Cerebral Palsy from Transactional View Point

by

Takuo TAMAKI* Hiroyuki ENDO*

from

*Department of Rehabilitation Medicine, Institute of Balneology and Division of Orthopedic Surgery, Narugo Branch of the University Hospital, Tohoku University School of Medicine

Abstract

Somatosensory evoked potentials imply that digital inputs are converted into analog outputs. Eye tracking movements analyses reveal that sinusoidal inputs are turned into outputs of saccadic or square waves. Common denominators in these two experiments are considered to lie in the fact that the central nervous system has capability of transforming various stimuli into separate responses.

These two electrophysiological events in normal persons make it possible to establish the concept of transactional function in the normal central nervous system, and review the several central disorders from this transactional view point.

Applying these electrophysiological investigation to cerebral palsied patients, and assuming this transactional view point, authors came to conclude that cerebral palsy should be correctly defined as defect or aberration of transactional function in the central nervous system, and traditional definition of cerebral palsy as dysfunction in motor system must be supplemented.

Authors are of opinion that various therapeutic approaches to cerebral palsy should be criticised from transactional view point and this view is also applicable to other centrally induced disorders.

変換機能障害としての脳性麻痺

脳性麻痺に対するひとつの視点

玉置拓夫*

遠藤博之**

まえがき

表題のような脳性麻痺に対する考え方が、格別新しいものとも、特に独創的なものとも思わない。なぜなら、近年著しく進展した神経学や神経生理学の新しい知見に接したり、それらを勉強している者なら誰でもが到達しそうな考え方であるからである。

図 1 a

ただ、脳性麻痺に関する伝統的概念、すなわち、後遺症としての運動障害という考え方は、あまりに症候的、現象的、一面的にすぎて、脳性

麻痺の本質は見失われてしまうのではないかと恐れる。その意味で、本論文には、従来とは異なった別の視点から脳性麻痺を見直してみようとの意図が含まれている。

本論文がもし、脳性麻痺に挑戦する人々にとって、いささかでも益するところあれば幸いである。

図 1 b

右—正中神経 刺激
左—ポストロランド野 誘導

変換機能

健常な上肢の正中神経幹を手関節の掌側で電気刺激（毎秒1回、持続 0.2 msec 70—80 V Supramaximal 矩形波刺激）し、肘窩上部で、正中神経幹上にサドル電極を置いて、記録すると、図 1 a のような求心性神経電位が得られる。これは、電気刺激により発生したインパルスが神経幹内を上行性に伝導していること、すなわち入力と

* 東北大学医学部付属温泉医学研究施設リハビリテーション医学部門教授、東北大鳴子分院整形外科

** 同上講師

図 1c

してインパルスが神経系内へ送り込まれたことを示している。

次に、頭皮上でちょうど手の知覚領野に対応する部位 Post Rolandic Area に電極を置き、耳朶を不関電極とした単極誘導により刺激にかかわる反応のみを、平均加算法に従って記録すると、分析時間 125 msec で図 1b のような多相性の波が得られる。体知覚性大脳誘発電位 Somatosensory Cortical Evoked Potential とよばれるこの脳波の形態、パターン、潜時などの意味づけや解釈は本論の主題ではないので別の論文に譲ることとし、以上2つの電気生理学的出来事からいえる重要なことは、入力として正中神経内に生じたインパルスというデジタル信号が、多相性の脳波という別の形のアナログ信号に変換されて出てきたということである。そのプロセスには、延髄後索核、視床腹側核という少なくとも2つの中継核に加えて第1次知覚領野の皮質が特殊性、非特殊性伝導路とともに干渉している複雑な系が推測されるが、ここでは、それらの詳細なせんさくはさておき、中枢神経系 CNS というひとつの暗箱で表現することができる。そうすると図式的には次のように言い現わすことができる(図 1c)。パルスとしてはいつてきた刺激が中枢神経系で変換を受けて、波という結果となって出てきたと。さらに、いいかえれば、健全な中枢神経系にはパルスを波に変換する能力があると。

次に、ある視標を種々の速度で往復運動させ、これを注視追従させる実験について考えてみる。目標の移動は、電気的变化に変えることができ、眼による追従、すなわち眼球運動もまた、電気的变化に変えられるので、これらは、記録紙の上に同時に表現することができる。図 2a では、下の曲線が示すような規則的なゆっくりとした (0.25 c/s) 目標の動きが刺激、入力として眼にはいつたとき、上の波形が示すような、いわゆる saccadic

図 2a 0.25 c/s

図 2b 1.2 c/s

図 2c

な眼球運動という反応が、図 2b では 1.2 c/s という比較的是やい刺激に対して、矩形波に類した眼球運動という反応、結果が出てきているのがわかる。この過程にはもちろん、視覚、迷路、頭頸の動き、外眼筋活動、気くばりなどに関係した複雑な中枢神経系が干渉していると想像されるが、概念的にはやはりひとつの暗箱とみなすことができるので、図式的には(図 2c)、正弦波様波形としてはいつた刺激、入力が暗箱で変換を受けて saccadic な、あるいは矩形波に似た波という出力となって出てきたと表現することができ、ここでも中枢神経系の変換機能という概念が適用できる。

図 3a CP rt hemiplegia F.O.

