



Title	抹消神経の造影について(第1報)
Author(s)	東, 与光; 池本, 真一; 堤, 次雄 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1969, 28(12), p. 1602-1611
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16223
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

末梢神経の造影について（第1報）

神奈川歯科大学放射線学教室

東 与光 池本 真一 堤 次雄

神奈川歯科大学解剖学教室

高橋 和人 横地 千仞

(昭和43年6月10日受付)

Studies on the Neurography of the Peripheral Nerves (Ist Report)

By

Tomomitu Higasi, Sinichi Ikemoto and Tugio Tutumi

Department of Radiology, Kanagawa Dental College

and

Kazuto Takahashi and Chihiro Yokochi

Department of Anatomy, Kanagawa Dental College

For clinical application of the neurography, the oily contrast media such as Popiodol and Lipiodol ultra fluid, and watery contrast media such as Urografin, Conraxin, etc were injected endoneurally into the peripheral nerve of rabbit with the aid of the auto-injection machine. The following results were obtained.

The contrast media showed a fairly well marked and homogenous pictures along the selected nerves such as sciatic, fibular and mandibular nerve of rabbit. The contrast media entered into spinal cavity from the peripheral nerve.

The oily media remained locally in the peripheral nerve for about 6 months after injection. On the contrary, watery media in the peripheral nerve usually disappeared in 10 minutes after injection.

Histological examination of extirpated nerve 5 months after the oily contrast media injection, revealed the infiltration of leucocyte and proliferation of connective tissue in the interperineurial space of peripheral nerve. Whereas, no significant histological change were found in the extirpated nerve 16 days after watery contrast media injection. The action potential of peripheral nerve decreased immediately after the watery contrast media injection.

In summing up the foregoing results, we think that there are many problems awaiting solution for clinical application of neurography.

1) はじめに

近年、臓器、脈管系の造影法が飛躍的な発展をとげ、X線診断の新しい技術として脚光をあびて いる。しかし、神経造影は未開拓の分野である。

さて、神経造影の歴史をふりかえつてみると、 1927年わが国の舟岡¹⁾が流動バラフィンを神経に

注入してX線造影法をこころみたことに始まる。 1929年には尾形²⁾が家兎の坐骨神経を造影し、 1932年斎藤³⁾は動物の末梢神経を造影し、 1933年には臨床例をもこころみている。1966年古山⁴⁾は 解剖学の立場から動物のいろいろの末梢神経を造影している。

臨床的には1966年整形外科医の翁⁵⁾、1967年角谷⁶⁾らが本格的に生体の末梢神経の造影をこころみ、臨床診断に意義があつたと報告している。

以上のように、神経造影に関する研究は非常にとぼしく、臨床利用にはまだ未解決の問題が少なくない現状である。しかし、最近の造影技術の進歩、造影剤の改良によつて、臨床利用への新しい道がひらかれてつつある。

われわれも、臨床的に末梢神経の造影を意図し、まず動物と成人屍の上肢を用いて基礎実験を行い、二、三の知見をえたのでここに報告する。

2) 実験方法

a) 動物および屍体実験

動物は主として2～3kgの成熟家兎を用いた。造影した神経は下頸神経、坐骨神経、腓骨神経、胫骨神経等である。

人については、男30才の新鮮屍で上肢を切断し、正中、尺骨、橈骨神経を造影した。

b) 使用した造影剤

将来の臨床実験を目的としたため、臨床に使用されている造影剤を用いた。油性造影剤としてポピオドール (Popiodol)、リピオドール・ウルトラ・フルイド (Lipiodol ultra fluid)。水性造影剤としてコンレイ (Conray)、アンギオコンレイ (Angioconray)、コンラキシンH (Conraxin-H)、ウログラフィン (Urograffin) 等である。

さらに高周波発生装置により、これら油、水性造影剤のエマルジョン液（乳濁液）をつくつて使用してみた。

以上の造影剤に油性ならばズダンⅢ色素を、水性ならばパテントブルー色素を溶解して、神経に注入される様子を肉眼的にも観察した。

c) 注入方法

家兎に5%ネンプタール (25mg/kg) を静注し、無菌的に神経の一部を露出し、リンパ管造影に使用する自動調圧注入器に連結した口径1/4mmカテーテラン針を神経上鞘を貫いて、神経内に約1cm挿入する。注入場所は出来るだけ神経の中心部とした。周辺だと注入により神経上鞘が膨隆して造影剤が漏れることがあつた。注入する方向が中枢に

