— 原 著 —

姿勢保持筋の筋活動と酸素消費量に関する研究

学童期および成人の脳性麻痺患者について

佐野 憲男

日本医科大学整形外科教室 (主任: 白井康正教授)

A study of the activities of the postural muscle and oxygen consumption
in juvenile and adult patients with cerebral palsy

Norio Sano

Department of Orthopedics, Nippon Medical School

Although orthopedic treatment of patients with deformed limbs have significantly advanced in recent years, the authentic treatment of cerebral palsy is yet to be worked out.

In order to determine the muscular potency of the lower extremities in juvenile and adult patients with cerebral palsy, the postural muscles of these patients in easy supine and easy standing postures were electromyographically studied in comparison with those of normal subjects. Oxygen consumption was also observed.

Sixty patients with cerebral palsy were studied and 25 normal persons served as controls. EMG was recorded with surface electrodes in 10 muscles in each subject. EMG amplitude was then classified into five groups. Scores were given to EMG amplitude of each group. Total scores of each case were calculated by adding up the scores of all ten muscles. The total scores of standing and spine postures were computed separately and the values were compared.

Difference between spine and standing posture were 8.10 in patients with cerebral palsy, and were 10.64 in athetotic type, 7.51 in spastic type and 3.81 in hemiplegic type. Oxygen consumption in patients with cerebral palsy was 198.4 cc/min/m² in prone and 254.2 cc/min/m² in standing. Its increasing ratio was 32.22% in patients with cerebral palsy, whereas 11.83% in the control group. The values of hemiplegic type were closer to normal values, as compared to those of other types, not only in muscular activities, but also in oxygen consumption.

Based on these results, the pathological states of the patients were classified into four stages as with the L.M.A. (lower extremity motor age). The difference of scores was 2.7 in the control group, 13.0 in stage A, 8.3 in stage B, 4.2 in stage C and 2.4 in stage D. The increasing ratio of oxygen consumption was 11.8% in the control group, 53.6% in stage A, 32.8% in stage B, 14.3% in stage C, and 9.3% in stage D. It is thought that the prognosis of the patients in stages C and D were favorable regardless of disease type, provided that they were correctly treated. In these improved cases, the difference of scores was 10.0 and the increasing ratio of oxygen consumption was less than 50%.

Juvenile and adult patients with cerebral palsy have deformed or contracted joints, pathological or disuse atrophy of the muscle, and exhibit the signs of impaired reciprocal innervation as well as damaged central nervous system. It is possible that these pathological alterations are reflected in EMG activities and oxygen consumption. Then the above described findings would point to the possibility of improving A.D.L. (activity of daily living) through relevant orthopedic treatment.

Key words: cerebral palsy, postural muscular activity, oxygen consumption, electromyographic examination, A.D.L.

緒 言

整形外科領域における肢体不自由児の治療は近年急速な進歩をとげたが、いまだに脳性麻痺のみは、その治療に難渋している¹⁻¹⁴⁾。

特に異常姿勢反射が残存した学童期以後の脳性麻痺患者に対する治療法については諸家の意見が一致しない¹⁵⁻¹⁹⁾。

学童期および成人の脳性麻痺患者に対して、さらに運動機能の改善ができるか、否かについての評価が必要であろう。

著者は立位姿勢保持が可能となった学童期および成人の脳性麻痺患者の潜在的運動機能をより適確に判定すべく、姿勢保持筋群の安楽臥位時、安楽立位時の筋電図学的検索ならびにその時の酸素消費量の測定を併せて行った。

その結果、学童期および成人の脳性麻痺患者で立位姿勢保持のできる患者では、潜在的下肢運動機能の一部は判定できると思われる結果が得られたので報告する。

Table 1 Types of disorders studied

Cerebral palsy	60 cases
Quadriplegia	50
athetotic type	28
spastic type	22
Hemiplegia	10
Control	25 cases
Normal	10
Joint disorder	12
Degenerative disorder	3

In L.M.A. older than 6 years, those having neuromuscular disorders were excluded.

