外傷性脊髄障害における脊髄誘発電位の臨床応用

総合脊損センター

原 田 博 文・角 田 信 昭
黒 瀬 真之輔・佐々木 邦 雄
谷 村 俊 次・王 享 弘

Clinical Use of the Evoked Spinal Action Potentials in the Spinal Cord Injuries

by

H. Harada, N. Tsunoda, S. Kurose, K. Sasaki,
S. Tanimura and T. Oh

Center of the Spinal Injuries, Iizuka, Japan.

We clinically used the evoked spinal action potentials in the spinal cord injuries. Results were following.

- 1) In all Frankel's A type and B type injuries, we could obtain no potential that conducted through the injured level of the cord.
- 2) Below the injured level action potentials were seen within 24 hours.
- 3) The evoked spinal potentials were available in case of determination of the injured spinal cord level.

はじめに

脊髄誘発電位は近年側彎症の術中 Monitor, 脊髄疾患への臨床応用が多くなされ, 実用的な検査手段となってきた。われわれは外傷性脊髄障害時のレベル診断および脊髄機能の把握にこれを用いている。

方 法

硬膜外麻酔用のカテーテルの先端に 1.5 cm の間隔で幅 1 mm にプラチナ線を巻きつけた双極電極を刺激および記録電極に用いた。装置は DISA Digital 1500 EMG System を用いた。

胸椎頸椎部損傷では, 刺激電極を Tuohy 針にて第 12 胸椎部クモ膜下腔に設置, 記録電極を術中直視下に損傷脊椎部より硬膜外腔に設置した。腰椎胸腰椎損傷では, 後脛骨神経上に皮膚電極を設置した。

刺激は, 定電位 0.3 ms Duration の方形パルスで行ない Amplitude は Supramaximum とした。

麻酔はすべて NLA 麻酔を行ない, 測定時 Myo-

block を使用した。平均加算は原則として, 64 回行なった。

症例は, 頸髄損傷 5 例, 胸髄損傷 6 例, 馬尾神経障害性麻痺 2 例の計 13 例で, 完全麻痺 6 例, 不全麻痺 7 例である (表 1)。

結 果

完全脊髄麻痺 6 例全例において, 損傷部を越える活動電位は得られなかった。不全損傷例中, 損傷部を越える電位を測定した 6 例では Frankel の分類で D 型 1 例, C 型の 1 例で記録できたが, B 型の 3 例全例, C 型の 1 例で記録できなかった。記録できなかった C 型の例は, 痛覚が左側 C₇ 以下, 右側 C₅ 以下の完全麻痺を呈していた。B 型 3 例共同様に痛覚の完全麻痺を呈していた。術後の回復は電位の記録できた 2 例はいずれも 1 段階の改善, 電位の記録できなかった 4 例は, 1 段階の改善 3 例, 不変 1 例であった。完全麻痺の 6 例はすべて不変であった (表 2)。

損傷部以下の脊髄刺激および記録では, 受傷後 6 時

表 1 症 例

CASE	TRAUMA	CORD NJURY	AFTER INJURY
K. A.	C- 4 Frac. Dslo.	C- 4 Complete	10 Days
T. S.	C- 5 Frac. Dislo.	C- 6 Incomplete	14 Hours
M. A.	C-56 Extension Injury	C- 5 Incomplete	8 Hours
K. Y.	C- 6 Frac. Dislo.	C- 8 Incomplete	40 Hours
Y. S.	C- 7 Comminute Frac.	C- 7 Complete	6 Hours
M. Y.	T- 1 Frac. Dislo.	T- 3 Complete	9 Hours
K. K.	T- 4 Frac. Dislo.	T- 4 Complete	13 Days
H. T.	T- 7 Burst Frac.	T- 7 Incomplete	23 Hours
K. O.	T- 8 Slice Frac.	T- 7 Complete	16 Hours
S. N.	T- 9 Slice Frac.	T- 8 Incomplete	20 Days
I. K.	T-12 Frac. Dislo.	Late Caudal Paresis	—
K. T.	T-12 Slice Frac.	T-12 Complete Late	78 Days
N. M.	L- 2 Compresion Frac.	Caudal Paresis	—

