

THE DISTRIBUTION OF THE PERMANENT PARALYSIS IN THE LOWER LIMB IN POLIOMYELITIS

A Clinical and Pathological Study

W. J. W. SHARRARD, LONDON, ENGLAND

*From the Institute of Orthopaedics and the Royal National Orthopaedic Hospital
under a grant from the Medical Research Council*

ポリオ患者の下肢における永続的完全麻痺の分布について
臨床的および病理学的研究

W. J. W. SHARRARD、ロンドン、イングランド (イギリス)

医学研究評議会からの助成金の下で、整形外科研究所と王立国立整形外科病院から

Though a striking feature of the paralysis that may result from an attack of poliomyelitis is its diversity, the belief that some order exists in the apparently irregular distribution of the permanent paralysis has been expressed by several authors. Wickman (1913) stated that "although a great variety of combinations of paralyzes are found, certain types appear more often than others; in the leg the peroneal group and certain muscles of the thigh—in my experience the quadriceps femoris especially—tend to be implicated." Lovett and Lucas (1908), Lovett (1915, 1917), Jahss (1917), Mitchell (1925) and Legg (1929, 1937) showed tables indicating the relative frequency of paralysis and paresis in the muscles of the lower limb. All show a high incidence of paralysis in tibialis anterior, tibialis posterior, the long extensors of the toes and the peronei. A lower incidence of paralysis but a greater combined total of paralyzes and pareses is shown in the quadriceps and in the gluteal muscles. No satisfactory explanation has yet been offered to account for these findings.

ポリオ発作から生じる可能性がある完全麻痺の顕著な特徴はその多様性であるが、永続的な完全麻痺の明らかに不規則な分布に何らかの秩序が存在するという確信が幾人かの著者によって表明されている。

Wickman (1913) は、「完全麻痺の非常に多様性のある組み合わせが見られるが、特定の型が他の型よりも頻繁に現れる；下腿では腓骨筋群と大腿での特定の筋—私の経験では、特に大腿四頭筋—は関係している傾向がある。」と述べている。

Lovett と Lucas (1908)、Lovett (1915,1917)、Jahss (1917)、Mitchell (1925) と Legg (1929,1937) は、下肢筋の完全麻痺と不全麻痺の相対頻度を表す表を示した。

すべて、前脛骨筋、後脛骨筋、長趾伸筋および腓骨筋群で完全麻痺の発生率が高いことを示している。大腿四頭筋と殿筋群では、完全麻痺の発生率は低くなるが、完全麻痺と不全麻痺を合わせた合計が多くなる。それらの所見を説明するための満足する解釈はまだ提示されていない。

It is the object of this paper to review the distribution of paresis and paralysis in the muscles of the lower limb, to account for its disposition in terms of the destruction of motor nerve cells in the lumbo-sacral spinal cord, and to indicate the practical application of the findings in the management of poliomyelitis.

この論文の目的は、下肢筋における不全麻痺と完全麻痺の分布を再考すること、腰仙脊髄運動神経細胞の破壊の観点からその傾向を説明し、ポリオの管理における調査結果を実用的に適用することを示すことである。

THE DISTRIBUTION OF PARESIS AND PARALYSIS IN THE MUSCLES OF THE LOWER LIMB

MATERIAL

下肢筋における不全麻痺及び完全麻痺の分布

Material (資料)

The cases analysed in this paper were those in which a study of muscle recovery was previously reported in this Journal (Sharrard 1955). In 142 patients there were 203 lower limbs in which, three years after the onset of poliomyelitis, residual paresis or paralysis could be detected in one or more muscles by clinical examination. The seventeen muscles or muscle groups that are analysed here are the same as those described in the previous study of muscle recovery.

この論文において分析された症例は、筋回復の研究がこのジャーナル (Sharrard 1955) で以前に報告されたものと同じである。

142 人の患者で 203 の下肢があり、ポリオを発症してから 3 年後、臨床研究によって 1 つまたは複数の筋群に残存した不全麻痺または完全麻痺が検出された。

ここで分析された 17 の筋や筋群は、以前の筋の回復の研究で述べられたものと同様である。

AFFECTION OF INDIVIDUAL MUSCLES

個々の筋群の発症

Of 2,464 affected muscles, 1,502 were paretic and 962 paralysed; the ratio of paresis to paralysis was 1.56 to 1.0.

2,464 の罹患筋で 1,502 が不全麻痺で 962 が完全麻痺だった。不全麻痺と完全麻痺の比率は 1.56 対 1.0 だった。

The numbers of pareses and paralysees of individual muscles, and the proportions of paresis to paralysis in them, varied (Tables I and II). The main facts are that the quadriceps and the hip abductors (gluteus medius and minimus) lead in frequency of affection and in numbers of pareses, but the muscles of the leg are those most frequently paralysed. Tibialis anterior, tibialis posterior and the long flexors and extensors of the toes show low proportions of paresis to paralysis, while the hip flexors and hip adductors show a high proportion.

個々の筋の不全麻痺と完全麻痺の数と、それらにおける不全麻痺と完全麻痺の割合は一定ではなかった。

(表 I および表 II)

大腿四頭筋と股関節の外転筋群 (中殿筋と小殿筋) は、発症の頻度と不全麻痺の数でリードしているという主要な事実があるが、下腿の筋が最も頻繁に完全麻痺になっている。

前脛骨筋と後脛骨筋と足趾の屈筋群、伸筋群は完全麻痺に対する不全麻痺の割合が低く、股関節の屈曲筋群と外転筋群が高い割合を示す。

The order of the muscles shown in Table I confirms Lovett's (1915) finding that the muscles nearest the trunk are more frequently affected than the distal ones. He observes that " the demands on the hip and shoulder muscles are simple and less continuous than on the muscles of the lower leg and forearm or of the hand and foot.

表 I において示された筋の順序は、体幹に最も近い筋群は遠位の筋群と比べてより頻繁に発症するという Lovett (1915) の発見を裏付けている。

彼は次のような観察をしている、「股関節と肩の筋群への要求は単純で下腿や前腕、または手部や足部の筋群よりも連続性がない。

TABLE I
THE FREQUENCY OF AFFECTION OF 2,464 MUSCLES IN THE LOWER LIMB
(表 I 下肢の 2,464 筋の影響の割合)

Muscle	Number affected
Quadriceps	184
Hip abductors (gluteus medius and minimus)	178
Inner hamstring muscles	168
Biceps femoris	164
Hip adductors	162
Hip flexors	159
Tibialis anterior	152
Tensor fasciae latae	149
Gluteus maximus	142
Tibialis posterior	140
Flexor hallucis longus	133
Flexor digitorum longus	130
Extensor digitorum longus	130
Calf muscles (triceps surae)	129
Peronei	126
Extensor hallucis longus	125
Intrinsic foot muscles	93
Total	2,464

The latter are continuously active in small fine complicated movements, whereas the large muscles nearest the trunk deal with coarser and less frequent movements." It is tempting, on this basis, to assume that a causal relationship exists between differences in the size and function of individual muscles and their frequency of affection by poliomyelitis.

後者は小さく、繊細で複雑な動きで連続的に活動するが、体幹に最も近い大きい筋群は粗大で頻度の低い動きを扱う。」

これに基づいて個々の筋群におけるサイズと機能、ポリオによる発症の頻度の違いの間に因果関係があると仮定することは興味深い。

When, however, the same muscles are arranged in order of frequency of paralysis (Table II) the picture is completely different. The largest number of paralysees are found in the distal muscles, which also agrees with Lovett's findings. To explain them he states that "the severity of the paralysis is proportionate to the weight to be met by the muscles at different levels, not because this factor influences in any way the original affection of the (nerve) cells but because it may retard the recovery of those muscles working against the greatest weight." Although this hypothesis may be attractive, it fails to explain several important discrepancies. There is a very low incidence of paralysis in the intrinsic foot muscles which, by Lovett's reasoning, should be the most frequently paralysed of all muscles in the lower limb. The number of paralysed inner hamstring muscles differs from the number of paralysed biceps femoris muscles, though it should be about the same. Further, the rate of recovery in proximal and distal muscles, instead of showing the considerable differences needed to account for the complete dissimilarity between the order of the muscles in Tables I and II has been shown to be the same for all muscles in the lower limb (Sharrard 1955).

しかしながら、同じ筋群を完全麻痺の頻度順に配置されている場合（表Ⅱ）、見え方は全く異なる。完全麻痺の最大数は遠位筋群に見られており、このことも、Lovett の発見と一致している。それらを説明するために、「麻痺の重症度は、さまざまなレベルでの筋群の重量に比例している。この要因は、元の神経細胞の影響によって何らかの影響を与えられるからではなく、最大の体重に逆らって働くことで筋の回復が遅れるためかもしれない。」と彼は述べている。この仮説は興味を引くかもしれないが、いくつかの重要な矛盾を説明することはできない。Lovett の推論によると、足の内在筋群は下肢のすべての筋の中で最も頻繁に麻痺しているべきであるが、完全麻痺の発生率は非常に低い。完全麻痺した内側ハムストリング筋群の数と、完全麻痺した大腿二頭筋群の数とはほぼ同じであるべきであるのだけれども、異なっている。さらに、表Ⅰと表ⅠⅠの筋群の順序には完全な類似性がないと説明するために、必要なかなりの違いを示している代わりに、近位と遠位の筋群の回復率は、下肢のすべての筋群で同じであることが示されている。（Sharrard 1955）。

TABLE II
THE INCIDENCE OF PARALYSIS AND PARESIS-IN THE MUSCLES OF THE LOWER LIMB.
THE MUSCLES ARE SHOWN IN ORDER OF FREQUENCY OF PARALYSIS.

（表Ⅱ 下肢の筋群における完全麻痺と不全麻痺の発生率。
筋群は完全麻痺の頻度順に示されている）

Muscle	Number paralysed	Number paretic	Ratio of paresis to paralysis
Tibialis anterior.	103	49	0.47
Tibialis posterior	89	51	0.57
Flexor digitorum longus	85	45	0.52
Flexor hallucis longus	84	49	0.58
Extensor hallucis longus	66	59	0.89
Extensor digitorum longus	63	67	1.06
Peronei	60	66	1.10
Calf muscles (triceps surae)	57	72	1.26
Biceps femoris	54	110	2.03
Hip abductors (gluteus medius and minimus)	47	131	2.78
Quadriceps	46	138	3.00
Inner hamstring muscles	43	125	2.90
Tensor fasciae latae	38	111	2.92
Hip adductors	36	126	3.50
Hip flexors	34	125	3.67
Gluteus maximus	33	109	3.30
Intrinsic foot muscles	24	69	2.87
Total	962	1,502	

As Skinhøj (1949) observed in a similar study, there is no quality of the muscle such as size, function, position in the limb or phylogenetic development that can satisfactorily explain the frequent affection of some muscles and the high proportion of paralysis in others.

Skinhøj (1949) が同様の研究で観察したように、一部の筋で頻繁に発生することや、その他の筋での麻痺の高い発生割合を十分に説明することができる大きさ、機能、四肢の位置あるいは系統発生などの筋の特性はない。

ASSOCIATED PARALYSES

関連する完全麻痺

That certain muscles appear to be paralysed or weakened together has been noted by several authors (Courtney 1896, Wickman 1913, Lovett 1915); their observations were, unfortunately, incomplete and relied on clinical impressions rather than on numerical analyses.