る。

研究対象および方法

(1) 対象

山梨県立あけぼの医療福祉センターで扱った脳性麻痺患者のうち、Table 1 のごとくつかまり立ち可能、つまり Johnson ら¹⁶⁾のいう下肢運動発達年齢（以下

Fig. 1 Examined muscles

Fig. 2 Electrical activities of postural muscles during easy supine and standing (recorded with surface electrode)

Control subject : 14 y.o., female, cicatrical contracture of both feet and defect of bilateral feet fingers after burn

Fig. 3 Electrical activities of postural muscles during easy supine and standing (recorded with surface electrode)

CP subject : 15 y.o., male, quadriplegia of athetotic type

CP 15 y.o., (male)

↑ Photo 1 Measurement of oxygen consumption (supine position)

C.P. 15 y.o., (male) 12 months L.M.A.

easy supine

easy standing

Fig. 4 Spirogram during easy supine and standing
Control subject : 14 y.o., female, cicatrical contracture of both feet and defect of bilateral feet fingers

easy supine

easy standing

Fig. 5 Spirogram during easy supine and standing
CP subject : 15 y.o., male, quadriplegia of athetotic type

L.M.A. と略す) が 12 ヶ月以上の機能を有するもの 60 例である。病型別にみるとアテトーゼ型四肢麻痺 28 例, 痙直型四肢麻痺 22 例, 痙直型片麻痺 10 例である。性別では男子 29 例, 女子 31 例で, 被検者の年齢は 7~42 歳までであった。また, これらの対照群としては, 日常生活において移動動作に独歩を行っている下肢運動発達年齢が 6 歳以上で, 筋肉および神経系疾患を持たない 25 例につき検査した。性別は男子 15 例, 女子 10 例で, 年齢は 7~16 歳である。これらの内訳は正常 10 例, L.C.C., ベルテス氏病などの関節疾患 12 例, 下肢の癱痕拘縮, 足趾欠損など 3 例の計 25 例である。

(2) 方法

1) 姿勢保持筋群の筋活動状況

6 極多元同時誘導 (三栄測器製, 1 A-12~14 型脳波計) により, 各被検者に安楽臥位および立位を行わせ, 四肢麻痺患者では筋トヌスの亢進が著明に認められる側で, 片麻痺患者では患側で, また対照群ではすべて右側で表面電極法による筋電図検査を行った。

被検筋は Fig. 1 に示すごとく, 胸鎖乳突筋, 僧帽筋, 大胸筋, 腹直筋, 軀幹直立筋群, 大殿筋, 大腿四頭筋, 膝屈筋群, 前脛骨筋および腓腹筋の 10 筋である。各筋の中央部の筋腹上の皮膚に直径 8 mm の 2 個の銀板電極を 2 cm 離して固定し, 200 μ V を 0.5 cm の感度にて筋活動を筋電計に誘導し, ペン書きオシログラフに記録した (Fig. 2, 3)。なお, 検査はすべてシールドルーム内で行った。

2) 酸素消費量の測定

フクダ式無水式スパイログラム (GU-5 S) を使用し, 安楽臥位時および立位時のスパイログラフを得た (Photo 1, 2, Fig. 4, 5)。

測定時間は 5 分間を標準とし, スパイログラフが安定しない場合は測定時間を延長した。得られた値を気圧, 気温により補正し, Dubois の計算式に基づき体表面積を求め, 1 m² 当たりの値で酸素消費量 (cc/min / m²) を求めた²²⁾。また酸素消費量の増加率は,

$$\left(\frac{\text{安楽立位時酸素消費量} - \text{安楽臥位時酸素消費量}}{\text{安楽臥位時酸素消費量}} \times 100 \right) \%$$

で表した²³⁾。

検査に先立ち, 基礎代謝亢進の原因となる生理学的, 薬理学的因子を除外した。

結 果

1. 姿勢保持筋群の筋電図

各筋群より得られた筋電図は, その放電振幅により 5 段階に分類した^{20, 21, 41)}。表面電極法による筋電図検索では, 最大収縮時には干渉波を得るが, それに至るまでには同一筋で均等に収縮を増加して行く場合, 筋収縮力と振幅とはある程度まで比例するものと考えられる。5 段階に分類した振幅はそれぞれ筋収縮に対する力とエネルギーの消費を表現しているものと考えられる。各段階の振幅を数値化することにより, ある程度は筋収縮力またはエネルギーの消費量が表されるので, これらの段階の振幅の増加にしたがって等比級数的に数値化した。これは等比級数的に数値化することにより, 各振幅間の格差が大きな数値として表されることに基づいたものである (Table 2)。

(1) 対照群の筋電図 (Fig. 2, 6)

1) 胸鎖乳突筋

安楽臥位時で筋放電 (—) のもの 14 例 (56%), (+) のもの 10 例 (40%), (++) のもの 1 例 (4%) であった。安楽立位時では (—) のもの 13 例 (52%), (+) のもの 12 例 (42%) であった。

2) 僧帽筋

安楽臥位時では筋放電 (—) のもの 16 例 (64%), (+) のもの 9 例 (36%) であった。安楽立位時では (—) のもの 8 例 (32%), (+) のもの 16 例 (64%), (++) のもの 1 例 (4%) であった。