向うときは注入の抵抗が少ないが、末梢に向うときは抵抗が大きく注入に時間を要した。注入速度は可及的に緩徐なるほうがよいが、神経の太さに応じて約0.03cc/min. とした。

造影剤の性状により神経からの漏出に差があるようと思われた。油性造影剤は漏れ難いが、水性造影剤は漏れ易く当然ながら造影能力も油性に比較して劣つていた。

d) X線撮影と組織検査

造影剤を注入して1分、5分、10分、30分、1日、3日、7日、15日、1カ月、3カ月、5カ月と経時的にX線撮影し、造影剤の進行、神経内の残留の様子をしらべた。

また、神経造影して2カ月、5カ月後に家兎を出血死して造影した神経、脊髄、脳を摘出して超軟X線撮影し造影剤の残留の状態をしらべた。また、造影した神経を適当な個所で縦断して組織学的に検査した。

さらに、生体の神経鞘内に造影剤を注入することにより、当然、機能的な障害があると考えられるので、造影剤の注入前後の神経の動作電位を測定した。まず、家兎の坐骨神経を露出して、水性造影剤であるConraxin Hを中枢に向つて注入して動作電位の変化の様子をしらべた。注入する造影剤の種類による動作電位の変化については後日あらためて報告したい。

3) 実験結果

1) 動物実験

油性造影剤の使用例

家兎の坐骨神経を露出してPopiodolを中枢に向つて注入すると、坐骨神経が造影され、さらに注入を続けると造影剤は末梢神経周膜内隙内→脊髓神経節被膜内→クモ膜突起→根叢部→クモ膜下腔に達し、これを造影剤でみたしながら上行し、ついに脳底にいたる。(図1)。この家兎を約5カ月間飼育してX線検査すると、クモ膜下腔の造影剤はやや吸収され、部分的に造影剤が凝集していく。しかし、脳底には造影剤が残留している(図2(a))。この家兎を殺して脊髄、脳を摘出し超軟X線撮影するとクモ膜下腔および脳に造影剤が部

Fig. 1. X-ray pictures of the sciatic nerve, spinal and cranial cavity after Popiodol injection. (arrows)

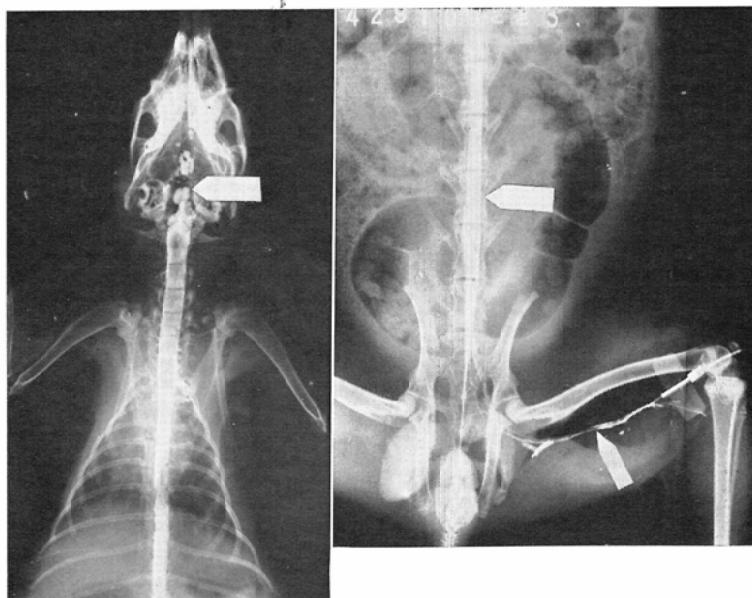
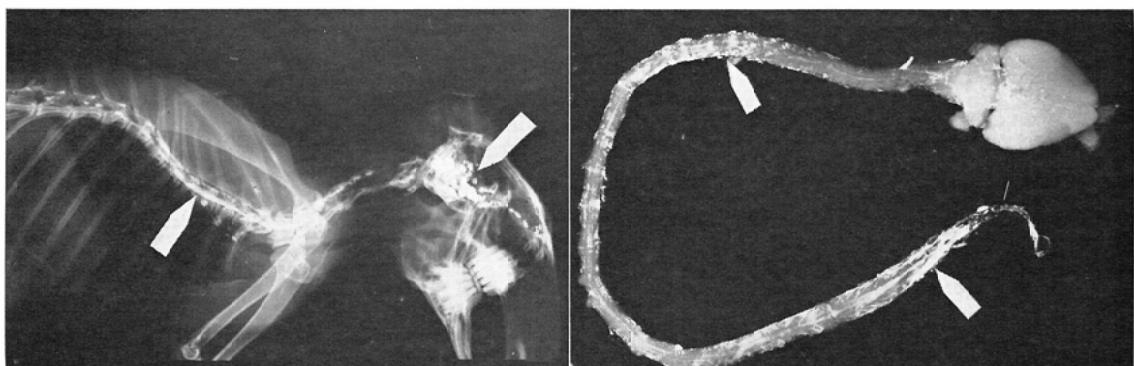