その特定の筋群が一緒に麻痺または弱化したように見えることは、何人かの著者によって指摘されている (Courtney 1896、Wickman 1913、Lovett 1915)、彼らの観察は、残念ながら不完全であり、数値解析ではなく臨床的印象に依存していた。

The muscle charts of the 203 lower limbs in this series were reviewed to find out whether those impressions were correct, and to reveal associations of paralysis that might otherwise be overlooked. Coincident sparing or absence of paralysis in muscles, which is equally important and likely to escape clinical observation, was also noted. Each muscle or muscle group was paired in turn with every other muscle. The number of times that both were paralysed in the same limb, that both were not paralysed, or that one was paralysed and the other not, was noted. The number of times that coincidence or contrariety of paralysis could occur purely by chance was also calculated. Differences between the expected and the observed findings were worked out and submitted to statistical analysis.

再考察されたこのシリーズにおける 203 の下肢の筋図表は、それらの印象が正しかったかどうかを見出すため、そして再考察されなければ見落とされる可能性のあった麻痺の関連性を明らかにした。

同様に重要であり、臨床的観察から逃れる可能性が高い、筋群における麻痺のわずかな程度（の麻痺）が全く（麻痺が）ないかも記録された。

各筋または筋群は、他のすべての筋と（図の上から）順番にペアになった。

両方が同じ肢節で麻痺した回数、両方が麻痺しなかったもの、または一方が麻痺し、もう一方が麻痺しなかった回数が記録された。

偶然によって、純粋に生じるはずだった麻痺の一致または不一致の回数もまた計算された。

予想された結果と観察された結果との間の違いが算定され、統計分析に提出された

The assessment of statistical significance by the χ^2 test gave a strongly positive result for all muscle pairs, the association factor for the most strongly associated pairs being more than two hundred times the minimum figure for statistical significance. A muscle pair was considered to be very strongly associated if the association factor was more than one hundred and fifty times the minimum.

χ^2 乗検定による統計的有意性の評価では、すべての筋のペアで強い有意性結果が得られ、最も強く関連するペアの相関係数は、統計的有意性の最小値の 200 倍を超えている。

もし相関係数が最小値の 150 倍を超えたなら、筋のペアは非常に強く関連付けられていると見なされた。

TABLE III

ASSOCIATED PARALYSES IN THE LOWER LIMB

Muscles in heavy type are very strongly associated: those in normal type are strongly associated

(表Ⅲ 下肢の関連した完全麻痺

重度タイプの筋は非常に強く関連した：正常のタイプのそれらは、強く関連した)

Muscle	Associated muscles
Hip flexors (psoas)	Quadriceps, adductors
Adductors	Quadriceps, inner hamstring muscles, hip flexors
Quadriceps	Hip flexors, adductors, inner hamstring muscles
Inner hamstring muscles	Adductors, quadriceps, hip abductors
Hip abductors (gluteus medius and minimus)	Gluteus maximus, biceps femoris, tensor fasciae latae
Tensor fasciae latae	Hip abductors, gluteus maximus
Gluteus maximus	Hip abductors, biceps femoris, tensor fasciae latae
Biceps femoris	Gluteus maximus, hip abductors, calf muscles
Calf muscles (triceps surae)	Biceps femoris, flexor digitorum longus
Flexor hallucis longus	Flexor digitorum longus, extensor hallucis longus
Flexor digitorum longus	Flexor hallucis longus, extensor hallucis longus
Extensor hallucis longus	Extensor digitorum longus, peronei, flexor hallucis longus
Extensor digitorum longus	Extensor hallucis longus, peronei
Peronei	Extensor digitorum longus, extensor hallucis longus
Tibialis anterior	Tibialis posterior
Tibialis posterior	Tibialis anterior, extensor hallucis longus
Intrinsic foot muscles	Calf muscles, peronei

The results are given in Table III. Some associated paralyses—for instance between the long toe extensors and the peronei or between the hip abductors (gluteus medius and minimus) and the gluteus maximus—might be explained by the closely allied functions of the muscles, as had been suggested by Lovett (1915). Other associations, such as those between the calf muscles (triceps surae) and the biceps femoris (first described by Bennett in 1952) or between the quadriceps, the hip adductors and the hip flexors cannot be accounted for so easily.

結果を表Ⅲに示す。

いくつかの関連する麻痺、例えば、長趾伸筋と腓骨筋群との間、または股関節外転筋群（中殿筋および小殿筋）と大殿筋との間は、Lovett (1915) によって示唆されたように、筋群の密接に関連した機能によって説明されるかもしれない。

(*Lovett (1915) の発見…体幹に近い筋が、遠位の筋よりも頻繁に影響を受ける。)

その他の関連について、ふくらはぎの筋群（下腿三頭筋）と大腿二頭筋（1952年に Bennett によって最初に記述された）の間、または大腿四頭筋、股関節内転筋群、股関節屈筋群の間などについては、それほど簡単には説明できない。”

The absence of a strong association between the inner hamstring muscles and the biceps femoris or between the long toe flexors and the intrinsic foot muscles provides further evidence against the theory that associated function leads to associated paralysis of muscles.

内側ハムストリングス筋群と大腿二頭筋の間、または長趾屈筋群と足の内在筋群の間に強い関連性がないことは、関連する機能が関連する筋群の麻痺につながるという理論に反するさらなる証拠を提出している。

SEGMENTAL INNERVATION IN RELATION TO AFFECTION OR PARALYSIS OF MUSCLES
筋群の発症または完全麻痺への関連における分節神経支配

If the paralysis in a muscle is not related to any feature of the muscle itself, there remains the possibility that it may be related to its innervation, or, more precisely to the site and extent of changes in the motor cells of the anterior horn of the spinal cord.

筋における完全麻痺が筋そのもののすべての特徴に関連がなければ、その神経支配、より正確には脊髄前角細胞における変化の位置と程度が関連している可能性が残る。

Evidence of such a relationship is given an enquiry into the segmental incidence of muscle affection. For each spinal segment, the total number of affected muscles that receive a supply from the segment were noted; thus, in the third lumbar segment, the muscles were the hip flexors (159), the hip adductors (162) and quadriceps (184). The mean—in this segment 168—was calculated and used to plot a curve (Fig. 1), which thus represents the segmental incidence of muscle affection. The highest incidence is found in the second and third lumbar segments; below this level, there is a uniform decrease in the numbers of affected muscles that successive spinal segments supply.

このような関連性の証拠は分節での筋の発症率の研究によって得られた。

各脊髄分節において、分節に支配をうけた全ての発症筋の数が記録され、その結果は、L3における筋は股関節の屈曲筋群（159）、股関節の外転筋群（162）そして大腿四頭筋（184）であった。

この分節における 168 の平均が算出され曲線を表示するために使用された（表 1）。これは筋のセグメント発症率を表している。

最も高い発生率はL2とL3であり、このレベル以下では連続した脊髄分節支配の発症筋の数は一定の減少を示した。

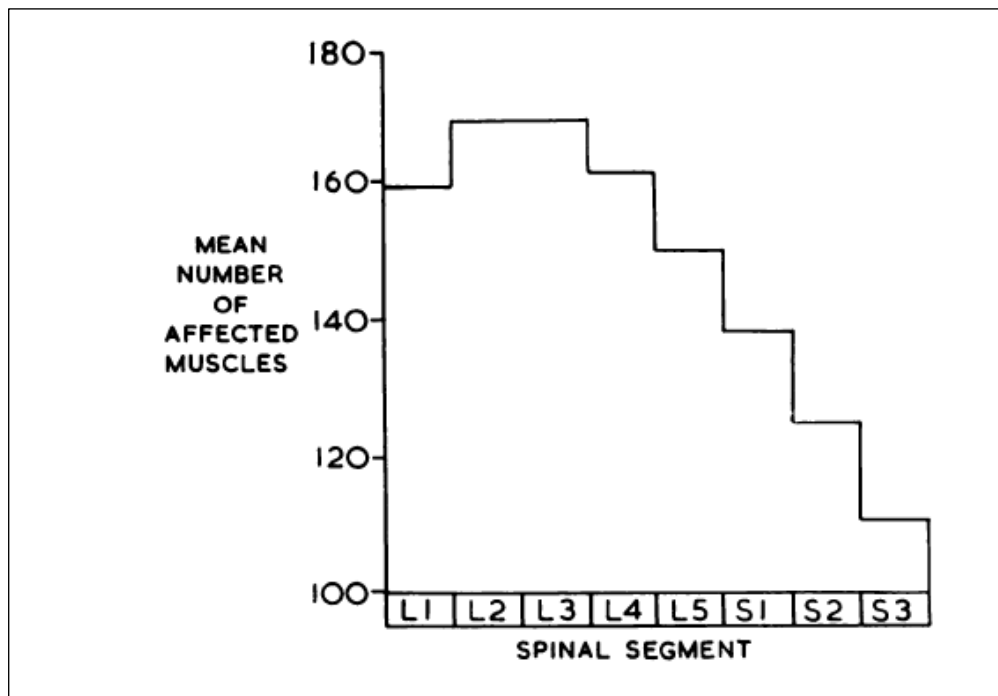


FIG. 1
 .The segmental incidence of affection of muscles in the lower limb.
 (表 1：下肢における筋発症の分節発生率)

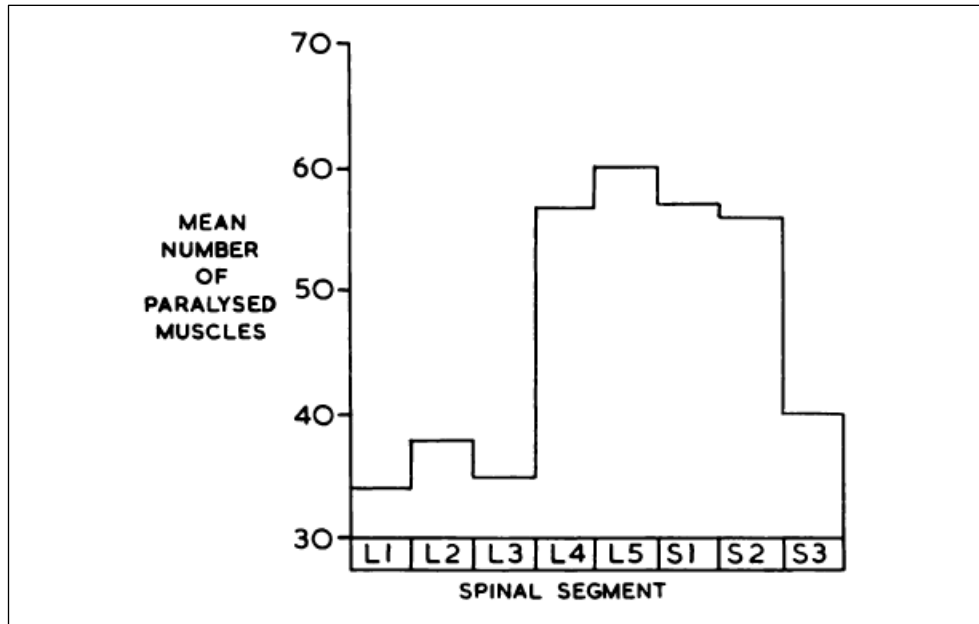


FIG. 2

The segmental incidence of paralysis of muscles in the lower limb.

表 2: 下肢筋の完全麻痺の髄節別発生率

The *segmental incidence of Paralysis* (Fig. 2), derived in the same way from the data in Table II, is altogether different. It is included for comparison with an almost identical curve obtained in the same way by Seddon *et al.* (1945) in an analysis of a large number of cases of poliomyelitis in the Malta epidemic of 1942-43. A high incidence is found in all spinal segments between the fourth lumbar and the second sacral segments; the curve, unlike that in Figure I, is irregular and does not indicate that there is any direct relationship between segmental innervation and frequency of paralysis.