3) 大胸筋

安楽臥位時で筋放電 (—) のもの 23 例 (92%), (+) のもの 2 例 (8%) で, 安楽立位時では (—) のもの 22 例 (88%), (+) のもの 3 例 (12%) であった。

4) 腹直筋

安楽臥位では全例に筋放電は認められず, 立位においても同様であった。

5) 軀幹直立筋群

Table 2 Scoring of EMG amplitude

EMG amplitude	Grade	Scores
0	—	0
less than 0.1 mV	+	1
0.1 ~ 0.25 mV	++	2.5
0.25 ~ 0.5 mV	+++	5.0
0.5 ~ 1.0 mV	++++	10.0

Fig. 6 Electrical muscle activities of 25 control subjects

安楽臥位では筋放電 (-) のもの 24 例 (96%), (+) のもの 1 例 (4%), 立位では (-) のもの 8 例 (32%), (+) のもの 17 例 (68%) であった。

6) 大殿筋

安楽臥位時で筋放電 (-) のもの 21 例 (84%), (+) のもの 4 例 (16%) で、立位時では (-) のもの 22 例 (88%), (+) のもの 3 例 (12%) であった。

7) 大腿四頭筋

安楽臥位時で筋放電 (-) のもの 21 例 (84%), (+) のもの 4 例 (16%) で、立位では (-) のもの 12 例 (48%), (+) のもの 13 例 (52%) であった。

8) 膝屈筋群

安楽臥位時で筋放電 (-) のもの 23 例 (92%), (+) のもの 2 例 (8%), 立位で (-) のもの 21 例 (84%), (+) のもの 4 例 (16%) であった。

9) 前脛骨筋

安楽臥位時では全例に筋放電はないが、立位では (-) のもの 14 例 (56%), (+) のもの 9 例 (36%), (++) のもの 2 例 (8%) であった。

10) 腓腹筋

安楽臥位時で筋放電 (-) のもの 22 例 (88%), (+) のもの 3 例 (12%) で、立位では (-) のもの

14 例 (56%), (+) のもの 11 例 (44%) であった。

全体的にまとめてみると、安楽臥位時には呼吸補助筋である胸鎖乳突筋および僧帽筋には (+) 以上のものが約 30% に認められた。

安楽立位では大胸筋以外はすべての抗重力筋に (+) の放電が認められた。

(2) 脳性麻痺患者の筋電図 (各被検筋別)

各被検筋別にみると、Fig. 6~10, Table 3 のとおりである。

1) 胸鎖乳突筋

安楽臥位時において筋放電 (-) のものは 5 例 (8%) で、他はすべて (+) 以上の放電が認められている。アテトーゼ型では 27% に、痙直型では 4% に、片麻痺型では 30% に (++) 以上の放電が認められた。安楽立位時には (-) のもの 7 例 (11%) で、他はすべて (+) 以上の放電が認められた。アテトーゼ型では 66%, 痙直型では 26%, 片麻痺型では 20% に (++) 以上の放電が認められている。

2) 僧帽筋

安楽臥位時の筋放電 (-) のものは 11 例 (8%) で、他はすべて (+) 以上の放電があった。アテトーゼ型では 31%, 痙直型では 13%, 片麻痺型では 30%

Fig. 7 Electrical muscle activities of 60 CP subjects

Fig. 8 Electrical muscle activities of 28 patients with quadriplegia of athetotic type

Fig. 9 Electrical muscle activities of 22 patients with quadriplegia of spastic type

Fig. 10 Electrical muscle activities of 10 patients with monoplegia of spastic type

Table 3 Means of EMG scores and difference of scores between easy supine and standing

Examined muscles	Control			Patients with C.P.		
	EMG scores during supine	EMG scores during standing	Difference of EMG scores	EMG scores during supine	EMG scores during standing	Difference of EMG scores
M. sternocleidomastoideus	0.21	0.20	-0.01	1.50	2.50	1.00
M. trapezius	0.15	0.31	0.16	1.20	1.90	0.70
M. pectoralis major	0.03	0.05	0.02	0.54	0.74	0.20
M. rectus abdominis	0.00	0.07	0.07	0.35	0.58	0.23
M. elector spinae	0.02	0.28	0.26	0.26	1.48	1.22
M. gluteus maximus	0.07	0.05	-0.02	0.08	0.83	0.75
M. quadriceps femoris	0.07	0.22	0.15	0.30	1.08	0.78
Knee flexors	0.03	0.07	0.04	0.08	1.29	1.21
M. tibialis anterior	0.00	0.23	0.23	0.38	1.99	1.61
M. gastrocnemius	0.05	0.18	0.13	0.28	1.18	0.90