Fig. 2. (a): X-ray picture of spinal cavity and cranial cavity 5 months after injection of Popiodol. (same specimen of Fig. 1)
 (b): Soft X-ray picture of the extirpated spinal marrow and head. (same specimen of Fig. 2 (a)) The contrast medium still remains locally in the spinal and cranial cavity.

(a)

(b)



分的に残留していることがわかり、部分的に脊髓神経節から末梢神経に漏れている像がみられる(図2(b))。この坐骨神経、脊髓、脳の組織をしらべると、末梢神経線維に異常はないが、線維束間に著明な白血球の細胞浸潤をみるとめる。また、ところによつては末梢神経束の周辺に高度の線維増生をみるとめる。(図3)。しかし脊髓、脳には組

織学的に変化はみとめられなかつた。

家兎の胫骨神経を露出してPopiodolを中心に向つて注入した。胫骨神経、坐骨神経が比較的に鮮明に造影された(図4(a))。この家兎を約12日間飼育して再撮影すると部分的に造影剤が神経内に残留して、脊髓のクモ膜下腔にも造影剤がみられた。脊髓内に吸収されたのであろう(図4(b))。

Fig. 3. Histologic section of the sciatic nerve 5 months after Popiodol injection (same specimen of Fig. 1) showing infiltration of the leucocyte and proliferation of connective tissue in interperineural spáce.

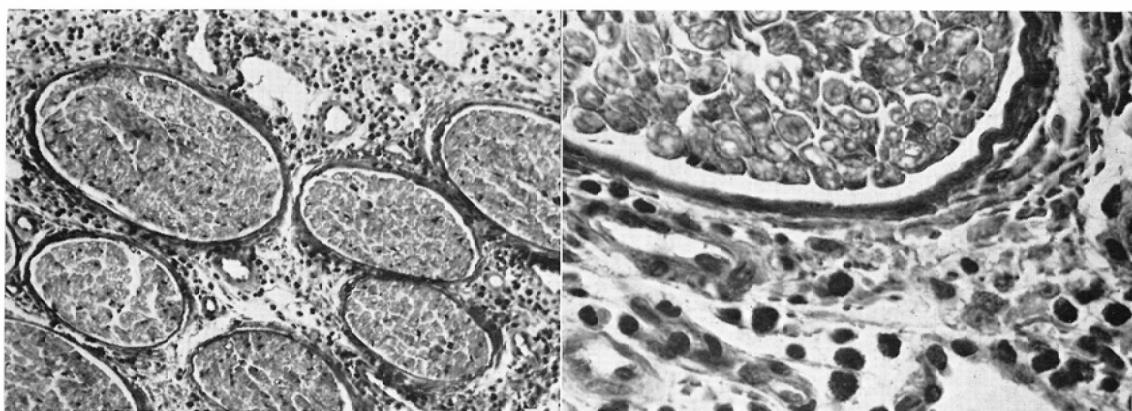


Fig. 4. X-ray pictures of the sciatic and fibular nerve after Lipiodol urtra fluid injection.
(a): 20 minutes after injection.
(b): 12 days after injection. The contrast medium still remains locally in the sciatic nerve and spinal cavity.