表 II のデータから同じ方法で導き出された完全麻痺の髄節別発生率 (図 2) は、全く異なる。

これは、1942 年～43 年のマルタでのポリオ流行における数多くの症例の分析において、Seddon ら (1945) によって同じ方法で得られた、ほぼ同一の曲線と比較するために含まれている。

第 4 腰椎と第 2 仙椎の間の全ての髄節で、高い発生率が見られていて; 図 1 とは異なり、曲線は不規則であり、髄節性神経支配と完全麻痺の頻度との間に直接的な関係があることを示していない。

Attempts by earlier authors (Lovett 1915, Skinhøj 1949) to explain similar findings in terms of spinal cord lesions were hampered by the paucity of information concerning the localisation of function in the motor cells in man and by the incomplete accounts of the sites of destruction of these cells in poliomyelitis.

早期の著者 (Lovett 1915, Skinhoj 1949) による脊髄病変に関する同様の発見を説明するための試みは、ヒトの運動細胞における機能局在性に関する情報不足と、ポリオにおけるこれらの細胞の破壊部位の不完全な説明によって妨げられた。

Five years ago a study of normal and poliomyelitic spinal cords was begun; the results, a summary of which will be given here, account for all the clinical phenomena of muscle affect, paralysis and association of paralysis described above. 5 年前に、正常とポリオ罹患における脊髄の研究が開始され; その結果はここで要約されるが、上で述べられた筋への影響、完全麻痺および完全麻痺の関連性の全ての臨床現象を説明する。

THE SPINAL CORD IN THE NORMAL AND IN POLIOMYELITIS

正常およびポリオの脊髄

METHOD OF STUDY

研究方法

The principles underlying the study of the spinal cord in poliomyelitis are simple. Spinal cords were obtained from seven patients who had died at intervals varying between three months and eight years after the onset of the disease. The level of paralysis in the muscles of their lower limbs had been estimated by clinical examination and, whenever possible, confirmed at autopsy. The position and number of residual motor nerve cells in the lumbosacral spinal cord was determined and compared with the corresponding cells in the normal.

ポリオの脊髄の研究の基礎にある原理は単純である。

脊髄は、罹患後3ヶ月から8年の間のいろいろな間隔で、亡くなった7名の患者から得られた。

これらの下肢の筋群の完全麻痺のレベルは臨床検査によって評価された、また可能な時はいつでも、死体剖検によって確認された。

腰仙髄の残存する運動神経細胞の位置と数は決定され、正常の対応する細胞と比較された。

THE MOTOR CELL COLUMNS OF THE LUMBO-SACRAL SPINAL CORD

腰仙脊髄の運動細胞柱

In practice, the analysis of spinal cords proved to be a formidable task. Previous descriptions of the topography of the motor nerve cells in the anterior horn of the grey matter proved, with few exceptions (van Gehuchten and de Neeff 1900, Bruce 1901, Romanes 1941, Elliott 1942), to be quite inadequate and a separate study of three normal spinal cords had to be made.

実際には、脊髄の分析が膨大な仕事であることが証明された。

幾つかの例外を除き (van Gehuchten and de Neeff 1900、Bruce 1901、Romanes 1941、Elliott 1942)、灰白質の前角の運動神経細胞のトポグラフィ（局所構造図：形態・構造）に関する従来の記述が非常に不十分であることが証明され、3つの正常脊髄の独立した研究例が作られなければならなかった。

A method of reconstruction, by projection microscopy, of the nerve cell content of the lumbo-sacral spinal cord was devised (Sharrard 1953) ; serial sections were cut from the upper end of the twelfth thoracic spinal segment to the filum terminale, stained with eosin-azure, and the position, size and number of nerve cells in each successive series of twenty-five carefully superimposed sections plotted by drawing to produce a series of "cell charts." Each cell chart represents the nerve cell content of a 0.5 millimetre length of spinal cord. Examples taken from the third and fifth lumbar segments are shown in Figures 3 and 4.

投影顕微鏡によって、腰仙脊髄の神経細胞含有物の再構成の方法が考案された (Sharrard 1953) ; 第12胸髄節の上端から終末線維までの連続切片を、エオシン（紅色の酸性色素）-azure（空色・青色）で染色し、そして25の注意深く重ねられた切片の各連続部分の神経細胞の位置、大きさ、および数が、一連の「細胞図」を作成するために、描画することにより策定された。

各細胞図は、脊髄の0.5mmの長さの神経細胞含有量を表している。

第3と第5の腰髄から得られた例を図3と図4に示す。

The large motor nerve cells are arranged in columns whose disposition is remarkably constant at any given segmental level; the arrangement of the columns as seen in three dimensions is complex, and difficult to describe or illustrate. It would be inappropriate, in this article, to show the complete series of normal cell charts that were used as controls for the study of poliomyelitic cases; the detailed results that might be of value to other workers in this field will, it is hoped, be published later.

大きな運動神経細胞は柱に配置されていて、その配列は任意の髄節レベルで明らかに一定である。三次元で（立体的に）見られるような柱の配列は複雑であり、表出または描写することが困難である。

この文章において、ポリオ症例の研究の対照として使用された、正常な細胞図の完全な連続性を示すことは不適切である；この分野の他の研究者にとって価値があるかもしれない詳細な結果は、のちに公開されることが期待されている。

THE REPRESENTATION OF THE MUSCLES OF THE LOWER LIMB IN THE MOTOR CELL COLUMNS

運動細胞柱における下肢筋群の描写

Although previous work in experimental animals and in man suggested that the motor cell columns supply particular muscles or muscle groups, relatively little precise information was available about the representation of muscles in them in man. The sum of existing knowledge was well reviewed by Bok (1928). By comparing the presence or absence of cells in poliomyelitic spinal cords with the known activity in the muscles of the fourteen lower limbs concerned, much new information was obtained. The centres of innervation of all the main muscle groups in the lower limb have been identified; in Figure 5 an attempt has been made to record the muscle representation in the cell columns at each segmental level.

実験動物やヒトでの以前の研究は、運動細胞配列が特定の筋群または筋群に影響を与えることを示唆したが、ヒトでの運動細胞柱における筋の表現については比較的正確な情報が利用できなかった。

既存の知識の集積は、Bok (1928) によって十分にレビューされた。

ポリオの脊髄細胞が活着しているまたは死んでいることを、関係する 14 の下肢の筋群の既知の活動と比較することにより、多くの新しい情報が得られた。

下肢のすべての主要な筋群の神経支配の中心が特定される。; 図 5 では、各分節レベルの細胞列に筋の表現を記録する試みが行われた。

In general, cell columns lying ventrally in the anterior horn supply the muscles in the proximal part of the lower limb, whereas those lying dorsally supply the more distal muscles of the leg and foot.

一般に、前角の腹側にある細胞柱は下肢の近位部分の筋に供給（支配）するが、背側にある細胞柱は下腿と足のより遠位の筋に供給（支配）する。

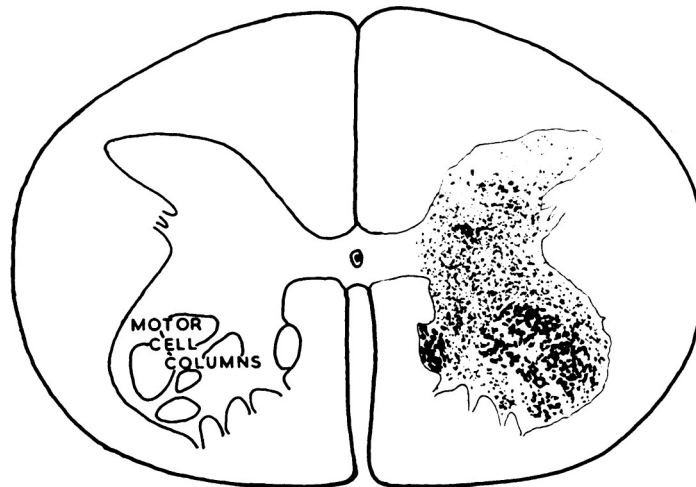


FIG. 3

Cell chart of the nerve cells in the grey matter of the third lumb segment of a normal spinal cord.

(図 3 : 正常な脊髄の第 3 腰髄の灰白質における神経細胞の細胞図)

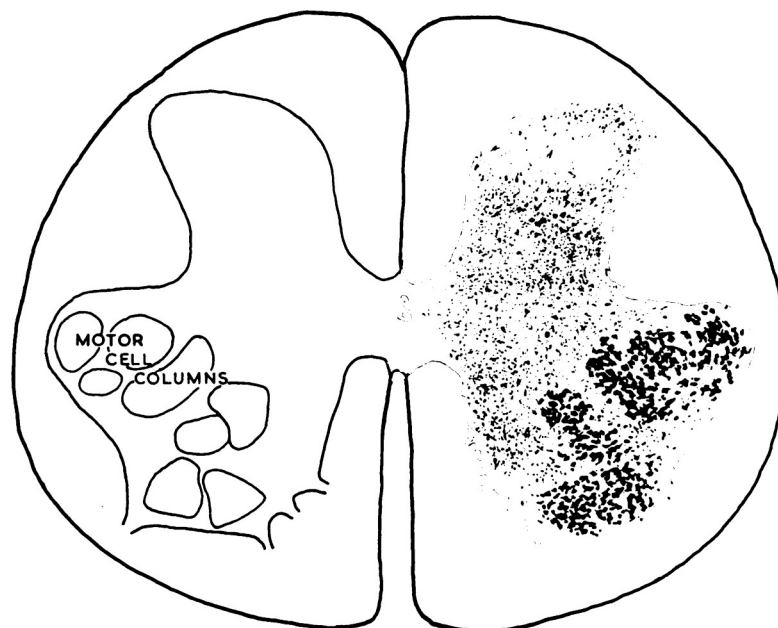


FIG. 4

Cell chart of the nerve cells in the grey matter of the fifth lumbar segment of a normal spinal cord.

(図4：正常な脊髄の第5腰髄の灰白質における神経細胞の細胞図)

Flexor muscles are supplied by columns situated medial and caudal to those supplying the corresponding extensor muscles. Some muscles, such as the hip flexors, the hip adductors and quadriceps are supplied by long cell columns; others, such as tibialis anterior, tibialis posterior, flexor digitorum longus and flexor hallucis longus are supplied by short columns.