に(++)以上の放電があった。

安楽立位時では(一)のもの8例(13%)で、他はすべて(+)以上の放電があり、(++)以上の放電はアテトーゼ型で52%, 痙直型で24%, 片麻痺型で30%であった。

3) 大胸筋

安楽臥位時で(一)のもの39例(65%)で、他はすべて(+)以上の放電であった。(++)以上の放電はアテトーゼ型で21%であったが、他の型には(++)以上のものはなかった。

安楽立位時では(一)のもの37例(61%)で、他は(+)以上であり、(++)以上のものはアテトーゼ型に35%, 片麻痺型に10%で痙直型は0%であった。

4) 腹直筋

安楽臥位時では(一)のもの42例(70%)で、他は(+)以上のものであった。(++)以上のものはアテトーゼ型で3%, 片麻痺型では10%, 痙直型は0%であった。

安楽立位時では(一)のもの38例(63%)で、他は(+)以上のもので、(++)以上のものはアテトーゼ型7%, 痙直型4%で、片麻痺型はこれも0%であった。

5) 軀幹直立筋群

安楽臥位時では(一)のもの49例(81%)の多きに達し、(+)以上のものは19%であった。

(++)以上のものはアテトーゼ型で7%, 片麻痺型で10%, 痙直型は0%である。

安楽立位時では(一)のもの19例(31%)で、他は(+)以上のものである。(++)以上のものはアテトーゼ型では45%, 痙直型で27%, 片麻痺型で20%

と多くなっている。

6) 大殿筋

安楽臥位時では(一)のもの55例(91%)と大半は(一)で、(+)以上はわずか9%である。(++)以上のものは1例もない。

安楽立位時では(一)のものは19例(31%)で、他は(+)以上の放電があり、(++)以上のものはアテトーゼ型で14%, 痙直型で14%, 片麻痺型で10%に見られた。

7) 大腿四頭筋

安楽臥位時では(一)のもの46例(76%)で、(+)以上のものが24%であった。(++)以上のものはアテトーゼ型に3%に見られただけである。

安楽立位時では(一)のもの18例(30%)で、他は(+)以上のものであった。(++)以上のものはアテトーゼ型で25%, 痙直型で9%に見られ、片麻痺型は0%であった。

8) 膝屈筋群

安楽立位時で(一)のものは55例(91%)と多く、残りの9%が(+)以上のものであった。(++)以上の放電は1例もなかった。

安楽立位時では(一)のもの13例(21%)で、他は(+)以上の放電であった。(++)以上の放電はアテトーゼ型で32%, 痙直型で22%, 片麻痺型で0%となっている。

9) 前脛骨筋

安楽臥位時で(一)のもの42例(70%)で、残りの30%が(+)以上のものである。(++)以上のものはアテトーゼ型の3%, 片麻痺型20%, 痙直型0%であった。

安楽立位時では(一)のもの13例(21%)で、他

は(+)以上のものであった。(++)以上のものはアテトーゼ型 31%, 痙直型 26%, 片麻痺型 20% と多くなっている。

10) 腓腹筋

安楽臥位時で(−)のもの 46 例 (76%) で, 他の 24% は(+)以上のものであったが, (++)以上のものはアテトーゼ型の 7% に見られたにすぎない。

安楽立位時では(−)のもの 17 例 (28%) で他は(+)以上のものであり, (++)以上のものはアテトーゼ型で 35%, 痙直型で 18%, 片麻痺型で 10% に見られた。

以上より, 安楽臥位時における筋活動が(+)以上のものは対照群に比べて多く見られる。特に呼吸補助筋群においてはその傾向が強い。一方, 立位時には全体的に(+)以上の放電を示すものが対照群に比較して多い。これらは抗重力筋で著明で, 下肢では(++)または(++)の放電を示す筋すらある。必要以上に筋収縮が出現しエネルギーの浪費がさかんなためである。

(3) 脳性麻痺の病型別の筋活動

1) アテトーゼ型

安楽臥位では呼吸補助筋群の(+)以上の放電が目立つが, 立位では全筋肉の(+)以上の放電が著明となっている。特に下肢筋でこの傾向が強い。

各症例ごとに被検筋である 10 筋全部の放電点数の総和を求め, さらに立位と臥位の放電点数差を求めてみた (Table 4)。

脳性麻痺患者全体では放電点数差は 8.10 であるが, アテトーゼ型では 10.64 と高い値が得られた。対照群の放電点数差が 2.70 であることから考えると, アテトーゼ型脳性麻痺患者は, かなりエネルギーを浪費していることが推察される。