右一正中神経 刺激
左一ポストロランド野 誘導

図 3b Amnormal CEP in rt hemiplegia

図 4a 0.65 c/s

図 4b 0.25 c/s

脳性麻痺と変換機能

図 3aは、脳性片麻痺者の麻痺側正中神経刺激による体知覚性大脳誘発電位の実験記録を示し、末梢神経の求心性誘発電位は証明することができるが、誘発脳波反応は全くみられない。図 3bは典型的異常パターン説明のために取り上げた2人の成人片麻痺者の正中神経刺激による大脳誘発電位を示し、麻痺側刺激による反応の早期成分は明瞭に出現しているが、反応の後期成分が脱落している、現在まで、脳性麻痺 20 例について検索しているが、分析可能な記録を得た脳性麻痺 15 例中 13 例にみられた異常所見は、(1) 反応の脱落、(2)

パタンの異常に要約され、正常パターンを示す例においてはその再現性に乏しいという特徴がある。

図 4aは 0.65 c/s 目標往復運動に対する、図 4bは 0.25 c/s のそれに対する脳性麻痺者の追従眼球運動の記録であり、いずれも、不規則な波形が特徴的であり、健常者にみられるものとは様相を異にしているのがわかる。

これらの実験結果を、さきに述べた変換機能の考え方に照らしてみると、異常所見を示した脳性麻痺においては、変換機能の中絶、脱落、あるいは異常が存在するとみなすことができる。

図 5

表 1 姿勢反射・反応

抗重力機序	ANTI-GRAVITY MECHANISMS
姿勢性固定	POSTURAL FIXATION
防御反応	PROTECTIVE REACTIONS
立ち直り反応	RIGHTING REACTIONS
位置移動反射	LOCOMOTIVE REFLEXES
傾き反応	TILTING REACTIONS
視覚性姿勢反射	OCULAR POSTURAL REFLEXES

姿勢反射と変換機能

次に、人の運動や姿勢の背景にある広義の姿勢性反射について考察してみよう。

表 1 にかかげるような反射ないし反応が取り上げられるが、たとえば身体各部分の相互の幾何学的関係、ならびに身体全体としての重力に対する関係、すなわち姿勢を保持しようとする場合、重力の影響に対する対応はまず抗重力機序にみられる。これらは衆知のごとく伸張反射からなり、自己受容刺激とガンマー系に依存し、その主要中枢は延髄、橋にあって、重力に抗してからだを支える機序である。しかし、身体各部相互間を適正に保持し、全体としての身体を重心の移動に対して防護する能力は、抗重力機序にはない。そのためには姿勢性固定という神経機序が必要である。このなかには、ある種の立ち直り反応や、平衡反応が含まれているが、要するに、全体としての身体および身体各部——頭、体幹四肢——を自発的な運動のモメントや、外力（回転力とか水平におされる力）に対して、適正な位地に保持し、平衡を保たんとする機序であり、そこには体重心をコントロールするあらゆる作用が含まれている。物理学的にみれば、人はまことに不安定であるが、生理学的にみれば、ひとたび姿勢反射や平衡反応が発達すれば人はきわめて安定であるともいえる (Martin)。なお、ここにいう姿勢はけっして静的なもののみでなく、歩行時各ステップごとに、姿勢の調整が行なわれていることからわかるよ

中枢神経系のヒエラルキー構造

統合・変換

促進(+) 抑制(-)

広汎性

相反性

選択的

図 6

うに、同時に動的なものであることを認識しなければならない。

このような、抗重力機序、立ち直り反応、平衡反応、姿勢性固定に関しても、図 5 のように、種々の入力、刺激、原因、たとえば自己受容刺激、迷路刺激、視覚、接触刺激などが、種々の反応、出力、結果へ変換されるというように、上述の変換の概念でとらえることができる。