屈筋群は、対応する伸筋群を供給（支配）する柱の内側と尾側に位置する柱によって供給（支配）される。股関節屈筋群、股関節内転筋群、大腿四頭筋などの一部の筋は、長い細胞柱から供給（支配）される。前脛骨筋、後脛骨筋、長趾屈筋、長母趾屈筋などの他のものは、短い柱で供給（支配）される。

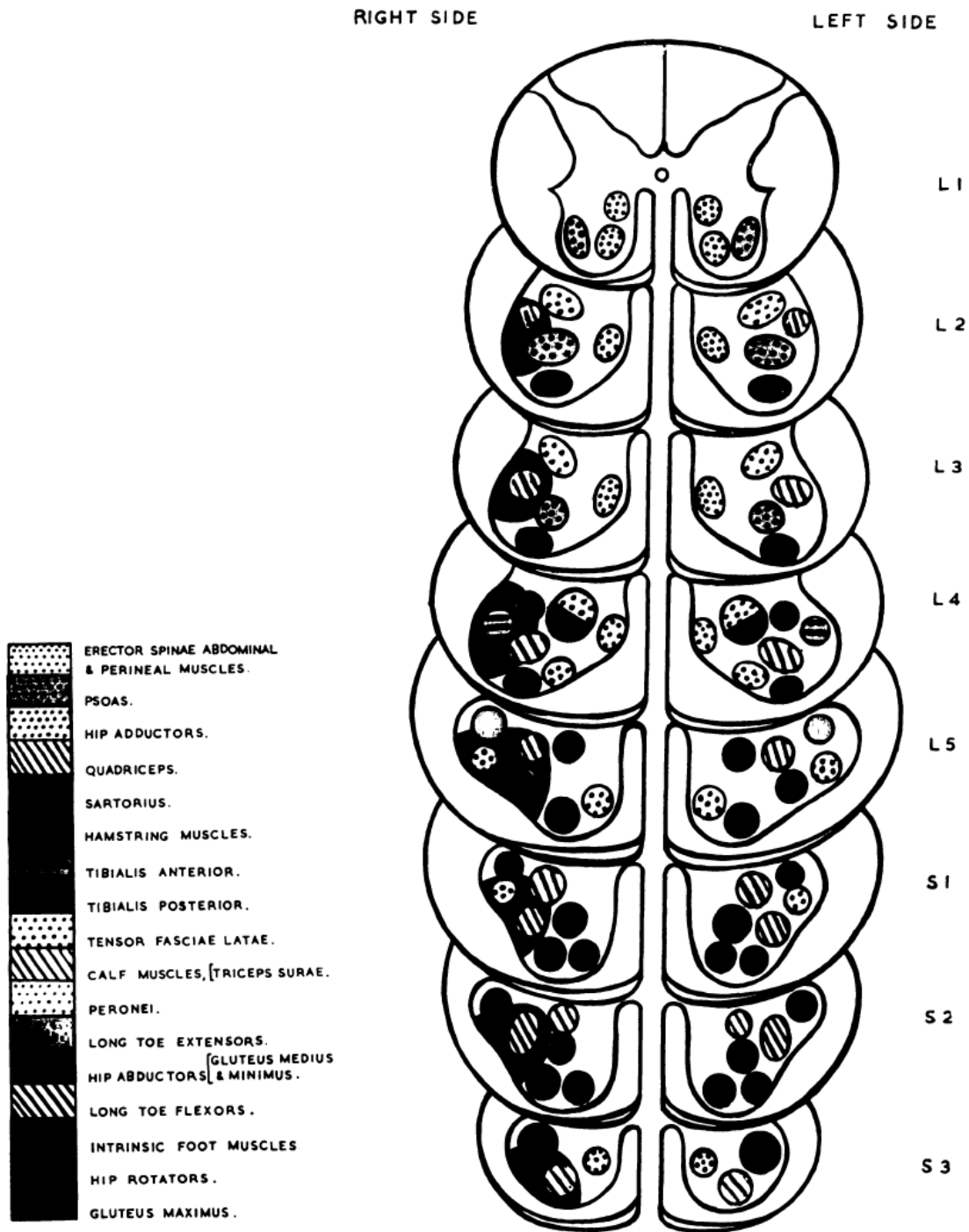


FIG 5
 The representation of the lower limb muscles in the motor cell columns of the lumbo-sacral spinal cord. The groupings of the columns are those that are the most characteristic in each spinal segment. Areas shown in black are those most liable to be affected by poliomyelitis.

(図5：腰仙脊髄の運動細胞柱における下肢の筋群の描写。列のグループ化は、各脊髄分節で最も特徴的なものである。黒色で示された領域は、ポリオの影響を最も受けやすい領域である。)

It is important to note that, for two reasons, the root innervation of a muscle or muscle group does not bear an absolute relation to the length of its cell column. Firstly, a muscle may receive its supply from two spinal segments (for example, tibialis anterior—L.4, 5), but its cell column does not necessarily extend through the whole length of either segment. Secondly, lumbar segments are almost twice as long as their numerical counterparts in the sacral segments. Thus the cell column that supplies a muscle innervated by the first and second sacral segments is much shorter than one that supplies a muscle innervated by the first and second lumbar segments.

それは、2つの理由から、筋または筋群の根の神経支配は、その細胞柱の長さとは絶対的な関係がないことに注意することが重要である。

第一に、筋は2つの脊髄分節（たとえば、前脛骨筋-L.4、5）から供給（支配）を受けることがあるが、その細胞柱は必ずしもどちらかの分節の全長にわたって伸びているわけではない。

第二に、腰椎分節は仙骨分節の対応する数値のほぼ2倍の長さである。

したがって、第1および第2の仙骨分節によって神経支配される筋を供給する細胞柱は、第1および第2の腰部分節によって神経支配される筋を供給（支配）する細胞柱よりもはるかに短い。

THE SITES OF MOTOR CELL DESTRUCTION IN POLIOMYELITIS

ポリオにおける運動細胞破壊の部位

The general distribution of motor cell destruction in the anterior horns of poliomyelitic spinal cords, as distinct from the loss of cells in individual cell columns mentioned above, showed several constant features.

上記の個々の細胞柱における細胞の喪失とは異なり、ポリオ脊髄の前角における運動細胞破壊の一般的な分布は、いくつかの一定の特徴を示した。

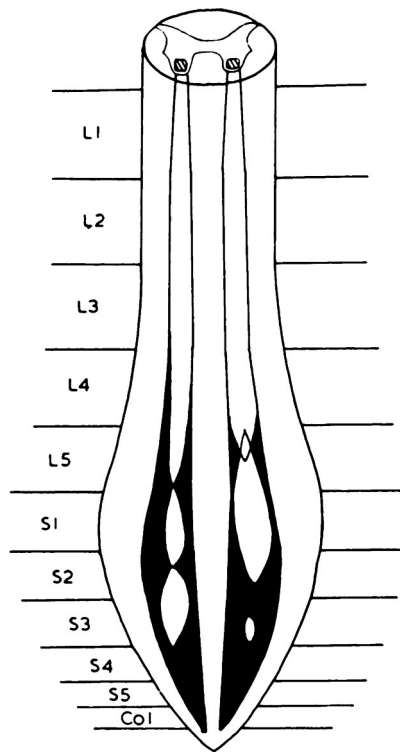


FIG. 6

A longitudinal analysis of the destruction of motor cells in the lumbo-sacral cord in a case of poliomyelitis with a moderate bilateral paralysis of the lower limbs.

Regions shown in black contain residual motor cells. Note the complete absence of cells in the upper lumbar spinal segments and the focal loss in the lower lumbar spinal segments and the focal loss in the lower lumbar and sacral segments.

(図6：下肢の中等度の両側麻痺を伴うポリオの症例における腰仙髄の運動細胞の破壊の縦断的分析。黒で示されている領域には、残存する運動細胞が含まれている。上部腰髄節に細胞が完全に存在しないこと、下部腰髄節に限局性損失があり、下部腰髄および仙髄節に限局性損失があることに注意する。)

TABLE IV
THE RELATIONSHIP BETWEEN MUSCLE POWER AND RESIDUAL MOTOR CELLS IN THE SPINAL CORD

Muscle power (M. R. C. scale)	Percentage of residual motor cells
0	0-2
1	2-3
2	3-5
3	5-10
4	10-20
4	20-40
5	over 40

(表4：脊髄における筋力と残存運動細胞との関係)

The second and third lumbar spinal segments were the most frequently and extensively attacked in all the cords. Segments caudal to this were less often affected, the third and fourth sacral segments being especially likely to be spared. A similar segmental incidence of motor cell destruction has been noted by others (Horanyi-Hechst 1935, Peers 1943, Elliott 1945, 1947).

第2、第3腰髄節は、すべての脊髄で最も頻繁かつ広範囲に侵襲された。これに対して尾側の分節はそれほど頻繁に影響を受けず、第3と第4の仙髄節は特に免れる可能性がある。運動細胞破壊の同様の分節性の発生率は、他の人によって指摘されている (Horanyi-Hechst 1935、Peers 1943、Elliott 1945、1947)。

Destruction was found not to be diffuse but localised in discrete foci of varying length and width with interposed lengths of grey matter of more normal cell content. An example of this is shown in Figure 6, which represents the longitudinal distribution of the lesions in one of the spinal cords, reconstructed from more than three hundred cell charts.

破壊は拡散性ではなく、さまざまな長さと同幅の分離した病巣に局在し、より正常な細胞含有量の灰白質の長さが介在することがわかった。

この例を図6に示す。これは、300を超える細胞図から再構築された、脊髄の1つにおける病変の縦方向の分布を表す。

In the transverse plane the centre of the anterior horn appeared to be the most vulnerable area at most segmental levels. The fifth lumbar segment, in which the anterior horn has its greatest transverse area, demonstrated this central loss very clearly; the example shown in Figure 7 was typical of that found in many cell charts in the poliomyelitic cords at this level.

横断面における前角の中心は分節レベルで最も脆弱な領域のように見えた。

前角において最も大きい横断面を持つ第5腰部分節は、より明確なこの中心の損失を示した。; 図7において示された例は、このレベルでポリオに罹患した脊髄の多くの細胞図において認められる典型だった運動細胞の破壊は予測していたよりも常にはるかに深刻であった。

Motor cell destruction was always much more severe than would have been expected. One case in which there had never been any demonstrable weakness in any muscle in the lower limbs had suffered losses of up to 40 per cent of the normal number of cells in some cell columns.

下肢の全ての筋において明らかな弱化が生じていなかった1つの症例は、細胞柱における正常な細胞の数の40%以上の損失を受けた。(40%以上の損失があっても機能は維持できている: 60%未満であればMMT5である)



FIG. 7

Cell chart of the fifth lumbar segment of a poliomyelitic spinal cord. The centrally situated motor cell columns have been severely affected on both sides. (Compare with the normal in Fig. 4.)

(図7: ポリオの脊髄の第5腰髄節の細胞図 両側に罹患し中央に位置する運動柱は、重度となるはずである) (図4の正常と比較する)

Far from there being any evidence that residual motor cells were functionally inactive, it was surprising to discover how small a proportion of cells had been required to produce a useful contraction in the muscle they supplied. The residual power of a muscle was found to be closely related to the proportion of remaining motor cells that supplied it (Table IV).

残存運動細胞は機能的に不活動になるという証拠になるものは少しも存在せず、支配された筋における有用な収縮を起こすために、必要な細胞の割合がいかにかに少ないかを発見したことは驚くべきことであった。筋の残存する力は残存細胞が満たす割合に密接に関連していることが発見された。(表IV)

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE DISTRIBUTION OF THE PARALYSIS AND
THE DESTRUCTION OF MOTOR NERVE CELLS
完全麻痺の分布と運動神経細胞破壊との関係性
AFFECTION OF MUSCLES
筋群の発症

The segmental incidence of muscle affection (Fig. 1) derived from the analysis of the clinical material agrees exactly with the general distribution of motor cell destruction described above. Since the upper lumbar spinal segments supply muscles in the region of the hip and thigh, while the lower lumbar and sacral segments generally supply the muscles of the leg and foot, it is easy to see why there is, apparently, a greater incidence of affection in proximal than in distal muscles in the limb. It is interesting to note that the hip muscle that derives its main supply from the sacral segments—that is, the gluteus maximus—is less frequently affected than other hip muscles (Table I). This is also true of the small external rotator muscles of the hip, though they are not shown in this Table.

筋発症の分節発生率(図1)は、臨床材料の分析が上記で述べた運動細胞の破壊の一般的な分布と正確に一致していることに由来している。

下位腰髄と仙髄分節は一般的に下腿と足の筋群を支配する一方で、上位腰髄分節が股関節と大腿の部位の筋群を支配するので、明らかに遠位よりも近位の下肢筋の発症率が高い理由を理解するのは簡単である。股関節の筋の主な支配は仙髄分節から得られ、大殿筋は他の股関節筋と比べ頻繁に発症することはないことに気が付いたことは興味深い。(表1)

これは小さい股関節外旋筋群にも言えることだが、そのことについてはこの表では示されていない。

The findings in the spinal cord also account for the large number of paralyses found in muscles such as tibialis anterior, tibialis posterior and the long flexor and extensor muscles of the toes. In Table V, the ratios of paresis to paralysis in individual muscles are compared with the lengths of the motor cell columns that supply them. Muscles supplied by short columns of cells are the most frequently paralysed, those supplied by long columns are more likely to be paretic.