家兎の頸孔部を露出して Lipiodol urtra fluid を中枢に向かつて注入した。下顎神経、半月状神経節および脳底が造影された(図5(a)(b))。この家兎を約2カ月間飼育して、X線撮影すると造影剤は部分的に神経内に残留している(図6)。この神経を摘出して超軟X線撮影すると造影剤は部分的に下顎神経、上顎神経、半月状神経節内に凝集して残留しているのがよくみられる(図7)。

水性造影剤の使用例

家兎の坐骨神経を露出して中枢に向つて、Urograffin (76%) を注入した。油性より造影能力は

劣るが、均等な像がえられた(図8)。

注入10分後に再撮影したが、X線像をうることには出きなかつた。造影剤のすみやかな脊髄腔への吸収と、末梢神経周膜からの漏出のためであらう。

つぎに、坐骨神経の末梢に向つて Conraxin-H (80%) を注入して、5分後にX線撮影し、このX線フィルムを拡大装置で約5倍に拡大すると均等な坐骨神経、胫骨神経の像をえた(図9)。水溶性造影剤は、油性に比較して漏れ易く造影力も劣るが、造影剤はすみやかに吸収される。このた

Fig. 5. X-ray pictures of the mandibular nerve after Popiodol injection.

(a): 15 minutes after injection

(b): 17 days after injection

The contrast medium remains in nerve locally.

(a)



(b)

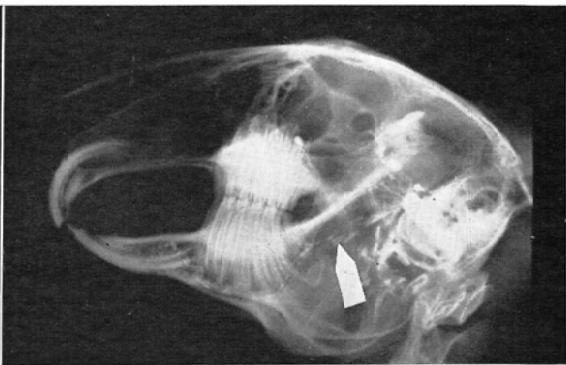
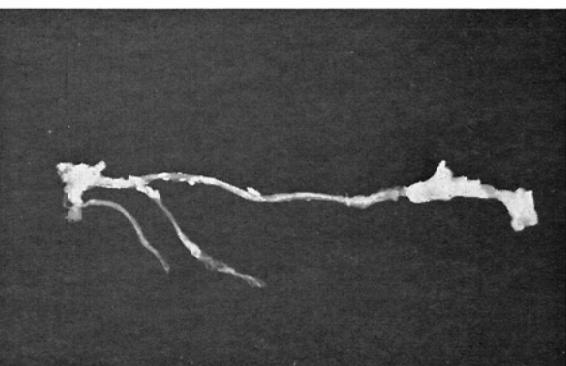
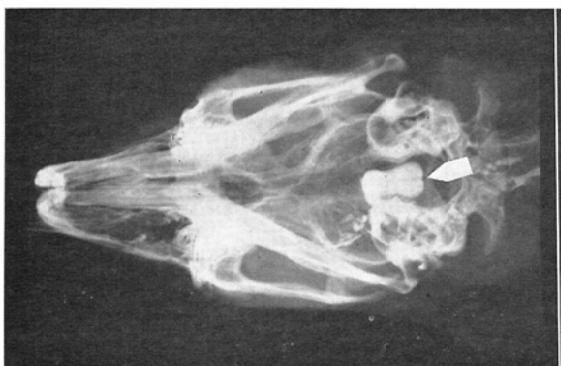


Fig. 6. X-ray picture of the trigeminal nerve and cranial cavity 2 months after Popiodol injection. (Same specimen of Fig. 5)

Fig. 7. Soft X-ray picture of the extirpated trigeminal nerve (same specimen of Fig. 5) Popiodol remains in the nerve and semilunar ganglion.



め造影剤による障害は油性よりはるかに少ないとと思われる。この家兎を1カ月間飼育して、造影した神経を組織学的にしらべたが何ら変化はみとめられなかつた。造影剤の吸収がすみやかであるため、油性造影剤のごとき組織学的変化はおこらないのであろう。

2) 人屍体の実験

末梢神経の走行を解剖学的にしらべるために、臨床的に神経造影が可能であるかを知る目的で人屍体の上肢の神経に造影をこころみた。また、注入後にこれを剖出して造影剤の神経への侵入の様子をしらべ、一部を透明標本として神経の走向と

神経終末の状態をみた。新鮮屍体の肘部の尺骨神経の一部を露出して、Popiodolを末梢に向つて注入した。前腕の尺骨神経が造影された(図10)。さらに注入を続けると尺骨神経手掌枝および固有掌側神経が鮮明に造影された(図11)。また手関節部の正中神経を露出して同様に造影すると総掌側指神経、固有掌側指神経が造影された。とくに外側固有掌側指神経と外側示指神経によく造影剤が注入され良い造影像がみとめられ、小体様神経終末にも造影剤が侵入した。一部ではこれら器官から造影剤の漏出があつた(図11)。また、示指中骨外側部では多数の小体様の終末がみられた(図

Fig. 8. X-ray picture of the sciatic nerve 5 minutes after Urograffin (76%) injection.



