身体活動の減少に応じて筋力が低下するのに対して、PPS では少なくとも身体活動は維持されており、さらに過剰に使われた筋に筋力低下が生じる。PPS 患者で筋力低下を予防するために筋力トレーニングをして、ますます筋力が低下したというエピソードにしばしば遭遇する。一方、活動量の変化や強度とかかわりなく誘因が不明で筋力や耐久性が減弱することもあり、呼吸不全、嚥下障害、構音障害、睡眠時無呼吸などが顕在化することもある。PPS の診断には、詳細な病歴聴取、血液検査 [CK (クレアチンキナーゼ)、ミオグロビン] や針筋電図検査も含めて慎重に行うべきである。

疲労も PPS の主な徴候の一つである。PPS による疲労と診断をする前に、疲労を引き起こす他の疾患を除外しなければならない。甲状腺疾患や貧血は理学的所見や血液検査でも診断が可能である。それ以外にも睡眠障害、糖尿病、うつ病、悪性腫瘍、慢性的な肺胞低換気症候群、膠原病などの慢性全身性疾患、心不全、薬物性などを鑑別する必要がある。PPS の疲労には、中枢性と末梢性の 2 つのタイプの疲労が報告されている。中枢性疲労では、何もできないほど極度に全身が疲労し、ちょっとした活動でさえもできない。加えて集中力、記憶力の低下もみられる。中枢性疲労の病因は不明である。症状は慢性痛、抑うつ、睡眠障害や呼吸機能障害によって悪化する。

末梢性疲労は、反復収縮での筋持久力減少と筋肉疲労が特徴である。原因として考えられるのは、大きくなった運動単位の代謝性消耗、神経筋接合部伝達の欠損と過用である¹²⁾。疲労の対策として、睡眠管理、運動量を調節して弱くなりつつある筋肉の過用を回避するように患者教育を行うことが重要であり、定期的に休憩をとることや、睡眠が有用である。

疼痛については、その原因はさまざまであるが、米国リハビリテーション病院 (National Rehabilitation Hospital ; NRH) による分類が参考になる (表 2)¹³⁾。疼痛は活動中に生じるばかりでなく、身体活動が多かった日の夕方や夜に増強することも多く、心理的ストレスによっても増悪する。したがって、痛みの特徴や活動との関連、痛みの部位

や特徴などを問診時に聴取する必要がある。

Q3 初期評価時にみるポイントと診断に必要な検査は？

機能障害の評価項目としては関節可動域検査、徒手筋力検査、四肢周囲径、四肢長などの各種計測、立位姿勢の観察、動作分析（代償動作の有無）、歩行分析、体重増加の有無、疼痛とその部位などが挙げられる。徒手筋力テストでは、立ち上がり動作や歩行安定性に関与する大臀筋、中臀筋、大腿四頭筋、ハムストリング、前脛骨筋、下腿三頭筋の評価は重要である。

筋力の定量的評価としては、Kin-Com や Biodex を用いて膝屈筋・伸筋の測定を行う。脚長差を計測し、立位にて骨盤の傾き、側彎や腰椎前彎の増強などの脊柱異常の有無や程度を観察する。歩行時は、立脚期の膝折れ、膝の外反・過伸展、踵離れと股関節伸展の不足、上体の側方動揺、遊脚期の下垂足などの有無を判定する。Barthel index で評価する基本的日常生活動作は自立しているものが多く、Frenchay Activities Index で評価する応用的日常生活動作や社会的不利に関する評価を行う必要がある。

一般的臨床検査では、末梢血、CK、ミオグロビン、C 反応性蛋白（carbon reactive protein；CRP）、血沈を実施する。横紋筋融解を生じていれば CK やミオグロビンが増加する。筋炎であれば炎症反応が陽性となるので、さらに抗核抗体、Jo-1 抗体も依頼する。さらに骨関節の変形性変化を判定する目的で脊椎や股・膝・足関節の単純 X 線撮影を行う。筋電図では、運動神経伝導速度、遠位潜時、F 波、針筋電図を実施する。松葉杖ニューロパチー（crutch palsy）では橈骨神経上腕三頭筋筋枝の遠位潜時が遅延し、手根管症候群では正中神経、Gyón 管症候群では尺骨神経の遠位潜時が遅延する。前角細胞機能の一指標として F 波の出現率低下や波形変化を生じる。

針筋電図では、一見正常に見える部位にも、安静時電位の異常（脱神経所見）や収縮時多相性電位を認めることがある¹⁴。針筋電図にて脱神経所見があれば、軸索変形が持続している証拠であり、臨床的に筋力低下や筋疲労があれば PPS と判断できる。脱神経所見があっても、新たな筋力低下