脊髄における発見もまた、完全麻痺の多数が前脛骨筋や後脛骨筋、長趾屈筋、伸筋のような筋群で認められるということの説明になる。

表Vにおいて筋群における不全麻痺の完全麻痺に対する比率は、これらを支配している細胞柱の長さで比較されている。

短い細胞柱に支配されている筋群は、もつとも頻繁に完全麻痺になり、長い細胞柱に支配されている筋群は不全麻痺になり易いようである。

Figure 8 illustrates the probable mechanism responsible for this finding. A focus of motor cell destruction that severely affects the fourth and the upper part of the fifth lumbar spinal segment destroys almost all of the motor nerve cells that supply the tibialis anterior and most of those that supply the tibialis posterior. All other muscles are left with a proportion of residual motor cells sufficient to maintain normal power as judged by clinical examination.

図8はこの発見の原因について、予想されるメカニズムを図示している。

第4と第5腰髄上部の分節で発症した運動細胞破壊の病巣は前脛骨筋や後脛骨筋を支配しているほとんど全ての運動神経細胞を破壊している。

その他の全ての筋群は、臨床検査で判断される正常なパワーを維持するのに十分な残存運動細胞の割合が存在している。

TABLE V
THE RELATIONSHIP BETWEEN LENGTH OF CELL COLUMN AND THE RATIO OF PARESIS TO PARALYSIS IN MUSCLES IN THE LOWER LIMB

Muscle	Ratio of paresis to paralysis	Approximate length of motor cell column (millimetres)
Tibialis anterior . . .	0.47	8
Flexor digitorum longus . . .	0.52	8
Tibialis posterior . . .	0.57	8
Flexor hallucis longus . . .	0.58	8
Extensor hallucis longus . . .	0.89	9
Extensor digitorum longus . . .	1.06	10
Peronei	1.10	10
Calf muscles (triceps surae)	1.26	14
Biceps femoris	2.03	14
Hip abductors	2.78	16
Intrinsic foot muscles	2.87	15
Inner hamstring muscles	2.90	20
Tensor fasciae latae	2.92	16
Quadriceps	3.00	22
Gluteus maximus	3.30	17
Hip adductors	3.50	22
Hip flexors	3.67	23

(表5 : 細胞柱の長さ と 下肢筋における完全麻痺に対する不全麻痺の比率 と の 関係性)

The shape of the curve in Figure 2 can now be explained. The high incidence of paralysis in muscles supplied by the lower lumbar and upper sacral segments is due to the fact that most of them—tibialis anterior, tibialis posterior, peronei and the long muscles of the toes—are supplied by short columns.

これで、図2の曲線の形状が説明できる。

下位腰髄と上位仙髄による支配筋の完全麻痺の高い発生率は、それら（前脛骨筋、後脛骨筋、腓骨筋群、および長趾筋群）のほとんどが短い柱によって支配されているという事実のためである。

All the features of the distribution of paresis and paralysis are satisfactorily explained in terms of lesions in the spinal cord. All the evidence is against a primary cause in the muscles themselves. If it were true that the distribution of paralysis was related to factors peculiar to certain muscles, movements or activities, evidence of it would be found in the disposition of cell destruction in the spinal cord. In fact, the focal loss of cells is completely independent of the boundaries of any one cell column; parts of cell columns are frequently obliterated in vertical or transverse planes. For the same reasons, the implication of higher centres as primary factors in the localisation of the paralysis is inadmissible.

不全麻痺と完全麻痺の分布のすべての特徴は、脊髄における病変に関して十分に説明されている。すべての証拠は、筋自体の主な原因に反している。完全麻痺の分布が特定の筋、動き、または活動に特有の要因に関連していることが真実であるならば、その証拠は脊髄の細胞破壊の配置に見られるであろう。実際、細胞の局所損失は、いずれの細胞柱の境界からも完全に独立している。細胞柱の一部は、垂直面または横断面で頻りに消去されている。同じ理由で、麻痺の局所化における主要な要因として、高位中枢（大脳など）との密接な関係があるということは考えられない。

There is, as yet, no adequate explanation for the greater incidence of motor cell destruction in the upper lumbar segments, and the progressively smaller incidence more caudally. In the transverse plane, the central sites of cell loss also found Elliott (1945, 1947) in the anterior horn resemble those found Krogh (1945) in experimental hyp-oxaemia of the spinal cord, and it is possible that vascular factors are partly responsible for them.

それでもまだ、上位腰髄での運動細胞破壊のより大きな発生率と、尾側にいくほど発生率が次第に小さくなることについての適切な説明はない。

横断面では、前角において Elliott (1945,1947) によって発見された細胞喪失の中心部位はまた、脊髄の実験的低酸素血症において Krogh (1945) によって発見されたものに類似しており、血行性因子がそれらに部分的に責任がある可能性がある。

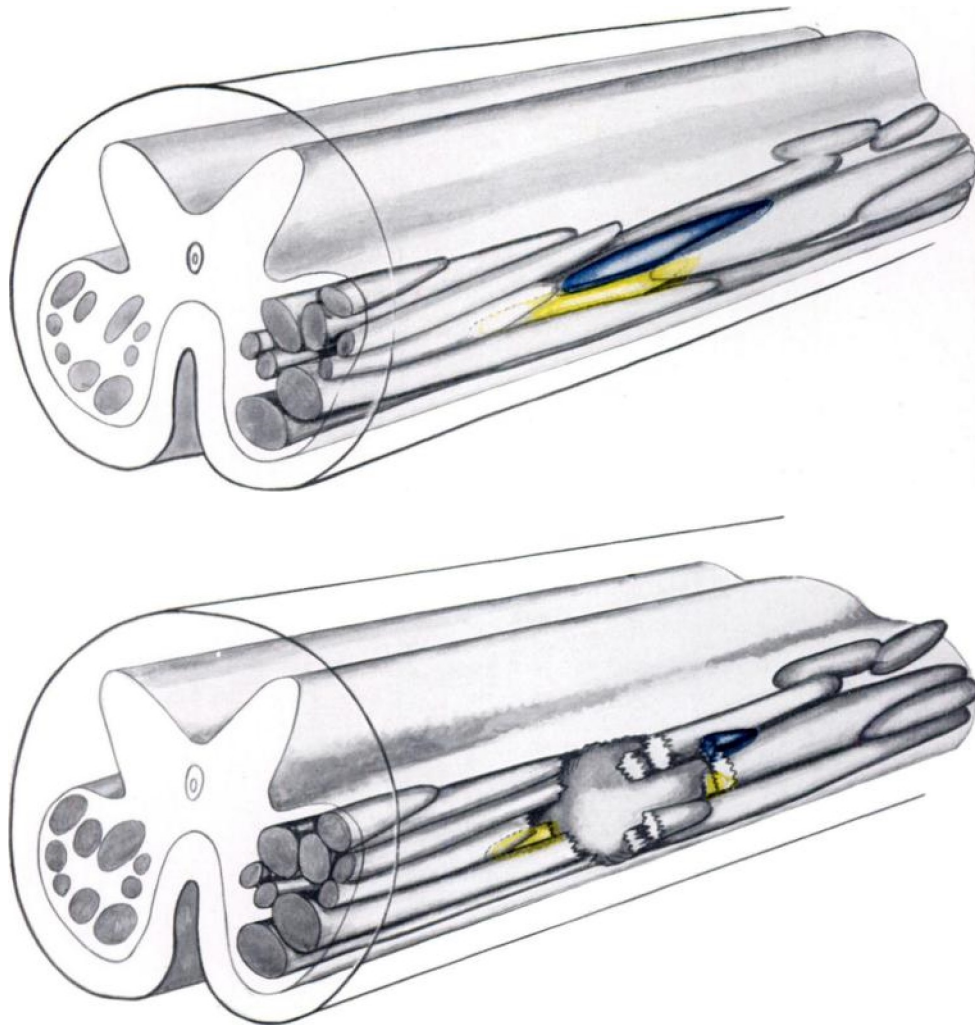


FIG. 8

A reconstruction of the cell columns of the third, fourth and fifth lumbar segments of the spinal cord. Above the normal motor cell columns are shown: the two columns shown in colour are columns representing the tibialis anterior (blue) and tibialis posterior (yellow). The visible cut end of the cord is the caudal end. Below all the motor cell columns in the lower part of the fourth and the upper part of the fifth lumbar segments have been obliterated by poliomyelitis. Only the short columns for the tibialis anterior (blue) and tibialis posterior (yellow) have been almost completely destroyed; only these two muscles will be paretic on clinical examination.

(図8：第3、第4、第5腰髄分節の細胞柱の再構築。上図は正常の運動細胞柱が示されている。：色のついた2つの円柱は青が前脛骨筋、黄色が後脛骨筋を支配する。脊髄の末端に見える切片は尾側の末端である。下図は第4腰髄分節の下部と第5腰髄分節の上部における全ての運動細胞柱はポリオによって破壊されていることを示している。短い青色の前脛骨筋と黄色の後脛骨筋だけがほぼ完全に破壊されている。；これら2つの筋だけが臨床的検査において不全麻痺になるだろう。

ASSOCIATED PARALYSES

関連した完全麻痺

When the whole of the motor column that supplied a muscle has been destroyed, it is likely that one or more adjacent motor columns that occupy the same length of spinal cord will be completely destroyed or severely affected. This is reflected in the clinical distribution of muscle paralysis. For instance, the columns that supply extensor hallucis longus, extensor digitorum longus and peronei lie next to each other and occupy approximately the same length of spinal cord (Fig. 5). Paralysis of one of these muscles is, therefore, frequently associated with paralysis of the other two (Table III). Conversely absence of paralysis in one muscle is likely to be associated with absence of paralysis in the others.

ある筋を支配している運動柱全体が破壊されると、同じ長さの脊髄を占める1つまたは複数の隣接する運動柱が、完全に破壊されるか、深刻な影響を受ける可能性がある。

これは、筋の完全麻痺の臨床的な分布に反映されている。

たとえば、長母趾伸筋、長趾伸筋、腓骨筋群を支配する運動柱は互いに隣接しており、ほぼ同じ長さの脊髄を占めている(図5)。

したがって、これらの筋の1つが完全麻痺すると、他の2つの筋が完全麻痺になることがよくある(表III)。逆に、1つの筋に完全麻痺がないことは、他の筋に完全麻痺がないことと関連している可能性がある。

Unusual associations, like that between the calf muscles (triceps surae) and the biceps femoris, can be accounted for in the same way, and would, indeed, be expected to occur, since their motor cell columns are so closely associated. The factor common to all strongly associated pairs of muscles is that their motor cell columns lie adjacent to one another and their segmental levels of supply correspond or overlap.

