直流通電による局所的癌治療

横山正義* 長柄英男* 笠置 康*
板岡俊成* 入江利明* 和田寿郎*

The Device of Constant Direct Current for Treating Malignant Tumor

Masayoshi YOKOYAMA, Hideo NAGARA,
Yasushi KASAGI, Toshinari ITAOKA,
Toshiaki IRIE, Juro WADA
Department of Thoracic Surgery,
Tokyo Women's Medical College,
10 Kawadacho, Shinjuku, Tokyo, 166

Abstract

The electrolysis by the use of direct current induces tissue necrosis around both electrodes. The tissue around the positive electrode becomes severely acidotic, the pH of which reaches 2 to 3, while, the negative electrodes produces marked alkalosis in the tissues.

Experimental studies on mongrel dogs demonstrated the acute tissue necrosis of 1.0~1.5cm in diameter, when 20 mA was employed for 60 minutes. Tissue impedance was approximately 500 ohms.

As electrode materials, 90% platinum with 10% iridium was used. The diameter of platinum needle was 0.65 mm. This approach was carried out in patients with skin or lymphnode malignant metastases. Electrodes were stitched into skin metastatic lesions or into metastatic lymphnodes. The use of direct current of 20 mA changed these lesions into dark gray tissue in colour. Histological examinations revealed neoplasma ghost findings without any malignancy. In ten clinical cases, two cases demonstrated CR, four cases were PR, 2 cases were NC and the rest was PD.

Authors conclude this kind of treatment is promising for the therapy of malignant neoplasma in the near future.

はじめに

直流通電による電気分解 electrolysis は抜毛術などに臨床応用されている。不関電極を陽極

として、患者身体の一部に密着させ、作用極の細い針を陰極として抜毛毛根部皮膚に刺入して通電すると、毛根部が急性壊死となり、抜毛される。10mA の電流を2~3秒間通電するのみで、一つの毛嚢は破壊される。

昭和30年台、松枝¹⁾は肺結核治療を目的とし

* 東京女子医科大学胸部外科
(投稿受付：昭和60年8月14日)

(2) 医器学 Vol. 55, No. 10 (1985)

て、臨床患者に直流通電を施行していたがまもなく、結核治療の主役は化学療法にとって代わられた。このように、直流通電は電極周辺組織を壊死にすることは古くから知られていた。最近になり、本法が局所的な癌治療に有効であることが、報告されている²⁾³⁾。

われわれも実験的および、臨床的に直流通電を実施し、その著明な効果を認めたので報告する。

対象と方法

20 kg の雑種犬 3 頭を pentobarbital sodium で静脈麻酔後、開胸、開腹し、肺、肝、腹筋のそれぞれに白金電極を刺入した。白金電極は直径 0.65 mm で、先端の 2.0 cm をのぞき、テフロン被覆されている。なお、白金電極として白金のみでは軟かいため、90% の白金に 10% のイリジウムを混入して電極の硬さを保っている。各臓器に白金電極を 2 本刺入したが、1 本は陽極、他の 1 本は陰極である。電極先端の被覆されていない部分が完全に組織内に埋め込まれるようにした。

通電のための電源としては、キクスイ電気(株)の定電圧装置を使用し、電流計によって通電量を測定した。通電時間は 60 分とし、電流は 5 ~ 30 mA とした。

60 分間の通電後、実験例では電極刺入部の各臓器を切除し、10% Formalin 内で固定後、病理組織検査を行った。

臨床例では、胃癌 3 例、肺癌 3 例、乳癌 2 例、その他 2 例の計 10 例で行った。いずれも 4 期の末期癌患者で平均年齢は 65 歳である。全身加温療法と同時または前後して、皮膚やリンパ節に転移した癌組織に対して経皮的に白金針状電極を刺入して、直流通電した。通電時間は 60 分で、電流は 5 ~ 15 mA の強さとした。

結 果

実験犬の肺・肝・腹筋のいずれも、電極周辺が黄色～灰色に変化し、周囲腱状部と区別されるようになった。電極周辺組織の変性は電極を中心として半径 0.7 ~ 1.0 cm で同心円状に認められた。壊死部と健常組織の間の境界は不明瞭

であった。

電極間電圧と電流との間に相関があるが、白金電極を使用した際の組織抵抗は 300 ~ 500 オームであった。通電とともに、経時的に組織抵抗は減少する傾向があった。通電とともに両極周辺から、少量の気体が泡状になって発生した。