Fig. 9. X-ray picture of the sciatic and fibular nerve 10 minutes after Conraxin H (80%) injection.

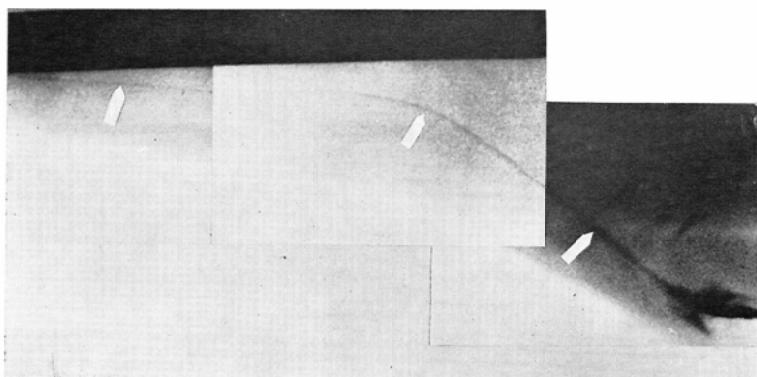


Fig. 10 X-ray picture of the medial and ulnar nerve in the cadaver after Popiodol injection. (arrows)

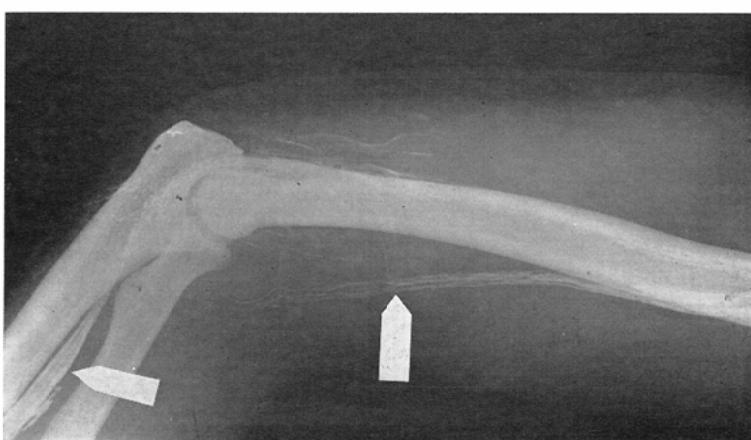


Fig. 11. X-ray pictures of the peripheral nerve of the ulnar, radial and medial nerve in the cadaver after Popiodol injection. Popiodol infiltration in the surrounding tissue from the end plate of nerve is visible. (arrows)

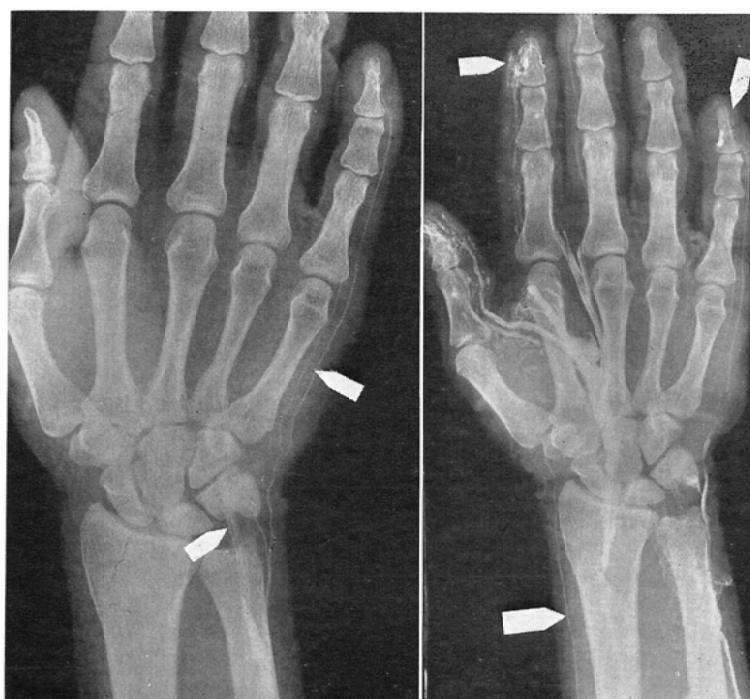
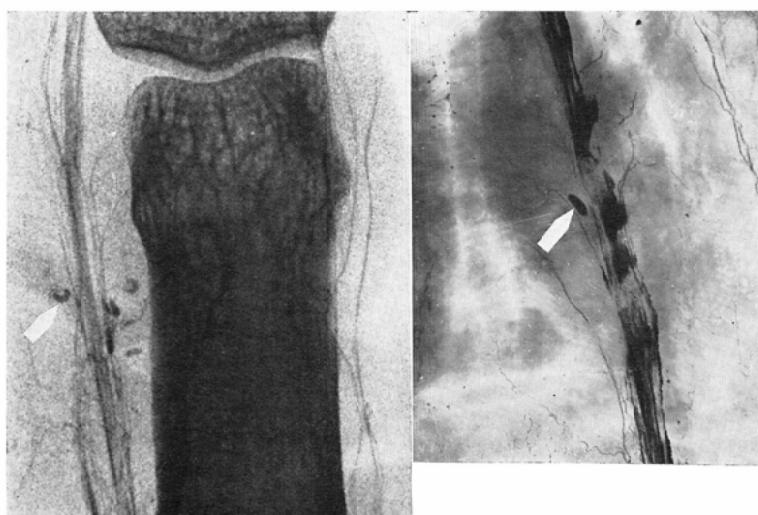