ふくらはぎの筋群(下腿三頭筋)と大腿二頭筋の間のような珍しい関連性も同じように説明でき、それらの運動細胞柱が非常に密接に関連しているという理由で、実際に発生すると予想される。

強く関連するすべての筋群の組み合わせに共通する要因は、それらの運動細胞柱が互いに隣接しており、それらの支配する分節レベルが一致するまたは重複していることである。

ASSOCIATED PARALYSIS AND THE PROGNOSIS FOR PARALYSED MUSCLES

関連した完全麻痺および完全麻痺した筋群の予後

In a previous paper (Sharrard 1955) the prognosis for a paralysed muscle was shown to be related to the degree of paralysis in muscles supplied by the same spinal segment. Associated paralysis between muscles may also be applied to determine prognosis. Ten muscles were chosen in which it may be important to know the prognosis for recovery. The probability of recovery to a functional power (M.R.C. grade 2, or greater) was worked out for each muscle 1) when both of its most strongly associated muscles were paralysed, 2) when one associated muscle was paretic or normal and the other paralysed, and 3) when both associated muscles were paretic or normal. The results are given in Table VI.

(Sharrard 1955)の以前の論文で、完全麻痺筋の予後は、同じ脊髄分節によって支配された筋の完全麻痺の度合と関連付けられることが示されていた。

筋の間の関連した完全麻痺も、予後を決定するためにも適用され得る。

回復の予後を知ることが重要と思われる、10の筋が選ばれた。

機能的な力 (M. R. C 2 以上) の回復の確率は、それぞれの筋において検査された。1) その最も強度な関連した筋の両方が完全麻痺していた時、2) 一方の関連した筋が、不全麻痺または正常であり、他の筋が完全麻痺であった時、および3) 両方の関連する筋が不全麻痺かまたは正常であった時。この結果は、表VIに示されている。

When both associated muscles were paralysed, the prognosis was very bad, particularly for the quadriceps, the hip abductors, tibialis anterior, tibialis posterior and the long toe extensors. When both associated muscles were paretic or normal there was an excellent prognosis for all muscles except tibialis anterior.

両方の関連した筋が完全麻痺だった場合、特に大腿四頭筋、股関節外転筋群、前脛骨筋、後脛骨筋と長趾伸筋群の予後はとても悪かった。

両方の関連する筋が不全麻痺または正常の場合、前脛骨筋を除く全ての筋の予後は大変良好であった。

These results have lately been applied to the prognosis in individual patients and have been found to be valuable in making decisions about the management of the paralysis. A patient with paralysis of the quadriceps, hip abductors and hip flexors can be supplied, where it would be appropriate, with a caliper at an early date during the convalescent stage. The fear that the supply of an expensive instrument may be rendered invalid by recovery of the quadriceps will never be realised.

これらの結果は、最近では個々の患者の予後に適用されており、完全麻痺の管理について決定する上で価値があることがわかってきている。

大腿四頭筋、股関節内転筋群と股関節屈筋群が完全麻痺している患者は、回復時期の早期に適切な場所に可変式固定継ぎ手 (キャリパ) を提供することができる。

高価な機器の提供は、大腿四頭筋の回復によって無効となるかもしれないという恐れは、決して実現されないであろう。

PATTERNS OF PARALYSIS IN THE LOWER LIMB

下肢における完全麻痺のパターン

With the knowledge of the localisation of function in the motor cell columns that has been established above, it should be possible to deduce from the level of the paralysis in the muscles of any lower limb the approximate site and extent of lesions in the spinal cord, though not with such ease as in the diagnosis of a lesion in a peripheral nerve. Difficulties arise because, as Table IV indicates, a muscle is not paralysed unless the whole of its motor cell column has been affected. Even a residue of 10 per cent of intact motor cells may permit substantial activity in a muscle, and these intact cells may lie at the upper end, in the middle or at the lower end of the cell column.

上記で確立された運動細胞柱の機能の局在化の知識で、末梢神経の病変の診断ほど簡単ではないが、脊髓の病変のおおよその部位と範囲を下肢の筋肉における麻痺のレベルから推測することが可能であるはずである。

表IVが示すように、運動細胞柱全体が影響を受けない限り、筋肉が麻痺しないため問題が発生する。無傷の運動細胞の10%が残存しても、筋内では実質的な活動を可能にし、これらの無傷の細胞は、細胞柱の上端、中央、または下端にある可能性がある。(10%は、Grade3)

There is another important difference between the analysis of peripheral nerve lesions and poliomyelitic lesions. Whereas lesions in peripheral nerves are much more often complete than partial in the transverse plane, lesions in the spinal cord frequently only involve part of the width of the grey matter at any given segmental level.

末梢神経病変とポリオ病変の分析の間には、もう1つの重要な相違がある。

末梢神経の病変は、横断面の部分的な病変よりもはるかに完全である(完全麻痺)ことが多いのに対し、脊髓の病変は、任意の分節レベルで灰白質の幅の一部しか含まない(不全麻痺)ことがよくある。

The distribution of muscle paralysis that might be expected to result from the existence of total or partial lesions of varying longitudinal extent in the grey matter of the lumbo-sacral spinal cord can nevertheless be worked out, and, conversely, all the common combinations or patterns of paralysis in poliomyelitic lower limbs can be explained in terms of one or more foci of motor cell destruction.

腰仙脊髓の灰白質における縦の範囲が、変化する全体的または部分的な病変の存在から生じると予想される麻痺筋の分布を解明することができるにも関わらず、また、逆に、ポリオの下肢の麻痺のすべての一般的な組み合わせ、またはパターンは運動細胞破壊の1つ、または複数の病巣の観点から説明することができる。

Figure 5 shows the position and size of cell columns for the lower limb muscles in the lumbo-sacral cord. The regions of the anterior horn that are shown in black in each segment are those most likely to be affected in partial lesions in the transverse plane.

図5は、腰仙髄における下肢筋に関する細胞柱の位置と大きさを示している。

各髄節において黒で示される前角の領域は、横断面の部分的な病変で影響を受ける可能性が最も高い領域である。

If all the cells in the second, third and fourth lumbar segments are destroyed, only the quadriceps, hip adductors, sartorius and tibialis anterior will be paralysed; the psoas and tensor fasciae latae will be paretic, but other muscles will be normal (Fig. 9, right side). Should the destruction involve the fifth lumbar segment as well, the tibialis posterior will also be paralysed, the hip abductors and semimembranosus will be severely paretic and the long toe extensors and peronei mildly paretic (Fig. 9, left side).

第2、第3、第4の腰髄節のすべての細胞が破壊されると、大腿四頭筋、股関節内転筋群、縫工筋、前脛骨筋のみが完全麻痺となり、大腰筋と大腿筋膜張筋は不全麻痺となるが、他の筋は正常である。(図9、右側) その上、その破壊に第5腰髄も含まれる場合、後脛骨筋もまた完全麻痺となり、股関節外転筋と半膜様筋は重度の不全麻痺となり、長趾伸筋群と腓骨筋群は軽度の不全麻痺となる。(図9、左側)

TABLE VI

THE PERCENTAGE PROBABILITY OF RECOVERY IN MUSCLES IN RELATION TO AFFECTION OF THEIR ASSOCIATED MUSCLES

(表6：筋の回復の可能性の割合とこれらの関連した筋の影響との関係)

Muscle	Associated muscles	Both associated muscles paralysed	One associated muscle paretic or normal, the other associated muscle paralysed	Both associated muscles paretic or normal
Hip flexors	Quadriceps	21.6	68.1	98.7
	Adductors			
Quadriceps	Hip flexors	Nil	10	78.9
	Adductors			
Hip abductors	Gluteus maximus	Nil	15	89.4
	Tensor fasciae latae			
Gluteus maximus	Hip abductors	12.8	82.8	100
	Biceps femoris			
Tibialis anterior	Tibialis posterior	Nil	6.2	53.1
	Extensor hallucis longus			
Tibialis posterior	Tibialis anterior	2	59.1	88.9
	Extensor hallucis longus			
Extensor hallucis longus	Extensor digitorum longus	Nil	39.9	95
	Peronei			
Extensor digitorum longus	Extensor hallucis longus	3.8	51.6	100
	Peronei			
Triceps surae	Biceps femoris	6.6	73.4	93.8
	Flexor digitorum longus			
Peronei	Extensor digitorum longus	11.4	78.6	93.4
	Extensor hallucis longus			

The common isolated paresis of the tibialis anterior results from a partial lesion in the lower part of the fourth and the upper part of the fifth lumbar segments (Fig. 8). When the tibialis anterior and tibialis posterior are both paralysed, there is a partial lesion extending throughout both segments (Fig. 10, right side).

一般的な孤立した前脛骨筋の不全麻痺は、第4腰髄下部と第5腰髄上部の部分的な病変に起因する。(図8) 前脛骨筋と後脛骨筋の両方が完全麻痺している場合、両方の髄節全体に広がる部分的な病変がある。(図10、右側)

An extensive lesion that destroys all the motor cells in the lumbo-sacral segments gives rise to a flail lower limb in which only the intrinsic muscles of the foot and the peroneal muscles are active (Fig. 10, left side).

腰仙髄節のすべての運動細胞を破壊する広範な病変は、足の内在筋と腓骨筋のみが活動しているフレイル下肢を生じさせる。(図10、左側) (フレイル: 運動ニューロン障害による限局的な筋弱化 Weakness)

These few examples demonstrate how, by various combinations of destructive lesions in the grey matter of the spinal cord, the distinctive patterns of paralysis in poliomyelitis may be explained.