表 2 PPS における疼痛の分類（文献¹³より引用）

I 型疼痛（ポストポリオ筋痛） ポリオ罹患肢のみにみられ、表在の痛みと深部の痛みのいずれにも起こりうる。筋肉を使ってから 2 日くらいの間に起こってくるもので、しばしば筋の痙攣を伴う
II 型疼痛 過用により引き起こされたものであり、軟部組織、筋、関節包の損傷などによる疼痛、筋膜炎、線維性筋痛症、腱板炎など
III 型疼痛 変形性関節症、腰痛、神経圧迫などによる疼痛

を生じていない場合も稀ではない。一方、脱神経所見がない場合は PPS の可能性は低い。側彎による胸郭変形、呼吸筋力の低下による胸郭の伸展障害、横隔膜の運動制限による拘束性肺障害も多く、肺機能検査は是非行う必要がある。PPS 患者には、嚥下障害を生じる可能性がある¹⁵、スクリーニング検査を行い、必要に応じてビデオ嚥下造影検査を実施する。

Q4 PPS のリハビリテーション処方および日常生活指導のポイントは？

PPS の患者の筋力低下に対して、日常生活や職務内容を丁寧に聴取して、誘因が廃用か過用かを明らかにすることは、その後の訓練処方をするうえで重要である。実際には訓練により筋力増加があれば廃用であり、訓練を行い筋力が低下する場合は過用である。血液検査所見（CK 値、ミオグロビン）や針筋電図による脱神経所見の有無は、筋障害や末梢神経障害の病態を理解するのに参考となる。

訓練処方は、患者のこれまでの活動量を参考にして適切な訓練量を指示し、過用を避け廃用を防止する指導をすべきである。過用の徴候は、筋痛、こわばり感、筋疲労であり¹⁰、運動後 30～60 分以上続く疲労感や筋肉痛があれば、運動の減量または中止をする。筋負荷の強い訓練ではなく、低負担で多数回反復させることが望ましく¹³、また温暖な気温と温水でのトレーニングは疼痛や疲労により効果をもたらす¹⁶。

運動療法とともに過用や疲労への対応として、生活指導を忘れてはならない。過負荷の場合、しばしば「頑張り気質」が誘因の一つとなっているので、十分な病態の説明と過負荷を避ける指導を

表 3 ポリオ罹患者・PPS 患者の徴候と装具選択基準

脚長差・足部変形	⇒補高, 足底装具
足関節の不安定性	⇒短下肢装具 後方板バネ型プラスチック短下肢装具 靴べら型プラスチック短下肢装具
膝・足関節の不安定性	
軽度	⇒靴べら型プラスチック短下肢装具 足関節底屈位
中等度	⇒両側支柱付き長下肢装具, カーボン製長下肢装具 膝継手: オフセット, 足継手: 遊動/制動 ⇒両側支柱付き長下肢装具, カーボン製長下肢装具 膝継手: スイスロック/輪止め, 足継手: 遊動/制動

行う。患者にとって「適度な運動量」とは、翌日に疲労が残らない、筋肉痛が出ない程度を目安とする。翌朝まで疲れが残るのであれば過度の運動の可能性が高く、疲れがとれない場合は運動量や仕事量を見直して減らし、連続した仕事のなかでは定期的に椅子に座るなどして休憩をとる。また、昼寝などの仮眠をとって体を癒すことも有効である。疲れのほか、筋肉や関節に腫脹・熱感を伴う場合は、休みをとりながら回復を待つて運動を再開することが大切である。

全身疲労に対しても身体活動のペースと頻回の休息や仮眠などライフスタイルを変更することが最良の対処法である¹⁷⁾。全身性疲労は毎日起こり、典型的には日常活動の蓄積によってもたらされ、多くの患者は午後遅くから夕方近くにこの疲労が頂点に達する。このような疲労を感じたら、仕事を中断して休み、できるだけ就眠する。休息をとることが、疲労から回復して体力を取り戻す最良の方法である¹⁰⁾。また、PPS は体重が増加すると発症する傾向があるので、肥満を防止すべきである。PPS の薬物療法は確立していないが、脱神経所見があればビタミン B12、CK 値が高ければ酸化ストレスを軽減する目的でビタミン C や E を服用させるがエビデンスはない。欧州神経学会 (European Federation of Neurological Societies; EFNS) による治療ガイドラインでは、ピリドスチグミン、ステロイド、塩酸アマンタジンなどの内服薬について、確定的な治療効果は報告され

ていないとされている。また呼吸障害に対しては、呼吸筋をトレーニングすることにより呼吸機能を改善することができるが、呼吸障害を認識し、持続的気道内陽圧療法 (continuous positive airway pressure; CPAP) や二相式陽圧人工呼吸器 (bilevel positive airway pressure; BiPAP) など非侵襲的な呼吸器を早期に導入することにより、さらなる呼吸状態の悪化を防ぐことができる。その他、グループトレーニングや定期的な外来診察、患者教育も患者の精神状態を健康に保つために有用とされる¹⁸⁾。

Q5 装具処方はどうな点に注意したらよいか?