Fig. 12. X-ray pictures of corpuscular sensory termination of the medial nerve in the cadaver. (arrows)



12).

正中神経の造影では、造影剤が外側固有掌側指神経、外側示指掌側指神経と橈骨神経浅枝との交通枝を通り逆流して、橈骨神経本幹をも造影したことは興味あることである（図11）。

つぎに、腋窩部から正中神経の一部を露出して、*Lipiodol ultra fluid* を注入すると上腕部の

正中神経の神経線維が造影された（図10）。

3) 働作電位の測定

生体の神経内には中枢に向つてリンパ液様の液体が流れているといわれている。従つて、末梢神経内に異物である造影剤を注入すれば、神経の働く電位に何らかの変化が起きることが考えられる。

Fig. 13. The diagram shows the change of action potential of the sciatic nerve after ConraxinH injection.

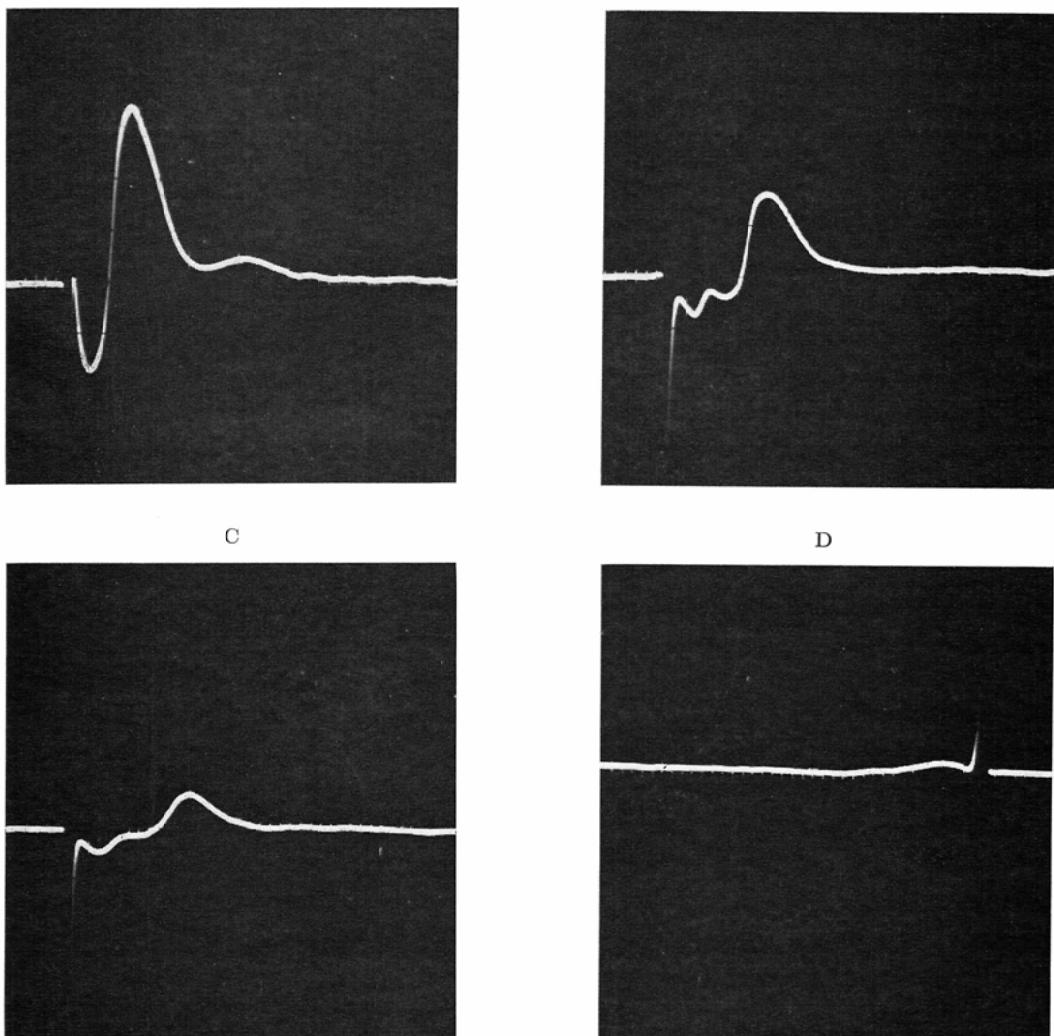
A: Before injection of Conraxin H
 B, C, D: 30 seconds, 2 minutes and 6 minutes after injection of ConraxinH respectively.