2) 痙直性四肢麻痺型

立位時に全体的に(+)以上の放電のものが多

が, アテトーゼ型ほどではない。放電点数差は 7.51 であり, これも対照群に比してかなりのエネルギー浪費型である。

3) 痙直性片麻痺型

やはり立位で(+)以上の放電を示すものが多いが, かなり対照群に近づいた型である。

放電点数差も 3.81 で, 対照群の 2.70 にかなり近い値である。

2. 酸素消費量について

(1) 対照群の安楽臥位および立位時における酸素消費量 (Fig. 4, Table 4)

安楽臥位時の酸素消費量の平均値は 186.2 cc/min/m² で, 安楽立位時のそれは 209.2 cc/min/m² であった。酸素消費量の増加率の平均値は 11.83% であった。

(2) 脳性麻痺患者の安楽臥位および立位時における酸素消費量 (Fig. 5, Table 4)

安楽臥位時の酸素消費量の平均値は 198.4 cc/min/m² で, 安楽立位時は 254.2 cc/min/m² であった。酸素消費量の増加率の平均値は 32.22% であった。

病型別にみると, 安楽臥位時の酸素消費量の平均値は, アテトーゼ型で 194.2 cc/min/m², 痙直型で 200.9 cc/min/m², 片麻痺型で 204.4 cc/min/m² であり, 立位時ではアテトーゼ型で 263.7 cc/min/m², 痙直型で 258.2 cc/min/m², 片麻痺型で 231.4 cc/min/m² であった。

酸素消費量の増加率はアテトーゼ型で 41.65%, 痙直型で 32.15%, 片麻痺型で 12.59% であった。

脳性麻痺患者は全体的に酸素消費量およびその増加率は高値を示している。しかし片麻痺型は対照群に近い値を示している。

これは筋電図学的検索で得られた片麻痺型がエネルギー浪費が一番少ないという所見と一致している。

Table 4 EMG scores and oxygen consumption in patients with C.P.

	EMG scores			Oxygen consumption (cc/min/m ²)		
	supine	standing	difference of scores	supine	standing	increasing ratio
Cerebral palsy	5.1	12.7	8.10	198.4	254.2	32.22
athetotic type quadriplegia	6.6	16.1	10.64	194.2	263.8	41.65
spastic type quadriplegia	2.8	10.2	7.51	200.9	258.2	32.15
monoplegia	3.6	9.3	3.81	204.4	231.4	12.59
Control group	1.6	4.3	2.70	186.2	209.2	11.83

考 察

脳性麻痺に関する定義は本邦では 1953 年に齊藤、伊藤²⁴⁾が、“脳の機能的あるいは器質的障害による器官活動の異常状態である”と述べたのに始まり、1968 年には厚生省脳性麻痺研究班が、“受胎から新生児（生後 4 週間）までの間に生じた脳の非進行性病変に基づく永続的な、しかも変化しうる運動および姿勢の異常である”と定義した^{25~27)}。

学童期またはそれ以後の成人の脳性麻痺患者には中

Table 5 Energy requirement for various postures and movements

Condition	Oxygen consumption (cc/min/m ²)	Energy requirement	
		kcal/min	kcal/min
Supine	226~242	1.14	
Sitting	234~260	1.19	
Easy standing (stand at ease)	238~286	1.25	
Stand at attention		1.30	
Walking			
velocity 53 m/min	667	3.7	0.053
112 m/min	1,296	6.7	0.064
146 m/min	2,240	11.5	0.077

(Revised from Motokawa)

枢神経系障害^{28~33)}に加うるに、関節の変形、拘縮、筋肉の發育不全や廃用性萎縮の伴う筋力の減退や拮抗筋間のアンバランスが出現する³⁴⁾。これら関節、筋の障害に対しては整形外科的になんらかの処置または手術を施行すること^{35~37)}により、多少なりとも A.D.L. の改善が得られるはずである。しかしそれには筋の運動能力が要求される。その運動能力を判定しうるにたる検査法が報告されていない。

著者はこれらの潜在的運動能力の将来への応用を評価する方法として、筋電図および酸素消費量の検索を試み、その両者の総合判定を対称群との比較で評価した結果で、患者の運動能力の一部を評価し、再利用する可能性を見出しえた。

正常例の場合の筋電図の所見、または酸素消費量に関しては現在までに諸家により報告されており^{20,38~46)}、その標準値はほとんど定説化されている (Table 5)。

しかし脳性麻痺の筋電図所見、酸素消費量となると、その報告はそう多いものではない^{47~50)}。酸素消費量は一般的には Table 5 のごとくにいわれているが、著者の求めた脳性麻痺患者の値もこの範囲内に入るものが多いが、筋電図振幅の増加と酸素消費量の増加とが平行して、対照例より高い値であったことに意味がある (Fig. 11)。

Fig. 11 Changes in EMG marks and oxygen consumption during easy supine and standing

Fig. 12 Classification of CP patients according to the L.M.A.

