

自閉症の Locomotion

瀬川小児神経学クリニック、東大脳研生理

山下 勝 幸

はじめに

自閉症児の運動障害として見受けられるものに、階段の昇りはよいが降りがうまくゆかない、三輪車のペダル踏みや自転車のブレーキ、ハンドル操作ができない、足踏みがうまくできない、すくみ足傾向などがある。乳児期には這々をしなかったかあるいは不完全な這行を示した例が多い。これらの運動障害を神経生理学的にみた場合、多くの問題点が含まれている。例えば、運動の開始に関する神経機構や、感覚入力との統合および反射回路への作用、運動遂行の面では上下肢間の協調、伸筋一屈筋間の協調などに問題点があるように思われる。それらに対応する構造は、中脳から辺縁へ至るDA系、中脳より駆動され脳幹から脊髄へ下行するセロトニン、ノルアドレナリン作動性のモノアミン系、前庭脊髄路等のモノアミン作動性下行路より伝導速度の速い下行路、脊髄では髄節内回路や頸髄と腰仙髄との連絡を司る脊髄固有回路である。実際にはそれぞれが単独に動作することはないが、自閉症の様々な症状の病因を探る一端として運動障害の病態生理を明らかにすることは、主要な病因を推察する過程において極めて重要な側面である。

本研究では、四肢間の協調、拮抗筋間の協調を調べるために、足踏み時と這行時における表面筋電図の記録を試みた。本年度は方法の確立および筋電図上の特徴と姿勢との対応を行なった。また正常との比較を行なった。

対象および方法

対象は瀬川小児神経学クリニックで自閉症と診断された17名（3～13才）および正常例また他の疾患例との比較としてダウン症児、精神発達遅滞児等にも同様な検査を行なった。

表面筋電図の導出は、上肢では両側の上腕三頭筋、前腕伸筋、少数ではあるが三角筋、上腕二頭筋から

も行なった。下肢では両側の大腿四頭筋、膝関節屈筋、前脛骨筋、下腿三頭筋から導出した。記録計は21チャンネルの脳波計を利用した。四肢と床面との関係を記録するために、這行時は手掌面、足踏み時は足底面に約3mm角のフォトダイオードをはりつけた。床面から遊離した時に光が入ることを利用したもので、記録計のDCインプットに接続した。また、4チャンネルの筋電図用テレメーターを2台使用して8筋から導出し、テレメーター受信機の出力を記録計に接続することも試みた。この場合は何回か筋の組み合わせを変えて上述の筋の活動を記録した。テレメーターを使わない場合は、検者がインプットボックスを持って被検者とともに移動した。被検者の動きにともなうアーチファクトを減少するために時定数は0.003秒で記録した。電極は使い捨てのペースト付銀塩化銀電極を使用した。

結 果

1. 正常なロコモーションの筋電図パターンについて

自閉症児のロコモーションについて述べる前に、正常な場合についての筋電図パターンの特徴を概説する。

足踏み時の下肢筋の特徴的な筋電図発射は着地相およびその直前にみられる大腿四頭筋と下腿三頭筋の発射である。両者は抗重力筋として作用する、いわゆる生理学的伸筋である。前脛骨筋は足関節の角度によって発射パターンは様々であるが、遊脚相のうちの短期間、主にその開始時点に発射がみられる。

這行時の前肢（上肢）における抗重力筋は上腕三頭筋であり、手の着地相およびその直前で発射がみられる（図2参照）。前腕伸筋の発射は手が床面から遊離している期間にみられ、上腕三頭筋と交代性のリズムを示す。後肢（下肢）に関しては、正常の這行では足背面を床につけた姿勢をとり、下腿筋の発

射はみられない。主動筋は大腿の膝関節屈筋 (Ham) であり、同側の上腕三頭筋とはほぼ一致した期間に発射を示す。股関節の屈曲には、測定はしなかったが、大腰筋、小腰筋、腸骨筋がはたらくものと思われる。