A

B

C

D



Time scale: 0.5msec

家兎の坐骨神経を露出して水性造影剤である Conraxin H (80%) の注入前後の動作電位を測定した。 (A) は注入針を神経内に刺入したとき、 (B) は造影剤を注入して 30 秒後のとき、 (C) は注入して 2 分後のとき、 (D) は注入して 6 分後のときのそれぞれの動作電位である。すなわち、 (B) の注入を開始して 30 秒後にすでに動作電位の振幅は徐々に減少し、注入 3 分後ではほとんど振幅は消失した。注入を中止して暫く観察したが動作電位の回復の兆候はみられなかつた。

4) 考 察

1927 年わが国の舟岡がはじめて神経造影をこころみ、その歴史は古いが、その後の研究は特定の人間にかぎられ、みるべき業績は甚だ少ない。

臨床的利用については、1934年、 Saito⁷⁾ が「トロトラスト」で 7 例の患者の正常な尺骨神経および神経腫の造影をこころみ、その診断価値は非常に高いと報告している。1966 年整形外科医の俞⁵⁾ はボピオドール、リピオドールウルトラ・フルイドなどの油性造影剤を用いて、25 例の臨床例につき正中、坐骨、脛骨、橈骨、尺骨、腓骨神経を造影している。その手術所見と造影所見とを比較して神経の損傷部位の決定、神経の連続性の有無、癒着の部位および範囲の決定、術後縫合不全の有無等の決定に意義があつたと報告している。1967 年、整形外科医の角谷⁶⁾ らも正中、尺骨、腓骨神経をボピオドールで造影して、その造影像を分類して術前に損傷部位が把握されたと述べている。

以上のように臨床的にも神経造影をこころみた報告が散見されるが、その数はきわめて少ない。この理由は (1) 障害の懸念と、(2) 観血的な処置の必要性の 2 つの問題がからんでいるためと思われる。臨床医として障害の問題がもつとも気になるのである。

Saito⁷⁾ は神経造影によつてなんら発熱、疼痛、麻痺などの障害はなかつたと述べている。俞⁵⁾ も 4 例の正常神経、10 例の axonotmesis でなんら障害もなく、7 例の neurotmesis の縫合後の回復に悪影響のなかつたことを確認したと報告している。しかし、造影施行の乱用はつつしむべきで、

その適応の選択は充分厳格であるべきと考えられると結んでいる。角谷⁶⁾ らも神経造影前後に知覚、運動検査を行ない副作用はまつたくなかつたと述べ、組織所見でも造影剤は神経線維に接していないことからでも造影剤による一次的な副作用のないことが想像されると報告している。