Table 6 EMG scores and oxygen consumption according to L.M.A. grading

	L.M.A.	EMG scores			Oxygen consumption (cc/min/m ²)		
		supine	standing	difference of scores	supine	standing	increasing ratio (%)
C.P.	A	5.1	18.1	13.0	193.4	289.0	53.6
	B	6.6	14.8	8.2	190.5	253.0	32.8
	C	4.0	8.9	4.9	204.2	233.5	14.3
	D	3.6	6.0	2.4	201.0	219.1	9.3
Control		1.6	4.3	2.7	186.2	209.2	11.8

脳性麻痺患者の中でも片麻痺型のものは対照群に割合近い値を示していた。しかし、その他のもので対照群よりずっと高い値を示す症例でも適切な治療を行えば多少なりともエネルギーの浪費を防げるものと考えた。

そこで著者は脳性麻痺患者を L.M.A. にしたがって 4 段階に分類してみた (Fig. 12, Table 6)。

その結果、筋電図の放電点数差は対照群では 2.7、

脳性麻痺患者では L.M.A. の A 群で 13.0、B 群で 8.2、C 群で 4.2、D 群で 2.4 という結果であった。酸素消費量の増加率は対照群で 11.8%、A 群で 53.6%、B 群で 32.8%、C 群で 14.3%、D 群で 9.3% であった。

これらの C 群、D 群に属するものは筋電図所見および酸素消費量の値そのものが、対照群とかけ離れたものでないだけに、適切な治療を加えることにより

Fig. 13 Distribution of EMG scores and oxygen consumption ratio according to L.M.A. grading

Fig. 14 Changes of oxygen consumption ratio difference of EMG marks and L.M.A.

A. D.L.の改善は望めそうである。Fig. 13に示すC群およびD群は対照群の分布と類似している。これらのものには理学療法、機能訓練、または時により筋腱移行術などの手術的治療により十分回復しうる可能性があると思われる。問題はAまたはB群に属するものであるが、これとて Fig. 14 に示すごとく、症例 4~6のように適切な治療により A.D.L. の改善の得られたものもある。しかし、これらの例も筋放電点数差が 10.0 以下で、酸素消費量の増加率が 50% 以下である必要がある。

これらの事実から、著者は学童期または成人の脳性麻痺患者で、整形外科的治療により A.D.L. の改善が望みうる症例は、病型別では片麻痺型、および痙直型であること、そして姿勢保持筋の筋電図検索による筋放電点数差が 10.0 以下で、酸素消費量の増加率が 50% 以下の症例であろう。

結 論

1) 学童期および成人の脳性麻痺患者に対して、姿勢保持能力、下肢の潜在的運動機能を判定することを

目的とした。

2) 被検例は学童期および成人の脳性麻痺患者 60 例と、筋神経系に異常のない 25 例の対照群である。

3) 検索方法は安楽臥位および坐位時の姿勢保持筋の筋電図と、同姿勢時の酸素消費量を測定し、対照群と比較した。

4) 筋電図では脳性麻痺患者は安楽臥位で姿勢保持筋のうちで呼吸補助筋作用のある筋群に必要以上に放電があり、安楽立位では抗重力筋群に必要以上の放電がある。

5) 各筋の放電振幅を 5 段階に分類し、各段階に等比級数的に増加する点数を与えて、これを筋放電点数とした。また、立位の各筋の放電点数の総和と臥位の放電点数の総和の差を放電点数差とした。放電点数差は多ければ多いほど必要以上の筋放電を示している。すなわちエネルギーの消費を示している。放電点数差は対照群で 2.70、脳性麻痺患者は 8.10 (アテトーゼ型: 10.64, 痙直型: 7.51, 片麻痺型: 3.81) であった。

6) 安楽臥位時の酸素消費量に対する立位時の酸素消費量の割合を酸素消費量の増加率として求め、これに関して検討した。酸素消費量の増加率は対照群では 11.83%, 脳性麻痺患者では 32.22% (アテトーゼ型: 41.65%, 痙直型: 32.15%, 片麻痺型: 12.59%) であった。