2. 自閉症のロコモーションの筋電図パターンについて

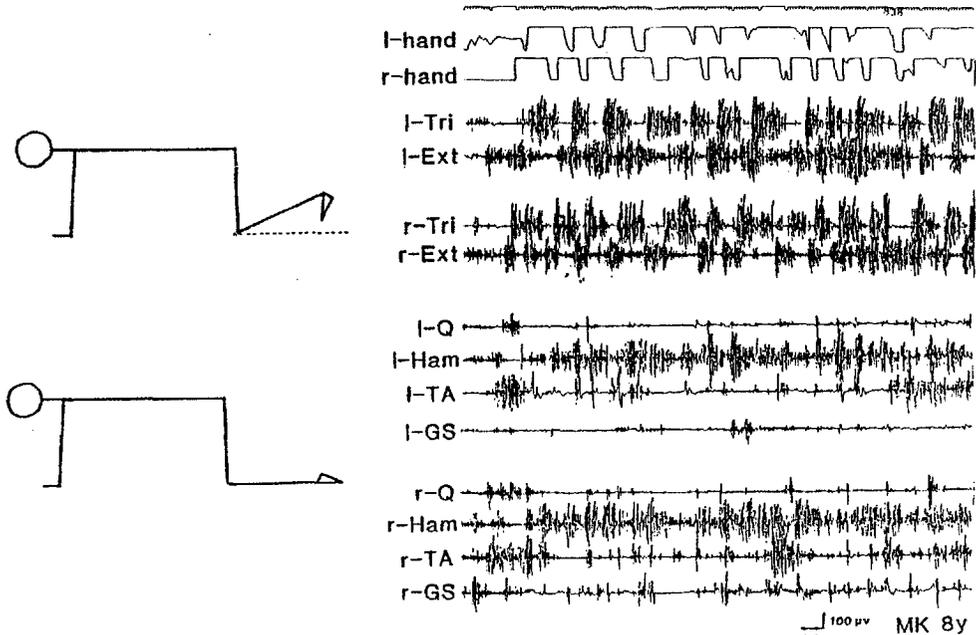
自閉症児のロコモーションを四肢の協調性の障害の程度により以下の4群に分けた。

- I. 這行時に膝関節屈筋の発射が亢進する群
- II. けり上げ足踏みを示す群
- III. 足踏み時に上肢が振れない群
- IV. はほぼ正常なロコモーションを示す群

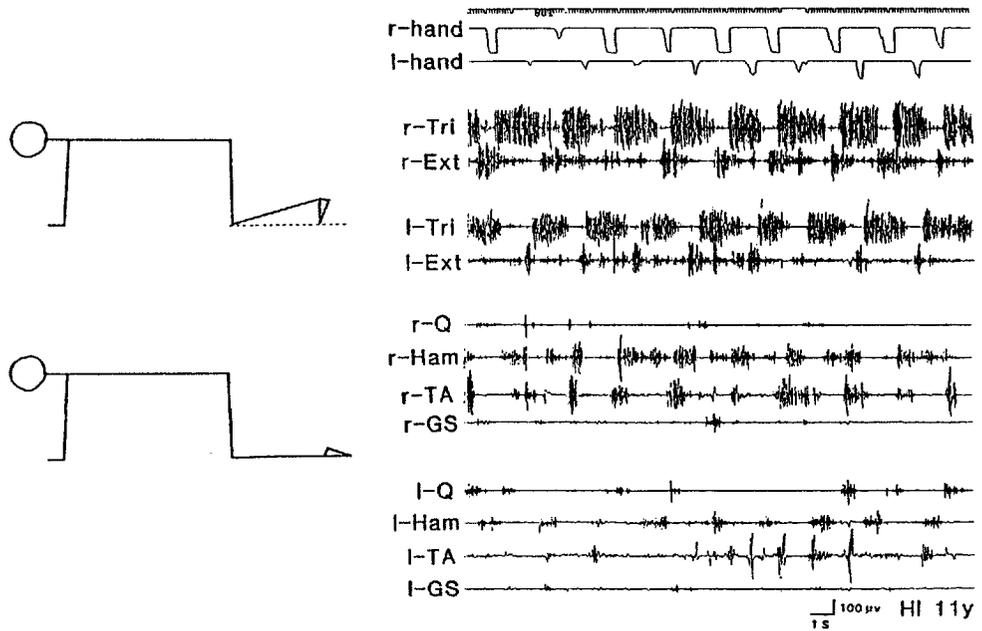
例数のうち分けは17例中I群が6例、II群が5例、III群が3例、IV群が3例であった。

I群は四肢の協調が最も悪く、這行時には図1に示すように膝関節屈筋の緊張亢進がみられ(図1、両側 Ham)、つま先が床面から離れる程に上がることも観察された。前脛骨筋にも発射が現われ、足関節の背屈がみられた。また前腕伸筋の発射に亢進がみられた。I群の足踏みでは、II群、III群の特徴で