表 2 損傷部を越える電位の有無と予後

—Classification of Frankel—	
A: Complete.	B: Sensory Only.
C: Motor Useless	C: Motor Usefull.
E: Normal	
Frankel/Evoked Potentials/Neurological State	
A: (-)(-)(-)(-)(-)(-) No Impruvement	
B: (-)(-)(-) Impruvement	
C: (+)(-) Impruvement	
D: (+) Impruvement	
E:	

間および9時間の完全損傷例2例において記録不能であった。これら2例ともにそのまま電極を留置し、7日後に再度測定を行なった。内1例に誘発活動電位の記録を認めたが、他の1例は電極が移動したため記録不能であった。その他の完全損傷例4例では、すべて損傷部以下の誘発活動電位は記録可能であった(受傷後16時間、8日、10日、13日測定)。

不全損傷例7例では、受傷後8時間の例も含めて、すべて記録可能であった。

第8胸椎部完全脊髄損傷、受傷後16時間の例ではConus部刺激による頸髄部導出では活動電位の記録は不能であったが、後脛骨神経皮膚上刺激によるConus部導出ではSegmental Spinal Responceを認め、同時にEMGにおいても(Gastrocnemiusにて導出)H波の出現を伴った。臨床的にはAnal Winkの発現を伴うがB-C Reflex、打腱による肉眼的深部反射は全く認められなかった。

完全脊髄損傷例1例、不全損傷例3例においてKilled End Potentialを測定し神経学的損傷レベルを確認した。刺激はすべて下部胸髄で行ない、損傷部以下の活動電位の導出を確認した後、記録電極を

ProximalよりDistalに向けて移動させながら測定した。全例においてKilled End Potentialが確認され、受傷脊髄の下位電気生理学的断端が確認できた。また全例において損傷部を越える電位は得られなかった。

症 例

(症例1) 47才男性、交通事故にて受傷、第4頸椎脱臼骨折、第5頸髄部以下完全脊髄損傷、受傷後10日にて来院、第12胸椎部での刺激にて、第5—6頸椎間部では活動電位の導出を認めるが、第4—5頸椎

図1 Killed End Potential

間部にて位相が逆転し、陽性 Killed End Potential を認めた(図1)。脱臼部位に一致しての頸髄損傷が確認され、同部の除圧および前方後方固定が行なわれた。

(症例2) 46才男性、交通事故にて受傷、第5頸髄節部以下の中心性脊髄損傷の症状を呈し、骨傷は明らかでなかったが、ストレス撮影および椎間板造影により第5—6頸椎間椎間板障害が示唆された。受傷後8時間にて手術を行ない、第12胸髄部刺激により第5頸椎部で Killed End Potential が得られ、同部にて椎間板組織の脊椎管内への突出を見た。同部の除圧および前方固定が行なわれた。

(症例3) 30才男性、転落受傷、第9胸椎 Slice 骨折、受傷後20日にて来院、臨床的には第1腰髄節以下の不完全運動麻痺を呈し、知覚レベルは判然としなかったが、第7—8胸椎間部で陽性 Killed End Potential が得られ、脱臼部に一致した脊髄損傷が確認された。

考 案

脊髄誘発電位は末梢神経刺激による硬膜外、クモ膜下、皮膚上導出などの方法もあるが、脊髄直接刺激による活動電位の導出は、玉置、黒川らの1972年の報告にはじまり、脊髄の Long Tract の Evoked Action Potential を末梢神経刺激に比して、より大きな電位でとらえ得るために、手術時における脊髄機能の Monitor あるいは脊髄疾患時における脊髄障害部位の決定に際して有用な手段である。これらの波形は、玉置らによれば、初期スパイク波(第1成分)とそれに続く多相性波(第2成分)が基本波形とされ、第1成分は脊髄後側索を、第2成分は後索を経由すると推定されている。また今井らは脊髄誘発波を潜時の短い第1成分と潜時が長く振幅の小さい多相性波からなる第2成分に分けている。さらに第1成分は潜時の長さにより第Ⅰ電位と第Ⅱ電位に分けられ、第Ⅰ電位は側索浅層由来の、第Ⅱ電位は後索由来の電位を反映し、ともにシナプスを介さないと推論されている。

(損傷部を越える電位について)

坪川らは脊髄完全損傷例において損傷部位の吻側と尾側に電極をおき、後索、側索、前索のそれぞれの索における誘発電位を記録する方法(Spino-spinal Potential)を用い、Spino-spino Potential が後索、側索でともに認め得た群では、局所冷却後に、下肢の