変換機能の異常としての脳性麻痺

中枢神経系はいわゆるヒエラルキー構造をとることが知られている。すなわち、図 6 のように、最下位に脊髄、次いで延髄・橋・小脳・中脳・間脳・基底核、最上位に大脳皮質というぐあいに、階層的に各レベルが配列されていて、たとえば、陽性支持反応は脊髄で、緊張性頸反射は延髄で、立ち直り反応は中脳レベルでというふうに、各種の反応が、各レベルで各種の入力が変換される結果として出ていくが、高位レベルでは、入力の再組織、調整が行なわれ、低位レベルでの粗大かつ常同的反応を選択的に、あるいは相反的に抑制し

たり、促通したりすることにより、下位レベルで変換される出力、反応を著しく修飾する。これは、Sherrington のいわゆる統合作用に該当するもので、最も高度の変換機能ということもできよう。

かくして、人の運動や姿勢は、刺激ないし入力と中枢神経系の変換機能とに依存することになり、脳性麻痺では、さきに述べたごとく変換機能の異常、脱落が存在することは明らかであり、さらに異常姿勢反射、平衡反応異常などの衆知の事実を併せ考えれば、脳性麻痺というものは、種々の感覚刺激を各種の反応へと変換する変換機能の障害としてとらえるべきであろう。

この変換機能の障害により導かれるのは、一般に、反応としての筋協調、筋ハーモニーの異常であり、けっして単なる麻痺ではない。しかもこの場合、抗重力機序の異常の結果として現われる筋痙直、固縮や姿勢性固定の異常、平衡反応、立ち直り反応の競合、誇張の結果として表現されるアテトーゼやディストニーは、いわばプラスの症候であり、一方、立ち直り反応、平衡反応など一連の反応の抑制、ないし脱落といったマイナスの症候もまた存在しうることを知るべきである。

治療アプローチに対する批判

以上の考え方から、脳性麻痺に対して現在行なわれている治療アプローチについて言及する。

症候的に目につく運動や姿勢の異常は実は結果にすぎないのであって、原因は感覚刺激、入力の側にある。したがって、脳性麻痺の治療アプローチにあっては、運動の形で、たとえば理学療法が行なわれているようにみえても、いろいろな運動を誘発するための種々の感覚刺激の適用ということが実は治療の本質的部分なのであって、その意味で、脳性麻痺を取り扱う者にとって、刺激あるいは感覚入力のほうこそむしろ最大関心事とならねばならない。

また、可能なかぎり、感覚刺激を活用して、正常の姿勢性筋緊張の基礎の上に、目的にかなった各種の反応を誘発し、できるかぎり正常運動パタンの獲得に近づけようとする Bobath アプローチの合理性も理解できる。

しかしながら、上述したごとく脳性麻痺を変換機能の異常としてとらえる考え方からすれば、Bobath らに代表されるアプローチはできる限り多様な環境、つまり多種多様の刺激に適応するように、脳性麻痺者を訓練しようとする点で、あまりに楽観的にすぎるのではないかと危惧するし、神経学的にも無理があるように思われる。したがって、環境を脳性麻痺者の異常パターンに適応させるという従来の伝統的アプローチも一概にすてざるべきではないと考える。環境としては、内的、外的両面が考えられるので、刺激源としての環境の調整は、この2つの面から対処していく必要もあろう。

むすび

脳性麻痺を変換機能の異常としてとらえるべきであるとの私見を述べ、その立場から、治療に対する2,3の批判的見解をも述べたが、このような概念は、脳性麻痺に限らず、その近縁疾患にも適用できるように思う。

終わりに、本論の基本的概念は長崎大学医学部第2生理学講座佐藤謙助教授に負うところ大なることを明記して深甚の謝意を表し、あわせて、かつての協同研究者森貞近見・近藤晴彦・松下明成の諸氏に深謝する。

本論文の要旨は第14回全国肢体不自由児療育研究大会において特別講演として発表した。

主要文献

- 1) J.S. Buchwald : General Features of Nervous System Organisation. American J. Phys. Med., 46, 88, 1967.
- 2) E. Fischer : Physiological Basis of Methods to Elicit, Reinforce, and coordinate Muscular Movements, Phys. Therap. Rev., 38, 468, 1958,
- 3) J. P. Martin : The Basal Ganglia and Posture, Pitman Medical Publishing Co. Ltd., London 1967.
- 4) S. Semans : The Bobath Concept in Treatment of Neurological Disorders, American J. Phys. Med., 46, 732, 1967.
- 5) 佐藤謙助 : 脳波の生体情報処理 (I) (II) (III), 臨床脳波, 10 (2, 3, 4), 1968.
- 6) 佐藤謙助 : 脳波から見た脳の変換機能について, 神経研究の進歩, 2, 105, 1957.