これらのいくつかの例は、脊髄灰白質における破壊的病変の多様な組み合わせによって、ポリオの完全麻痺の特徴的なパターンがどのように説明されるかを示している。

RIGHT SIDE

LEFT SIDE

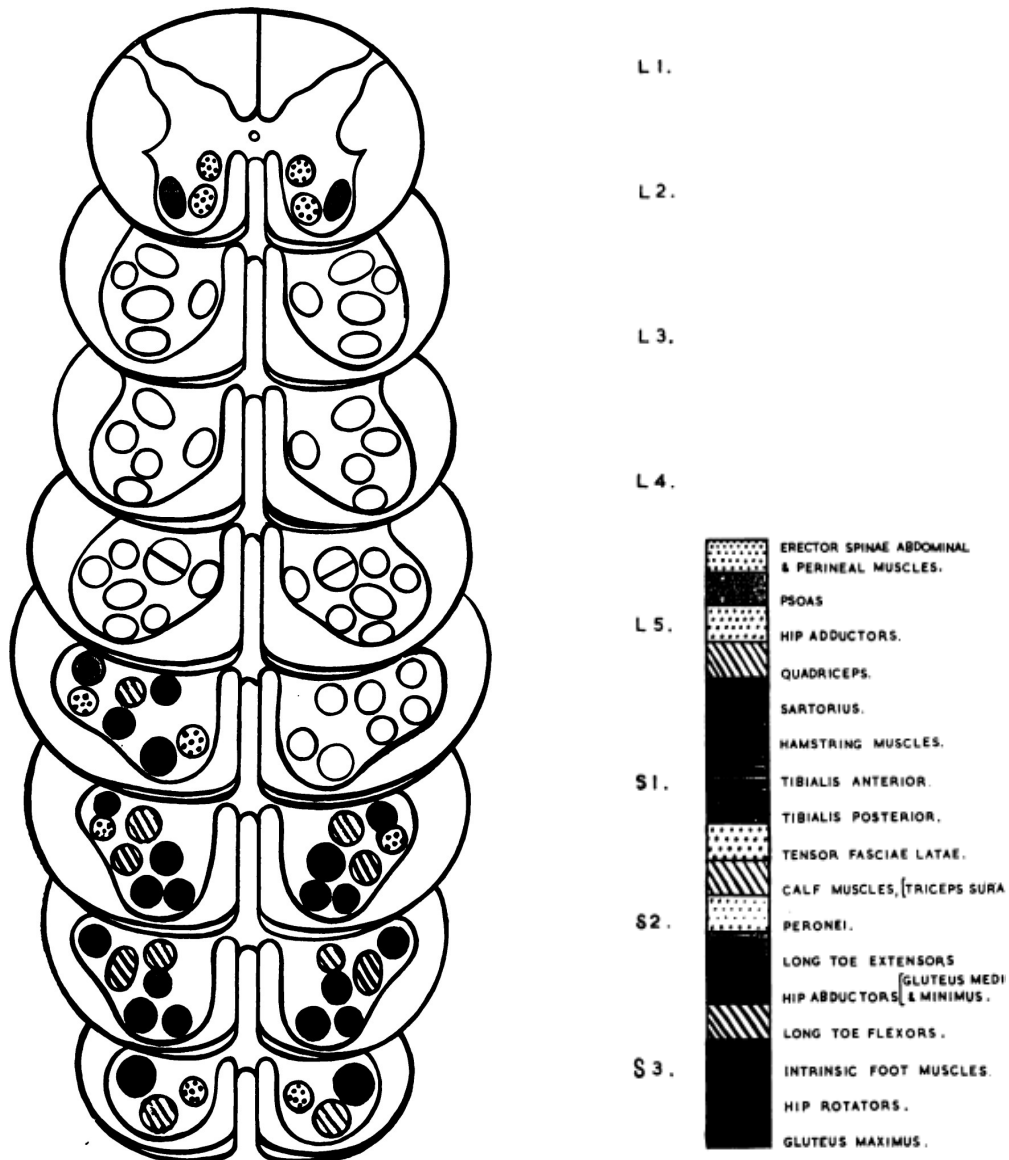


FIG. 9

A representation of motor cell loss in the lumbo-sacral spinal cord in poliomyelitis. *On the right side*, all the cells in the second, third and fourth lumbar segments have been destroyed. Cell columns for the quadriceps, hip adductors, sartorius and tibialis anterior have disappeared; these muscles will be paralysed. The psoas and tensor fasciae latae retain a portion of their cell columns and will be paretic. *On the left side*, the second, third, fourth and fifth lumbar segments have been destroyed. The cell columns for the quadriceps, hip adductors, sartorius, tibialis anterior and tibialis posterior have disappeared; these muscles will be paralysed. The hip abductors, semimembranosus, long toe extensors and peronei retain a portion of their cell columns and will be paretic.

(図9：ポリオの腰仙髄における運動細胞喪失の描写。)

右側では、第2、第3、第4の腰髄節のすべての細胞が破壊されている。

大腿四頭筋、股関節内転筋群、縫工筋、前脛骨筋の細胞柱が消失している。

従って、これらの筋は完全麻痺となる。

細胞柱の一部を保持する大腰筋と大腿筋膜張筋は不全麻痺となる。

左側では、第2、第3、第4、第5の腰髄節が破壊されている。

大腿四頭筋、股関節内転筋群、縫工筋、前脛骨筋と後脛骨筋の細胞柱が消失している。

従って、これらの筋は完全麻痺となるだろう。

細胞柱の一部を保持する股関節外転筋群、半膜様筋、長趾伸筋群、および腓骨筋群は不全麻痺 となるだろう。

RIGHT SIDE

LEFT SIDE

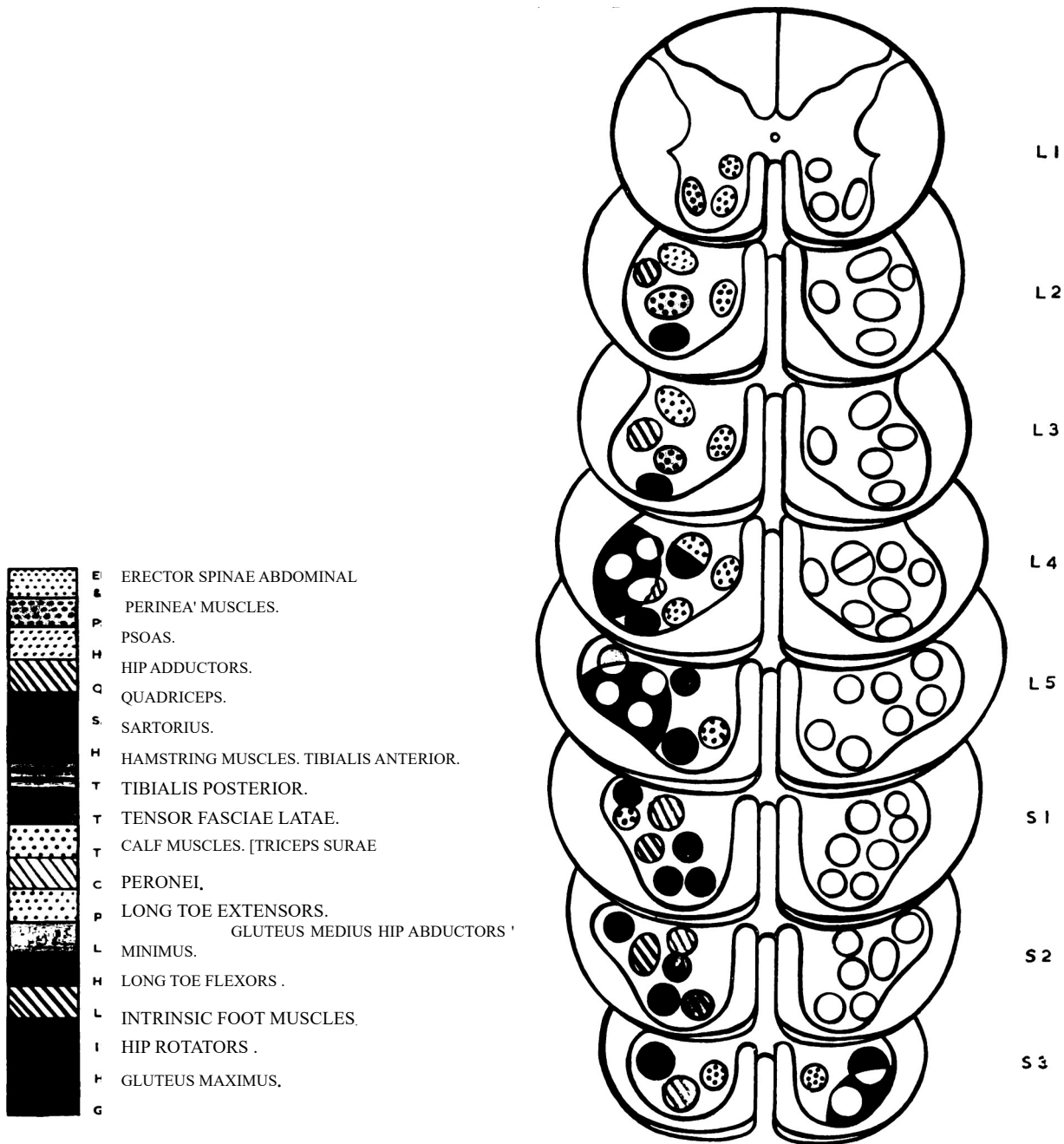


FIG. 10

A representation of motor cell loss in the lumbo-sacral spinal cord in poliomyelitis. *On the right side*, a partial lesion in the fourth and fifth lumbar segments has destroyed the cell columns for the tibialis anterior and tibialis posterior. Other muscles have retained a high proportion of their cells and the muscles concerned will not be clinically affected. *On the left side*, all the cell columns except those in part of the third sacral segment have been destroyed. Only a portion of the column for the intrinsic muscles of the foot remains. The clinical result will be a flail lower limb in which only the intrinsic muscles of the foot are active.

(図 10 : ポリオの腰仙髄における運動細胞喪失の描写。

右側では、第4と第5の腰髄節の部分的な病変により、前脛骨筋と後脛骨筋の細胞柱が破壊されている。他のすべての筋はそれらの細胞を高い割合で保持しており、関連筋は臨床的に影響を受けないであろう。

左側では、第3仙髄節の一部を除くすべての細胞列が破壊されている。
 足の内在筋群の柱の一部だけが残っている。
 臨床結果は、足の内在筋群だけが活動しているフレイル下肢になるだろう。

THE PRACTICAL APPLICATION OF THESE FINDINGS

これらの調査結果の実用化

Holdsworth and Hardy (1953) emphasised the importance of precise knowledge of the pathological lesion in the diagnosis, in the planning of treatment and in the assessment of the prognosis of traumatic paraplegia. In poliomyelitis the position is somewhat similar.

Holdsworth と Hardy (1953) は、診断、治療計画、および外傷性対麻痺の予後の評価において、病理学的病変を正確に知ることの重要性を強調した。

ポリオにおいても、その立場はほぼ似ている。(急性炎症期で病変の広がりを見せる)

In the diagnosis of poliomyelitis at an interval after the acute stage, or when no febrile illness has been observed, the distribution of the paralysis alone may differentiate it from other lower motor neurone diseases. The paralysis in poliomyelitis is rarely precisely symmetrical. So frequently are the hip abductors, quadriceps or tibialis anterior affected that absence of paresis or paralysis in any of them in the presence of paralysis of other muscles in the lower limb makes a diagnosis of poliomyelitis unlikely. By contrast, in peroneal muscular atrophy the muscles most frequently affected in the early stages of the disease are the intrinsic muscles of the feet and peronei, a combination of paralysis rarely seen in poliomyelitis. Incidental to the comparison between the paralysis in these two diseases is the finding that the common bilateral symmetrical pes cavus, sometimes attributed to unrecognised paresis of the intrinsic muscles of the foot, is rarely the result of poliomyelitis. Even unilateral pes cavus, provided it is not a medial cavus (Pilcher 1955) or a calcaneo-cavus, is more often associated with spina bifida than with poliomyelitis.

急性期後のある間隔でのポリオの診断で、または発熱性疾患が観察されていない場合、完全麻痺の分布だけで、他の下位運動ニューロン疾患(末梢神経損傷)と区別される可能性がある。

ポリオの完全麻痺が、完全に対称的になることはめったにない。

股関節外転筋群、大腿四頭筋、または前脛骨筋が頻繁に影響を受けるため、他の下肢筋に完全麻痺がある中で、それらの筋に不全麻痺や完全麻痺がない場合には、ポリオと診断されることはほとんどない。

対照的に、腓骨筋萎縮症、つまりポリオに罹患した初期段階で最も頻繁に影響を受ける筋群が、足の内在筋群と腓骨筋群の場合、両方に完全麻痺が生じることは、ポリオではめったに見られない。

これら2つの疾患の麻痺の比較で偶然わかったことは、一般的な左右対称の凹足、時々足の内在性筋群の認識されない程度の不全麻痺に起因するが、ポリオの結果であることはめったにないということである。

片側の凹足でさえ、内側の凹足(Pilcher 1955)または踵骨の凹足でない限り、ポリオよりも二分脊椎に関連していることが多い。

Pes cavus: 内反の踵骨、最初の中足骨の足底屈、および鉤爪のつま先の変形を示し シャルコ・マリー・トゥース病で見られる

calcaneo-cavus: 下腿三頭筋によるポリオに多い、踵骨が背屈され、前足は底屈となる

垂直距骨: 関節拘縮症や、二分脊椎、染色体異常などの先天性疾患に伴って発生することが多いもの

The quantitative relationship between the loss of motor nerve cells and the residual power in muscles is particularly important in cases regarded as aparetic in the acute stage of poliomyelitis. Although there may never have been any clinical paralysis, a considerable proportion of motor cells may have been damaged or destroyed. The nerve supply to some muscles, especially those supplied by short cell columns, may have been diminished by up to 60 per cent. Patients without paralysis are frequently allowed to walk within two or three weeks of the onset of the major illness. It is known that overstretching or over-fatigue can occur in muscles such as the hip abductors or tibialis anterior and may result in deterioration in power (Lovett 1915, 1917, Sharrard 1955). Paresis, previously undetectable, may be revealed later by the development of a limp or a valgus foot. It is probably wise, therefore, not to allow the resumption of full activity in an aparetic case at too early a date, and to continue to look for evidence of paresis over a period of not less than six months.