以上のように、異口同音に臨床的にも障害が全くみとめられないと述べている。しかし、われわれは家兔の実験ではあるが、Popiodol、Lipiodol urtla fluid の油性造影剤を末梢神経に注入して約 5 カ月後にも部分的に残留し、組織所見でも明らかに間質の細胞浸潤、結合組織の増生がみとめられた。この所見は角谷らの人間の末梢神経では Popiodol は 2 カ月以内に消失し、組織所見でも変化はみとめられなかつた。との結果とことなつてゐる。ともかく、神経内に造影剤が長く残留することはなんらかの機能、器質的な変化をもたらすことは容易に想像されることである。われわれの動作電位の測定でも造影剤の注入によつて明らかに一時的にせよ振幅の減少がみられた。各種の造影剤の神経注入による動作電位の変化については後日あらためて報告したい。

木嶋⁸⁾ は Moljodol による Myelography 数カ月後に Moljodol が椎管外に溢出して、腰痛、背痛、坐骨神経痛らの後期障害を訴えた 10 例を報告し、Myelography は真に必要な症例に使用すべきであると述べている。

以上のように、油性造影剤は吸収も遅く長期間、神経内に残留して、障害をもたらす恐れがある。水性造影剤は注入にさいして漏れ易く、造影力も油性に比らべて劣る欠点があるが、吸収はきわめて早く注入 10 分後ですでに X 線像にはみとめられない。また、最近われわれは超音波発生装置により、各種の油性と水性の造影剤の乳浊液を作り使用している。これは造影力も水性より優れ、吸収は油性よりすみやかであり、今後の造影剤の開発により、これらの欠点も解決されることであろう。

つぎに観血的に注入しなければならないという問題がある。たゞ尺骨神経や腓骨神経のように比較的に表層を走る神経は経皮的な注入も可能であ

るが、深層の神経では観血的な露出はやむをえないと思われる。この点はリンパ管造影のように、わづかの切開創から注入が可能であるのと比べると大きい欠点といえる。

今後、造影剤の改善、注入技術の進歩によつて、臨床的に神経腫の診断、麻痺神経の癒着の有無と部位、骨折や外傷による神経損傷部位の決定、腫瘍による神経圧迫、浸潤の様子などの診断に神経造影は意義があると思われる。

5) まとめ

1) 油性、水性の各種の造影剤を用いて、家兎の末梢神経の造影をこころみ、鮮明な線状の神経像をえた。

2) 油性造影は注入後5ヵ月間も神経内に残留した。水性造影剤は10分後にすでに吸収された。組織学的に検討して、油性造影剤の使用例では神経線維間質に細胞浸潤、結合組織の増生がみとめられたが、水性造影剤では変化はなかつた。

3) 神経の動作電位は水性造影剤を注入して30秒後より振幅が減少した。造影剤を注入することにより神経の機能障害がみられた。

4) 人屍体の末梢神経の造影は解剖学的に神経の走行、吻合状態、神経終末器官の検討に意義があつた。

以上、神経造影は臨床的利用にはまだ問題があると思われるが、今後、造影剤および造影方法を改良して臨床的利用を検討したいと考えている。

おわりに、組織学的な検討は病理学教室の久田太郎教授に電気生理学的な実験は生理学教室の菅谷英一教授によつたものであり、ここに深く感謝いたします。また、造影剤につき御教示いただいた慶應大学放射線学教室、鈴木慎二講師に厚く御礼申し上げます。

本論文の要旨は、昭和43年4月第27回日本医学放射線学会総会に報告した。

文 献

- 1) Funaoaka, S.: Eine Injektionsmethode des Nervensystems. Sonderdruck aus Far Eastern Association of Tropical Medicine 1927 in Kalkutta.
- 2) Ogata, H.: No. 52. Röntgenographie des Nervensystems an lebenden Tieren. Acta scholae med. univ. imp. Kioto, 12 : 303, 1929.
- 3) 斎藤真ら：神経撮影法特にその病的像について。愛知医学誌, 39 : 1234, 1932.
- 4) 古山嘉美：神経系のX線撮影法の研究(1)末梢神経のX線撮影について。岐阜医科大学紀要, 14 : 36, 1966.
- 5) 金順奉：末梢神経の造影に関する研究。日整会誌, 40 : 195, 1966.
- 6) 角谷昭一：神経造影について。整形外科, 18 : 9, 1967.
- 7) Saito, M.: Normal shadow of the peripheral nerves and their pathological change in injury and tumor. American Journal of Surgery, 26 : 300, 1934.
- 8) 木嶋光仁：脊髓蛛網膜下腔に注入された異物の移動に関する臨床並びに実験的研究。十全医学会雑誌, 61 : 9, 1959.