肋間神経刺激による脊髄誘発電位の測定

山口大学整形外科

金子 和生・河合 伸也
中田 和男・淵上 泰敬
佐々部 富士男・山縣 茂樹
白石 元・伊藤 孝

Thoracic Evoked Spinal Cord Potential by Stimulation of the Intercostal Nerve

by

Kazuo Kaneko, Shinya Kawai,
Kazuo Nakata, Yasunori Fuchigami, Fujio Sasabe,
Shigeki Yamagata, Gen Shiraishi and Takashi Ito

Department of Orthopedic Surgery,
Yamaguchi University, Yamaguchi, Japan

We attempted to record the thoracic evoked spinal cord potential by stimulation of intercostal nerve in cats to level diagnosis and evaluation of spinal cord function.

The recording electrode was applied in the dorsal epidural space and the reference electrode was placed in the paravertebral muscles.

The basic waveform consisted of two major components; a triphasic spike and negative wave, named P1, P2, N1 and N2, in order of their polarities and latencies.

The latency of N1 progressively increased at the more cranial recording sites and the N1 response diminished cranially with sectioning of the spinal cord. The amplitude of N2 was decreased by high frequency stimulation, and was considered post-synaptic potential.

We confirmed that thoracic evoked spinal cord potential stimulation of the intercostal nerve is useful to level diagnosis from experimental study of acute spinal cord compression.

はじめに

近年電気生理学の進歩はめざましく、頸椎部においては正中神経刺激による分節性脊髄誘発電位と伝導性脊髄誘発電位の併用により脊髄機能を電気生理学的に評価した報告も多い^{1),2)}。一方胸椎部において後縦靱帯、黄色靱帯骨化症他による胸髄障害に対しては伝導性脊髄誘発電位以外電気生理学的に脊髄機能を評価する方法は少なく³⁾、また病変部が多椎間に及ぶ症例も多く障害高位の判定に難渋する場合も少なくない。

そこでわれわれは胸椎部病変に対し、障害高位の判定と電気生理学的により多方面から評価する方法として肋間神経刺激による分節性脊髄誘発電位を考案しそ

の基礎実験を行ったので報告する。

対象および方法

実験動物にはネコ12匹を用いネンブタール30mg/kg腹腔内投与にて麻酔し、大腿静脈を確保、気管切開挿管したのち肋間神経を中腋窩線上にて剥離し刺激部位とした。刺激はカギ型針電極にて行ない刺激条件は持続時間0.1ms、刺激頻度3Hzとした。

電位記録時にはバンクロニウム0.1mg/kgにて筋弛緩を得たのちに行ない、刺激記録装置はDISA 1500筋電計、またはEVOMATIC 8000を用いた。記録方法は硬膜外単極導出法を基本とし椎弓切除後導出電極を硬膜外背側に挿入、基準電極は対側の傍脊柱筋とした。

また針電極を用い椎弓上での導出も行なった。電位記録に先立ちX線撮影を行ない刺激部位と記録部位を確認した。

結 果

1) 基本波形

肋間神経刺激により髄節部で記録される脊髄誘発電位の基本波形は3相性の棘波とそれに続く持続時間の

STIM.: 0.1ms 3mA 3Hz

図1 基本波形

長い緩徐な陰性成分よりなり、それぞれを潜時の順にP1, P2, N1, N2, と命名した(図1)。N1は頂点潜時1ms前後に出現し、実験動物により図1-bのようにN1, P2間に notch を形成し持続時間のやや長い例も認めた。

2) 刺激条件による波形の変化

刺激強度による波形の変化については、弱刺激でもN1は容易に認識できるが、N2は電位が低く多峰性の成分よりなる。刺激強度を増していくとN1の電位の増加とともにN2も振幅を増し1つの緩徐な電位となった。

刺激強度を一定とし刺激頻度を変えるとN1には大きな変化は見られないものの、50Hz以上の高頻度刺激によりN2の振幅は抑制されN2はシナプスを介した電位である可能性がある。

3) 導出部位による変化および脊髄切断実験

N1について刺激部位を一定として種々の椎体、椎間板高位にて導出を行うと、導出部位が中枢にいくにしたがって頂点潜時は延長した。第9肋間神経を刺激しT7, T8/9高位にて導出を行ない、T7/8高位にて脊髄を切断するとT7でN1は導出不能となりN1は脊髄内を伝導する電位であることを確認した(図2)。

4) 椎弓上導出

テフロンにて絶縁し先端のみ露出した針電極にて椎弓上導出を行うと硬膜外導出によるN1とはほぼ同様な潜時で20%程度の振幅の電位を記録できた。刺激強度が弱いためかN2は導出出来なかった。遠隔電位でない

図2 脊髄切断実験

図3 急性圧迫実験

ことを証明できれば脊柱管病変が高度で術前硬膜外に電極挿入が困難な症例に応用できるのではないかと考えられる。

5) 急性圧迫実験

第8肋間神経を刺激し、T8/9高位にて電位を記録し脊髄波をモニターしながらN1の振幅が低下するまで背側より徐々に脊髄を圧迫した。T8/9での電位が低下した時点で第9肋間神経を刺激しT9/10高位にて電位を記録するとT9/10では電位は低下せず圧迫前より振幅の高い電位を記録でき簡単な急性圧迫実験であります。肋間神経刺激による脊髄誘発電位は障害高位の診断に役立つのではないかとこの結果を得た(図3)。

考 察

今回われわれは、ネコの肋間神経刺激による脊髄誘発電位を施行し、急性圧迫実験にて障害高位の診断に有用であるという結果を得た。

刺激部位を変えることにより多椎間病変の高位診断に役立ち、また刺激を左右別々に行うことにより障害程度の左右差を評価することも可能であるとも考えられる。またN2は頸髄分節性脊髄波の第2電位を同様に高頻度刺激により抑制されシナプスを介した電位と考えられ灰白質の機能も評価できると思われる。伝導性脊髄波はシナプスを介さない電位と考えられており両者を併用することにより脊髄機能を電気生理学的に

より多方向から評価することができる。

今後は電位の起源と伝導路の解明脊髄圧迫の定量化による脊髄障害の程度と電位の変化および臨床応用について検討していきたい。

ま と め

1. ネコを用い肋間神経刺激による胸髄部分節性脊髄誘発電位を測定した。基本波形は2つ陰性電位からなりそれぞれをN1, N2とした。
2. 脊髄切断実験よりN1は上位に伝導することを確認した。
4. 急性圧迫実験より本法は高位診断に有用であると思われる。

参 考 文 献

- 1) Kotani H. et al.; Evaluation of Cervical Cord Function in Cervical Spondylotic Myelopathy and/or Radiculopathy Using both Segmental, Conductive Spinal-evoked Potentials. Spine, 11: 185-190, 1986.
- 2) 四宮謙一ほか; 脊髄誘発電位を用いた頸部脊髄症の診断. 臨整外, 24: 11-21, 1989.
- 3) 黒川高秀ほか; 胸椎部脊柱管狭窄症の診断と脊髄誘発電位の測定の応用について. 臨整外, 16: 32-42, 1981.