運動が可能になったと述べている。一方黒川らは、脊髄損傷の急性期に損傷部を越えて伝導する活動電位を観察することができた症例にも、神経症状の回復をみなかったものがあり、脊髄内伝導残存と予後とを直ちには結びつけることはできないとしている。

われわれの症例では完全損傷例(Frankel A型)において損傷部を越えた電位は得られず、また不全損傷でも Frankel B型は同様に全例において得られていない。しかしながら、これらのB型症例はすべて術後にかんがりの回復をみている。

このように損傷部を越える活動電位の測定において Long Tract の一部が伝導性を保っているか否かの細は、硬膜外という Gross な電位の測定では一定の限界があろうし、また電気生理学的な伝導性の中断が、そのまま Irreversible な神経損傷であるか否かの判断には直結しないという問題もあると思われる。

(損傷部以下の活動電位について)

損傷部以下の脊髄活動電位は、24時間以内に活動電位の得られたものが、完全損傷例で16時間の1例、不全損傷例で、8、14、23時間の3例である。これらの例はいずれも臨床的には Flaccid Plesia を呈していたが、下位脊髄反射すなわち Anal Wink, Bulbo-cavernosus Reflex, Cremaster などの反射が得られるものが多かった。また、筋電図学的にも24時間以内に単シナプス反射の出現をみる例があり、微弱ながらも背髄の活動は早期から出現することが示唆され、Stauffer の述べているように、24時間以内に Spinal Shock から回復するものと考えられる。

(脊髄障害部位の決定について)

黒川らは Killed End Potential の測定によって脊髄障害部位を決定できることを示し、さらに、第Ⅰ電位、第Ⅱ電位の陽性化により、それぞれ、側索、後索の障害部位を個別に決定できることを示したが、われわれの症例においても、全例 Killed End Potential を測定することによって脊髄障害部位が決定でき、レベル診断において有用な方法であると考えられた。不全損傷例では臨床的に神経学的損傷レベル決定に困難をきたす例が多いが、誘発電位による損傷レベルは、いずれも骨傷あるいは Disc Lesion と一致し、脊椎管の除圧などの操作において有用であった。今後も脊髄損傷の治療にあたって用いられるべき方法と考える。

ま と め

1. 脊髄直接刺激による脊髄誘発電位を外傷性脊髄障害に用いた。
2. 損傷部を越える活動電位は Frankel の A 型, B 型では全例得られなかった。
3. 受傷後 24 時間以内に損傷部以下の脊髄の活動電位は得られた。
4. 損傷部決定にあたって脊髄誘発電位は有用であった。

参 考 文 献

- 1) 今井卓夫: 日整会誌, 50: 1037, 1976.
- 2) 玉置哲也ら: 脳波と筋電図, 1: 196, 1972.
- 3) 玉置哲也ら: 整形外科, 28: 682, 1977.
- 4) 坪川孝志ら: 臨床脳波, 16: 398, 1974.
- 5) 黒川高秀ら: 脳波と筋電図, 1, 64, 1972.
- 6) 黒川高秀ら: 臨床脳波, 17, 186, 1975.
- 7) Ertekin, C.: Acuta Neurol. Scandinav. 53: 3, 1976.
- 8) Stauffer ES.: Clin. Orthop. 112: 9, 1975.
- 9) Shimoji, K.: J. Apple Physiol. 33: 468, 1972.

質 問 岡山大整形 中原進之介
臨床症状で後索あるいは側索などの障害が強いと思

われる症例でそれに一致した当該波形成分の変化が認められ症状と波形成分の変化に何らかの相関関係が認められますか。

質 問 山口大 河合 伸也

教室の齋木らも脊髄誘発電位の測定を行っており、確かにこの方法は脊髄の機能を推定するに有用な方法であると考えています。

脊髄刺激において、末梢から、または中枢からの刺激でどのような差がありますか、また受傷時から数日間経過をおわれた症例のうち、波形はどのように変化しますか。

回 答 総合脊損センター 原田 博文

1) 末梢刺激と中枢刺激はどちらがいかとの質問に対して

記録部位に対して刺激部位が離れている方が、刺激時の artifact の影響が、少ないため、末梢、中枢は関係なく、記録部から離れている方がいい。

2) 後索、側索の損傷部位がわかるか…との質問に対して

損傷線維の種類に関しては無力であるが、損傷部位の決定に際して有用である。