ポリオ罹患者は、弛緩性麻痺のために膝や足関節の支持性が失われ歩行障害を呈し、さらに脚長差、側彎、骨盤の左右差、反張膝、凹足などを生じている。これらの関節の支持性を高めながら、歩行時の身体負荷を軽減させる必要がある。ポリオは、片麻痺などの痙性麻痺とは異なり筋収縮に乏しいため、装具に直接力が加わるので装具は耐久性に優れていることが要求される。本来、筋力低下があるため軽量であることが必須である。さらにポリオ罹患者は就労を含めて社会参加をしている場合が多いので、体によく適合し、外観に優れていることへの希望が強い。すなわち、ポリオ罹患者には外観に優れ、軽量で耐久性があるため装具が基本となる。患者の障害に対合できるように装具を作製することが重要である (表 3)。

1. 脚長差の矯正

脚長差を放置すると、上体の揺れが大きくなり、腰痛や変形性関節症の誘因となる。補高は脚長差の 1/3 程度より開始し、患者に違和感がない程度にとどめ、数年かけて脚長差の 2/3 程度の補高とする。有効脚長差は、前上棘・内顆間距離 (spina-malleolar distance; SMD) ばかりでなく、足関節の尖足変形、膝関節屈曲位や伸展制限、骨盤の傾きにも影響を受けるので、下肢長を計測するとともに実際に足底に補高をして歩かせ、体幹の揺れを観察する必要がある。脚長差のみの場合は足底装具を作製するが、足部の変形を伴えばそれに応じて足底装具を作製する。

2. 足関節の不安定性

下垂足に対しては後方板バネ型プラスチック短下肢装具（オルソレンなど）を作製することが多い。足関節の底背屈および内外反の不安定性がある場合は靴べら型プラスチック装具を用いる。

3. 足関節・膝関節の不安定性

膝・足関節両方の不安定性に対しては、短下肢装具または長下肢装具を選択する。膝の不安定性が軽度の症例では短下肢装具で対応でき、足関節を底屈位として膝関節の安定性を高める。

筋力低下が高度で足関節と膝関節に不安定性がある場合には長下肢装具を処方する。われわれは長下肢装具の場合、膝継手はスイスロック膝継手を標準的に使用しているが、頻回にロックの固定・解除をしない患者や伸展制限のある患者ではリングロック膝継手を用い、膝折れが軽度の場合にはオフセット膝継手を用いる。足継手は遊動を用いることが多い。

筆者らは、膝折れを生じるポリオ罹患患者には、カーボン製長下肢装具を積極的に処方している。カーボン製長下肢装具の最大の特徴は、外観に優れ、軽量で、耐久性があることであろう。さらに両側支柱付き長下肢装具よりも歩行効率に優れている。

文 献

- 1) Atkinson W: Poliomyelitis, 10th ed, pp101-114, Public Health Foundation, Washington DC, 2007
- 2) Neuman D: Polio: its impact on the people of the United States and the emerging profession of physical therapy. *J Orthopp Sports Phys Ther* 34: 479-492, 2004
- 3) 蜂須賀研二・他: ポリオ後症候群の病態と有病率, 大

橋正洋・他(編): リハビリテーション MOOK10 神経疾患とリハビリテーション, pp235-240, 金原出版, 2005

- 4) Agre JC, Rodriguez AA, Tafel JA: Late effects of polio, critical review of the literature on neuromuscular function. *Arch Phys Med Rehabil* 72: 923-931, 1991
- 5) Grimby G, Einarsson G, Hedberg M, et al: Muscle adaptive changes in post-polio subjects. *Scand J Rehabil Med* 21: 19-26, 1989
- 6) Gonzalez H, Olsson T, Borg K: Management of postpolio syndrome. *Lancet Neurol* 9: 634-642, 2010
- 7) Ivanyi B, Nollet F, Redecop WK: Late onset polio sequelae. *Arch Phys Med Rehabil* 80: 687-690, 1999
- 8) Takemura J, et al: Prevalence of post-polio syndrome based on a cross-sectional survey in Kitakyushu, Japan. *J Rehabil Med* 35: 1-3, 2003
- 9) 蜂須賀研二, 緒方 甫, 井手 睦: 神経・筋疾患のリハビリテーション—ポリオ後症候群にみられた過用性筋力低下. *総合リハ* 16: 513-518, 1988
- 10) 水間正澄: リハビリテーションアプローチ (1) 運動療法. *臨床リハ* 16: 129-134, 2007
- 11) 小田太士・他: 実践講座 ポリオ. *総合リハ* 37: 131-136, 2009
- 12) ポリオの会(平山とよ子・他): ポストポリオ症候群の診断, 評価と管理. *臨床リハ* 16: 121-128, 2007
- 13) Halsted LS, 向山昌邦(監訳): ポストポリオ症候群—その病態から対処法まで, 全国ポリオ会連絡会, 2004
- 14) 蜂須賀研二: ポリオ後症候群; その診断と治療. *リハ医学* 39: 642-647, 2002
- 15) 岩永 勝・他: ポリオ罹患患者の嚥下機能に関する予備調査. *日職災医誌* 54: 84-90, 2006
- 16) Strumse YA, et al: Treatment of patients with postpolio syndrome in a warm climate. *Disabi Rehabil* 25: 77-84, 2003
- 17) Jubelt B: Characteristics and management of postpolio syndrome. *JAMA* 284: 412-414, 2000
- 18) Farbu E, et al: EFNS guideline on diagnosis and management of post-polio syndrome. Report of an EFNS task force. *Eur J Neurol* 13: 795-801, 2006