7) 脳性麻痺患者と下肢運動発達年齢 (L.M.A.) 別に重症から軽症に向かって、A,B,C,D の 4 群に分けた。その結果、筋電図および酸素消費量は C および D 群は対照群に近い値であった。

8) 学童期および成人の脳性麻痺患者で整形外科的な適切な治療により、A,D,L. の改善が望める症例は、病型別では片麻痺型または痙直型で、筋電図による放電点数差は 10.0 以下、酸素消費量の増加率は 50% 以下の症例であると考えられた。

稿を終えるに当たり、懇篤なるご指導を賜った伊藤忠厚名誉教授に深謝致します。また、終始ご援助頂いた整形外科教室員各位ならびに資料と検索の機会を与えられ、ご協力を頂いた山梨県立あけぼの医療福祉センター所長、佐藤甲助博士および職員各位に謝意を捧げます。

なお、本論文の要旨は第 6 回日本脳波・筋電図学会大会 (福岡, 1976 年), The 4th Congress of the International Society of Electrophysiology and Kinesiology (Boston, 1979 年) において発表した。

文 献

1) 長畑正道: 脳性麻痺の姿勢異常。神研の進歩, 11, 521

~525, 1967.

- 2) Little, W.J.: The influence of abnormal parturition, difficult labour, premature birth, and asphyxia neonatorum on the physical condition of the child, especially in relation to deformities. *Lancet*, Oct. 19, 1861. (*Cerebral palsy Bull.*, 1, 377, 1958.)
- 3) Denhoff, E.: Early recognition of cerebral dysfunction in pediatric practice. *Clin. Pediatr.*, 5, 334~341, 1966.
- 4) Illingworth, R.S.: The diagnosis of cerebral palsy in the first year of life. *Dev. Med. Child Neurol.*, 8, 178~194, 1966.
- 5) 鈴木義之: 脳性麻痺の原因と診断。小児科, 8, 331~338, 1967.
- 6) 中島健之: 脳性小児麻痺の早期診断に最も役立つ所見。小児科, 9, 235~238, 1968.
- 7) 穂山富太郎, 藤田雅章, 川口幸義: 脳性麻痺の早期診断の問題点。総合リハ, 4, 5~17, 1976.
- 8) Illingworth, R.S.: 乳幼児の知能, 身体の発達: 正常と異常。布施徳郎訳, p. 165, 岩崎学術出版, 東京, 1976.
- 9) Bobath, K., and Bobath, B.: The facilitation of normal postural reactions and movement in the treatment of cerebral palsy. *Physiotherapy*, 50, 246~262, 1964.
- 10) Vojta, V.: Die cerebralen Bewegungsstörungen im Säuglingsalter; Frühdiagnose und Frühtherapie. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1976.
- 11) 中島雅之輔: 脳性麻痺の早期治療: Vojta 法の効果とその検討。整形外科, 27, 506~515, 1976.
- 12) 中村隆一, 斉藤宏, 森山早苗, 深津時吉, 北原美恵子, 瀬間弥栄子: 脳性麻痺の運動, 動作障害: 運動パターンの異常と治療。"運動の神経機構とその障害" (中村隆一, 島村宗夫編), p. 121, 医歯薬出版, 東京, 1975.
- 13) 梶浦一郎: 脳性麻痺の早期治療とその効果。整形外科, 27, 483~491, 1976.
- 14) 橋本博太郎, 長畑正道: 脳性麻痺の臨床および分類の再考。臨神経, 4, 89~99, 1964.
- 15) 江口寿栄夫: 学童期脳性麻痺に対するリハビリプログラム。総合リハ, 4, 35~41, 1976.
- 16) Johnson, M.K., Zuck, F.N., and Wingate, K.: The motor age test; Measurement of motor handicaps in children with neuromuscular disorders such as cerebral palsy. *J. Bone Joint Surg. [Am.]*, 33, 698~707, 1951.
- 17) Beals, R.K.: Spastic paraplegia and diplegia; An evaluation of non-surgical and surgical factors influencing the prognosis for ambulation. *J. Bone Joint Surg. [Am.]*, 48, 827~846, 1966.
- 18) Ingram, A.J.: Campbell's Orthopaedics. Vol. 2, 1689, The C.V. Mosby Company, Saint Louis, 1971.
- 19) 高橋勇: 小児の整形外科 下。"小児科学 23 集" (訥摩武人編), p. 47, 東西医学社, 東京, 1972.
- 20) 吉田恒丸: 腰痛患者の筋電図学的研究。日整外会誌, 40, 147~173, 1966.
- 21) 福原達夫: 筋電図よりみた正常歩行 および病的歩行における僧帽筋の動作学的解析。日医大誌, 36, 335~345, 1969.
- 22) 笹木浩, 横山哲朗: スパイログラフの臨床。p. 31, 医学書院, 東京, 1959.