運動神経細胞と筋の残存する力の間にある量的な関係性は、ポリオの急性期に麻痺ではないとみなされた症例において特に重要である。

臨床的完全麻痺が一度もなかったかもしれないが、かなりの割合の運動細胞が損傷、あるいは破壊を受けている可能性がある。

ある筋を支配している神経、特に短い細胞柱に支配されているものは最大 60%減少した可能性がある。(残存運動神経細胞が 40%であれば、歩行できるが持久性に欠けるため、過労弱化にならないようにしなければならない)

麻痺の無い患者は主要な疾病が開始してから 2 から 3 週以内で、しばしば歩くことを許される。

過剰な強制伸張や過労は、股関節外転筋群や前脛骨筋において生じ、力が低下する可能性があることが知られている。(Lovett 1915,1917,Sharrard 1955)

以前は分からなかった不全麻痺は、後に足を引きずることや外反足を進行させたりすることで明らかになる可能性がある。

したがって、無麻痺の症例において、早すぎる日付で完全な活動の再開を許可せず、少なくとも 6 ヶ月を越えた期間にわたって不全麻痺の証拠を探し続けることは、おそらく賢明である。

In the management of the later stages—that is, after the first six weeks—the importance of accurate muscle testing has been stressed by Seddon (1955) and has been found to be of value in the prognosis of recovery in paretic muscles (Sharrard 1955). If the results of muscle testing are also used to reconstruct the probable site of major cell destruction in the spinal cord, the clinician will have a much clearer idea of what he is trying to treat, and what the chances are of recovery in *paralysed* muscles. The presence of associated paralyses (Table VI) may also help to define the prognosis for recovery of a paralysed muscle. Recovery can be expected in some muscles but the prolonged and uneconomic treatment of those that are beyond all hope can be avoided.

後期の管理、つまり最初の 6 週後、正確な筋の検査が重要であることが Seddon (1955) によって強調されて、不全麻痺の筋の回復の予後に価値があることが Sharrard (1955) によって発見された。

もし筋のテストの結果が、脊髄における主要な細胞破壊の部位を再構築するために使用されたら、臨床医学者は自分が何を治療しようとしているのか、そして何が完全麻痺筋における回復の機会になるのかと言う事についての、はるかに明確な考えを持つことが出来るだろう。

関連する完全麻痺の存在 (表VI) も完全麻痺筋の回復の予後を定義する事を助ける可能性がある。

一部の筋群では回復が期待できるが、すべての希望を超えた長期にわたる不経済な治療は避けることができる。

SUMMARY

概説

1. The distribution of the permanent paresis and paralysis in the muscles of 203 lower limbs affected by poliomyelitis is analysed and related to the destruction of motor nerve cells in the grey matter of the lumbo-sacral cord.

1. ポリオに罹患した 203 の下肢筋の永続的な不全麻痺と完全麻痺の分布が、腰仙髄の灰白質の運動神経細胞の破壊について分析され、関連づけられている。

2. The tibialis anterior and tibialis posterior and the long muscles of the toes are more often paralysed than paretic; these muscles are innervated by short motor cell columns. Muscles such as the hip flexors and hip adductors that are more often paretic than paralysed are innervated by long cell columns.

2. 前脛骨筋と後脛骨筋、長趾筋群は、しばしば不全麻痺より完全麻痺が多くなる；これらの筋は、短い運動神経柱に神経支配されている。

完全麻痺より、不全麻痺になることが多い股関節屈筋群と股関節内転筋群のような筋は、長い細胞柱に神経支配されている。

3. Muscles innervated by the upper lumbar spinal segments are more frequently affected than those innervated by the sacral segments. This agrees with the segmental incidence of motor cell destruction found in poliomyelitic spinal cords.

3. 上部腰髄分節に神経支配された筋は、仙髄分節に神経支配された筋よりも頻繁に影響を受ける。これは、ポリオの脊髄に見られる運動細胞破壊の分節の発生率と一致している。

4. Each muscle or muscle group is associated in paralysis with other specific muscles. For instance, the long toe extensors with the peronei and the calf muscles (triceps surae) with the biceps femoris. Associated muscles are innervated by adjacent motor cell columns. The probability of recovery in a paralysed muscle can be determined by reference to the degree of involvement in its associated muscles.

4. 各筋または筋群は他の特定の筋と完全麻痺に関連している。
 例えば、長趾伸筋は腓腹筋群と、ふくらはぎの筋（下腿三頭筋）は、大腿二頭筋に関連する。
 関連する筋は、隣接の運動細胞柱によって神経支配されている。
 完全麻痺の筋の回復の可能性は、その関連する筋の関与の程度を参照して決定することが出来る。

5. The distribution of the paralysis in an individual lower limb is determined by the site and size of foci of motor cell destruction. The cell loss in certain common patterns of paralysis is described.

5. 個々の下肢の完全麻痺の分布は、運動細胞破壊の病巣の大きさと部位によって決定される。
 特定の一般的なパターンの完全麻痺における細胞の喪失について述べられている。

6. The practical application of these findings is discussed.

6. この所見の実用化について討論されている。

I wish to acknowledge with thanks the help and guidance given to me by Mr. H. J. Seddon, Director of Studies at the Institute of Orthopaedics, University of London, at which this work undertaken under a grant from the *Medical Research Council. I am grateful to Dr H. A. Sissons and the members of the department of morbid anatomy who have collaborated and assisted in the pathological aspects of this study. The detailed results of the study of the first three poliomyelitic spinal cords were included in a thesis submitted to the University of Sheffield for the degree of Doctor of Medicine (1954).

この研究はMRI（Medical Research Council）からの助成金を受けて行われました。ロンドン大学整形外科研究所の研究部長である H.J.Seddon 氏からの助言と指導に感謝の意を表します。この研究の病理学的側面に協力し支援してくれた H.A.Sissons 博士と病理解剖学部門のメンバーに感謝します。最初の三つのポリオ脊髄の研究の詳細な結果は、University of Sceffield の医学博士課程（1954）に提出された論文に含まれていました。

REFERENCES

- BENNETT, R. L. (1952) Physical Medicine in Poliomyelitis—Points of Emphasis. Poliomyelitis. Papers and Discussions Presented at the Second International Poliomyelitis Conference, p. 261. Philadelphia, London, -Montreal: J. B. Lippincott Company.
- BOK, S. T. (1928) : I. Embryologie, gleichzeitig Einleitung zur Synaptologie. In Handbuch der Mikroskopischen Anatomie des Menschen. Herausgegeben von W. von Möllendorff. Band 4, Teil I, p. 478. Berlin: J. Springer.
- BRCCE, A. (1901) A Topographical Atlas of the Spinal Cord. London: Williams and Norgate.
- COURTNEY, J. W. (1896): Acute Anterior Poliomyelitis. Boston Medical and Surgical Journal, 135, 617.
- ELLIOTT, H. C. (1942) : Studies on the Motor Cells of the Spinal Cord. I. Distribution in the Normal Human Cord. American Journal of Anatomy, 70, 95.
- ELLIOTT, H. C. (1945) : Studies on the Motor Cells of the Spinal Cord, iii. Position and Extent of Lesions in the Nuclear Pattern of Convalescent and Chronic Poliomyelitis Patients. American Journal of Pathology, 21, 87.
- ELLIOTT, H. C. (1947) : Studies on the Motor Cells of the Spinal Cord, 'C. Poliomyelitic Lesions in the Spinal Motor -Nuclei in Acute Cases. American Journal of Pathology, 23, 313.
- HOLDSWORTH, F. XV., and HARDY, A. (1953): Early Treatment of Paraplegia from Fractures of the Thoraco-Lumbar Spine. Journal of Bone and Joint Surgery, 35—B, 540.
- HORANYI-HECHST, B. (1935) : Zur Histopathologie der menschlichen Poliomyelitis acuta anterior. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, 137, 1.
- J AHSS, S. A. (1917) : Clinical Study of Four Hundred Cases of Anterior Poliomyelitis. Journal of the American Medical Association, 68, 754.
- KROGH, E. (1945): Studies of the Blood Supply to Certain Regions in the Lumbar Part of the Spinal Cord. Acta Physiologica Scandinavica, 10, 271.
- LEGG, A. T. (1929) : An Analysis of the 1927 Epidemic of Infantile Paralysis in Massachusetts. Journal of the American Medical Association, 92, 31.
- LEGG, A. T. (1937): An Analysis of the 1935 Epidemic of Infantile Paralysis in Massachusetts. New England Journal of Medicine, 217, 5(7).
- LOVETT, R. (1915) : The Treatment of Infantile Paralysis. Journal of the American Medical Association, 64, 2, 1 18.

- LOVETT, R. M'. (1917) : Fatigue and Exercise in the Treatment of Infantile Paralysis. A Study of One Thousand Eight Hundred and Thirty-Six Cases. *Journal of the American Medical Association*, 69, 168.
- LOVETT, R. W., and LUCAS, W. P. (1908): Infantile Paralysis. A Study of 635 Cases from the Children's Hospital, Boston, with Especial Reference to Treatment. *Journal of the American Medical Association*, 51, 1,677.
- MITCHELL, J. I. (1925) : The Residual Paralysis and Deformity of Anterior Poliomyelitis. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 7, 619.
- PEERS, J. H. (1943) : The Pathology of Convalescent Poliomyelitis in Man. *American Journal of Pathology*, 19, 673.
- PILCHER, M. F. (1955) : Tendon Transplantation in the Prevention of Foot Deformities after Poliomyelitis in Children. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 37—B, 167.
- ROMANES, G. J. (1941): Cell Columns in the Spinal Cord of a Human Foetus of Fourteen Weeks. *Journal of Anatomy*, 75, 145.
- SEDDON, H. J. (1955) : Poliomyelitis. Part II—Treatment of Poliomyelitis. In *British Surgical Practice. Surgical Progress*, 1954, p. 162. Under the General Editorship of Sir E. Rock Carling and Sir J. Paterson Ross. London: Butterworth & Co. (Publishers), Ltd.
- SEDDON, H. J. , AGIUS, T. , BERNSTEIN, H. G. G., and T UNBRIDGE, R. E. (1945) : The Poliomyelitis Epidemic in Malta 1942—43. *Quarterly Journal of Medicine*, N.S. 14, 1 .
- SHARRARD, W. J. W. (1953): Correlation Between Changes in the Spinal Cord and Muscle Paralysis in Poliomyelitis—A Preliminary Report. *Proceedings of the Royal Society of Medicine (Section of Orthopaedics)*, 46, 346.
- SHARRARD, W. J. W. (1955) : Muscle Recovery in Poliomyelitis. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 37—B, 63.
- SKINHOJ, E. (1949) : Some Problems of Acute Anterior Poliomyelitis and its Sequelae. Copenhagen: Einar Munksgaard.
- VAN GEHUCHTEN, A. , and NEEFF, C. de (1900) : Les noyaux moteurs de la moëlle lombo-sacrée chez Phomme. *Névraxe*, 1, 201.
- VCICKMAN, I. (1913): Acute Poliomyelitis (Heine-Medin's disease). Authorised English translation by J. Wm. J. A. M. Maloney, F. R.S. (Ed.). *Nervous and Mental Diseases Monograph Series No. 16*. New York: The Journal of Mental and Nervous Disease Publishing Company.