カーボン製長下肢装具のポリオ罹患者への応用

Clinical Application of Carbon Fiber Reinforced Plastic

Knee-Ankle-Foot Orthosis for Polio Survivors

荒井 光男¹⁾ 蜂須賀研二²⁾

抄録：カーボン製長下肢装具は軽量で耐久性にも優れ、外観や装着感も良い。ポリオ罹患者は、実社会において装具を実用的に使用されるため、適合について細かい要望も多く、またカーボン製長下肢装具を製作するうえでさまざまな要望に対して一つ一つ解決していく努力と、対応出来る製作技術が常に求められ、日々のアフターサービスも大変重要になる。

Key words: 炭素繊維、長下肢装具、ポリオ

1. はじめに

近年、炭素繊維強化プラスチック (carbon-fiber-reinforced-plastic) が、義肢・装具の素材として応用されるようになってきた。炭素繊維は、比重や強度が鉄と比較して大変優れていて、身近なもので炭素繊維を利用した製品も多く、たとえばテニスのラケットやゴルフのクラブまた釣り竿などがあり、大型の物では飛行機の重要な構造部分にも多く使われている。

義肢装具の世界でも、今まで金属材料を主とした従来の両側支柱つき長下肢装具にかわり、炭素繊維の特長を生かしたカーボン製長下肢装具が一部であるが製作されてきている。しかし義肢装具は、テニスのラケットやゴルフのクラブなどのように、設計図をもとに大量に作られるレディーメイドの製品とは違い、個々の義足のソケットや長下肢装具の場合は、身体の一部をギブス採型してオーダーメイドで作るため、高度の適合技術と軽量化が要求され、不適合の場合は修正が難しいことから、多くは再製作せざるを得なくなる。これらのことが炭素

繊維を用いた義肢装具の製作や普及を難しくしている。しかし、今後製作工程や製作技術の進歩で炭素繊維が義肢・装具の分野に多く活用されていくことを期待したい。

そこで、ポリオ罹患者にカーボン製長下肢装具を製作した経験から、今回、製作法や臨床的な注意点および導入初期からの技術の変遷、症例について紹介する。

2. ポリオ罹患者の装具への不満

ポリオ罹患者に満足のいく下肢装具を製作するのはとても難しい。自分の使用する装具に対して非常に熱心でなお真剣であり「装具があしに良く適合してない」、「装具が重い」、「装具をつけない方が歩きやすい」、「外観が悪い」などと日常生活の中で使用する際に、装具に対して細かい要望が多く挙がる。また吉田¹⁾は全国のポリオ罹患者 500 人に装具の使用状況についてアンケート調査を行い、290 人の回答をまとめている。そこでは約 60% の人が肯定的で、「装具は生活の中で必要なもの」と回答している。また、否定的な意味で約 10% の人が、装具が「期待はずれのもの」と回答し、8.2% の人が「効果があれば使用する」と回答している。「期待はずれのもの」と回答した 10% の患者に対して、我々義肢装具士は装具製作者の立場からどこに問題があったのか見つめ直し、責任を感じる必要がある。また、当社でカーボン製長下肢装具を製作する際、過去に他社で製作した従来型の装具の処分を頼まれるなかで、約 20% 前後が新品の状態で使用された形跡が見当たらないものがある。

1) 有限会社荒井義肢製作所
Arai Prosthetics and Orthotics Mfg., Ltd.
Mitsuo ARAI (PO)

2) 産業医科大学リハビリテーション医学講座
Department of Rehabilitation Medicine, University Hospital of
Occupational and Environmental Health
Kenji HACHISUKA (MD)

(受理日 2013年9月3日)