- 23) 斉藤一男：姿勢について。日整外会誌，**18**，841～887，1943。
- 24) 斉藤一男，伊藤忠厚：脳疾患と整形外科。日整外会誌，**26**，349～361，1953。
- 25) Minerar, W.L. : A classification of cerebral palsy. *Pediatrics*, **18**，841～852，1956。
- 26) 福山幸夫：脳性小児麻痺の定義。小児の精と神，**1**，103～111，1961。
- 27) Bax, M.C.O. : Terminology and classification of cerebral palsy. *Dev. Med. Child Neurol.*, **6**，259～297，1964。
- 28) 山本浩：姿勢からみた脳性麻痺。“運動の神経機構とその障害”（中村隆一，島村宗夫編），p. 217，医歯薬出版，東京，1975。
- 29) Abercrombie, M.L.J., Lindon, R.L., and Tyson, M.C. : Associated movement in normal and physically handicapped children. *Dev. Med. Child Neurol.*, **6**，573～580，1964。
- 30) Mary, R., and Fiorentino, O.T.R. : 脳性麻痺の反射検査。小池文英訳，p. 1，医歯薬出版，東京，1971。
- 31) Bobath, B. : Abnormal postural reflex lesions. William Heinemann, London, 1971。
- 32) 島村宗夫：脳性麻痺児にみられるびっくり反応の神経機構。臨床生理，**1**，373～377，1971。
- 33) Duncan, W.R. : Tonic reflex of the foot; Their orthopaedic significance in normal children and in children with cerebral palsy. *J. Bone Joint Surg. [Am.]*, **42**，859～868，1960。
- 34) Sharrard, W.J.W. : Paralytic deformity in lower limb. *J. Bone Joint Surg. [Br.]*, **49**，731～747，1967。
- 35) Keats, S. : *Operative Orthopaedics in Cerebral palsy*. p. 101, Charles C Thomas Publisher, Springfield, 1970。
- 36) Cooper, I.S. : *Surgical treatment of the Disorders*. (Asian ed.), p. 317, Dokutru company, Tokyo, 1970。
- 37) 植林博太郎：定位脳手術と脳性麻痺。“脳性麻痺”（佐藤孝三他編），p. 298，医学書院，東京，1971。
- 38) 小片保：筋活動電流による直立姿勢に関する研究。人類誌，**62**，61～72，1951。
- 39) Floyd, W.F., and Silver, P.H.S. : The function of the Erectors spinae muscles in certain movements and postures in man. *J. Physiol. (Lond.)*, **129**，184～203，1955。
- 40) 望月孝昭：麻痺性跛行の筋電図学的研究；特に軀幹直立筋の筋機能に関する考察。日整外会誌，**39**，219～225，1965。
- 41) 谷口良康：腰痛の筋電図学的研究。日整外会誌，**44**，475～491，1970。
- 42) Joseph, J., and Nightingale, A. : Electromyography of muscle of posture, leg muscles in males. *J. Physiol. (Lond.)*, **117**，484，1952。
- 43) Joseph, J. : Electromyographic study of man's posture. *Clin. Orthop.*, **25**，92～97，1967。
- 44) 白井康正：腰痛患者の骨盤傾斜に関する研究。日医大誌，**34**，59～71，1967。
- 45) Wheatley, M.D., and Jahnke, W.D. : Electriomyographic study of the superficial thigh and hip muscles in normal individuals. *Arch. Phys. Med.*, **32**，508～515，1951。
- 46) 本川弘一：運動生理学；全身の運動。“生理学講義 下”（藤田敏彦，細谷雄二，本川弘一編），p. 31，南山堂，東京，1959。
- 47) 兼光智：脳性麻痺の言語障害と治療に関する研究。日整外会誌，**37**，563～582，1963。
- 48) 中村隆一：脳性麻痺の連合反応。“リハビリテーションにおける筋電図”（中村隆一編），p. 237，医歯薬出版，東京，1973。
- 49) 池田正三，高田吉蔵，山根実：脳性麻痺の呼吸機能。日整外会誌，**37**，762～763，1963。
- 50) 山形裕昭，有賀ふみよ：脳性麻痺の呼吸について。日整外会誌，**38**，639～640，1964。

(受付：1983年12月1日)