肺に通電すると、モニター心電図 ST 部の著明な変化を認めた。血圧変動はなかった。万能 pH 試験紙で組織 pH をしらべると、陽極周辺では pH 2 ~ 3 の強酸性を示し、陰極周辺では pH 10 ~ 11 の強アルカリ性を示した。

実験動物の病理組織検査では、両極周辺に著明な壊死像を認めた。肉眼的観察では、壊死部の大きさは、陽極周辺、陰極周辺でほぼ同じ大きさであった。

臨床例は、主に転移巣に対して施行したが、10 例中、2 例では転移癌病巣が完全に消失した。また 50 % 以上の癌組織消失のあったもの 4 例、不変 2 例、悪化したもの 2 例であった。

12 歳、女性、神経芽細胞腫皮膚転移巣に施行した例では、1 カ所の皮膚転移巣を陽極、数センチメートルはなれた皮膚転移巣を陰極とし、両極間に 15 mA—60 分間通電した。電極刺入の深さは両極とも 2.0 cm であった。両電極周辺にそれぞれ壊死が生じた。陽極側は直径 12 mm、陰極側は 6 mm で陽極の方が陰極の 2 倍の大きさであった。

29 歳、女性、乳癌例で直流通電後、病巣を切除し、病理学的検討をおこなった。癌細胞は空胞化し、急性壊死像が著明であった。(図 1)

考 察

電解により、陽極にマイナスイオンが集まり、

図 1 29 歳、女性、乳癌、直流通電後、細胞の空胞化が目立つ

陰極にプラスイオンが引かれる。生体内はNaClとH₂Oが主成分であるので、これらが解離すればNa⁺Cl⁻とH⁺OH⁻になる。陽極周辺ではHClの影響を受け、強酸となり、酸化によってCl₂とO₂が気体として生じる。陰極周辺では、NaOHが生じ、強アルカリとなり、還元によりH₂ガスが生じる。強酸、強アルカリで、組織壊死が生じ陽極ではさらにCl₂が細胞毒として作用する⁴⁾。(図2)

図2 直流通電シェーマ、各極にガスが発生する

電極も電解の影響を受けるため、解離しにくい金属でなければならない。金属のイオン化列はCu, Hg, Ag, Pt, Auの順番なので、材質として白金や金が望ましい。

肺癌等には開胸せず、電極を癌病巣に刺入して通電することが望ましい。これにより癌の縮小消失が報告されている²⁾。

本研究では双極電極が使用されたが、単極電極でも可能である。不関電極として大きな面積のものを使用すれば、電極間抵抗が減少し、電流が増加するだろう。

薬の併用も考えられる。プラスに帯電した薬剤は陰極周辺に集まり、マイナスイオンの薬は陽極にすすむだろう。この現象を利用して薬の効果を部位別に期待することができる。

本法の合併症は通電による心室細動発生である。特に肺や縦隔の癌に通電するときは心臓が近いので危険である。そのため、われわれは図

R wave trigger current

図3 R波同期型直流通電シェーマ

R波に同期して、200 msec.の間だけ、直流通電がおこなわれる。この時期は心臓の絶対不応期なので、不整脈出現がない。

図4 R波同期型直流通電器

3のような装置を試作している。連続に通電するのではなく、心電図R波に同期して、患者の絶対不応期の時相のみに直流通電する。通電時間は200 msecとすれば極めて安全であろう。これによって、心室細動発生の心配なく、肺癌等に対する通電治療ができる。(図4) 図4はMEコマーシャル(株)の試作器であるが、R波より100 msec, 200 msec, 300 msecの通電ができる。

結 語

直流通電は両極周囲に組織壊死を生じる。これを局所癌治療に使用し、効果を認めた。また、直流が心拍動に影響し、不整脈、心室細動を起こす心配があるので、R波同期型直流通電装置を試作した。

本稿の要旨を第60回日本医科器械学会大会(昭和60年5月・東京)に発表した。

(4) 医器学 Vol. 55, No. 10 (1985)

文 献

- 1) 松枝 張 : 肺結核に対する通電の試み, その臨床実験. 胸部疾患. 8 : 11-32—11-112, 1964.
- 2) Samuelsson, L., Jönsson, L. & Ståhl, E. :
Percutaneous treatment of pulmonary tumors
by electrolysis. Radiologe. 23 : 284-287, 1983.
- 3) Habal, M. B. : Effect of applied dc currents on
experimental tumor growth in rats. J. Biomed.
Mater. Res. 14 : 789-801, 1980.
- 4) Samuelsson, L. & Jönsson, L. : Electrolytic de-
struction of lung tissue: Electrochemical aspects.
Acta Radiol, Diagn. 21 : 711-714, 1980.