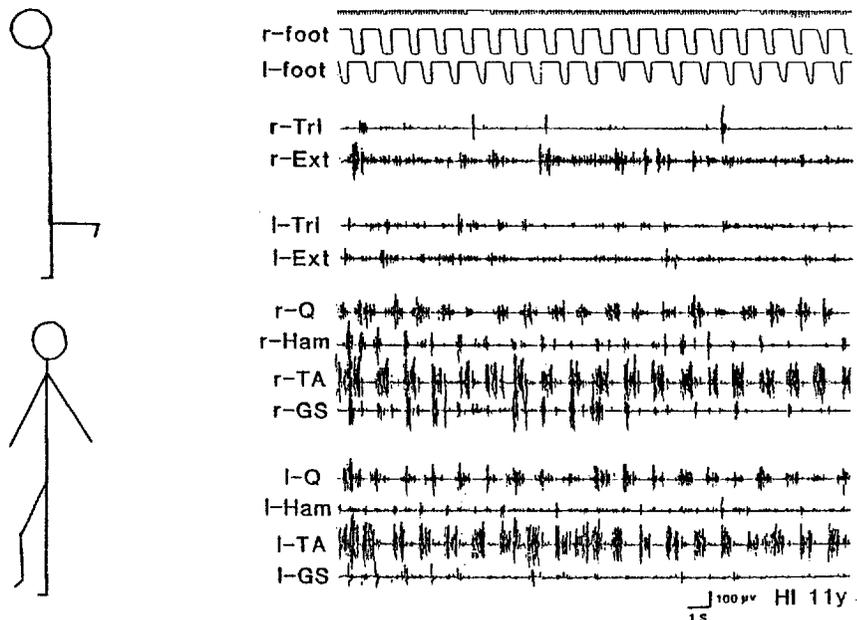
あるけり上げ足踏みと上肢が振れない点も合わせて示していた。次にII群の這行を図2に示す。I群のようなHamの持続的緊張亢進はみられず、Hamの発射は同側の上腕三頭筋とはほぼ一致したリズムを示した。前脛骨筋に発射がしばしば見られ、足関節の背屈をとまることがあった。図3にII群の足踏みの例を示す。股関節の屈曲がほとんどなく、膝関節が屈曲し、後方へけり上げる、いわゆるけり上げ足踏みを示した。遊脚相での足関節の背屈が起こり、筋電図上では遊脚相の期間中、前脛骨筋に著明な発射の増大がみられるのが特徴であった。また下肢と協調した上肢の振りは示さなかった。III群では、這行はほぼ正常に行なえるが、足踏みの時に上肢が協調して振れない点のみが特徴であった。図4にIII群の足踏みの例を示す。前脛骨筋の発射期間は下腿三頭筋の発射期間に比べて短く、けり上げでない正常な足踏みパターンを示した。IV群は這行、足踏みともほぼ正常なパターンを示したもので、足踏み時の筋電図の一例を図5に示す。下肢と協調した上肢の振りが見られた。



図一 I 這行時に膝関節屈筋の緊張が持続的に亢進した例。左上の様に正常の這行(下)と比べて膝関節の屈曲が強く足先が床面から離れている。I, r-handのトレースは下方向への振れが床面からの遊離を示す。



図一 2 這行時に膝関節屈筋の持続的緊張はみられなかったが足関節の背屈が認められた例。左上は正常這行（下）との比較。r, l-handのトレースは図1と同様。



図一 3 けり上げ足踏みの例。r, l-footのトレースは下方向への振れが床面からの遊離を示す。左上の様に正常の足踏み（下）と比べて股関節の屈曲がなく、膝関節と足関節の屈曲が強い。上肢の協調的な振りはない。遊脚相での前脛骨筋の著明な発射がみられる。

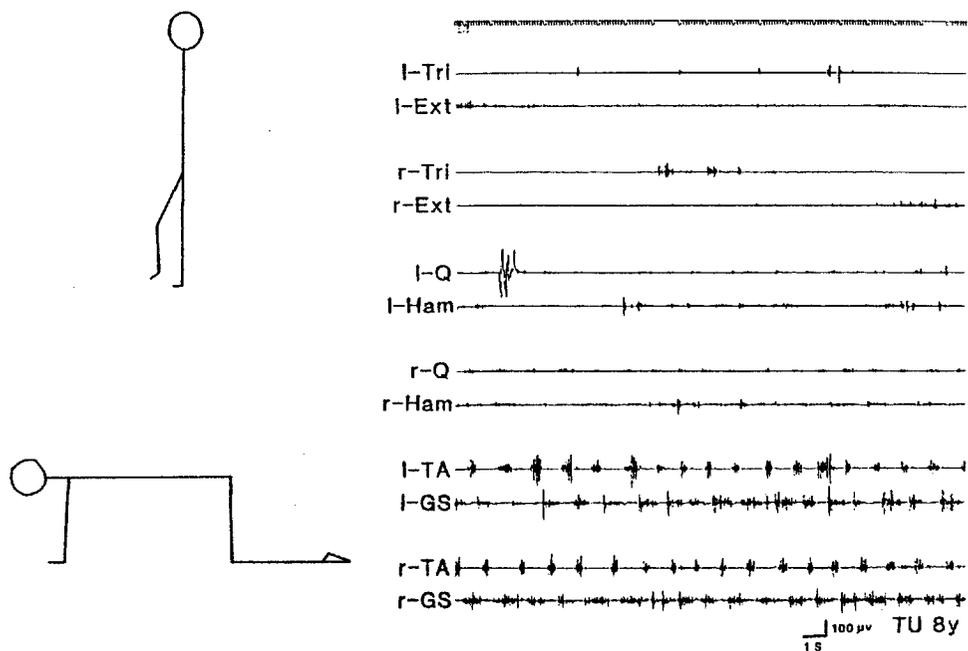


図-4 這行は正常であるが（左下）、足踏み時に上肢が振れない例。図3のようなけり上げは示さないが上肢の振れが見られない（左上）。右は足踏み時の上下肢の筋電図。

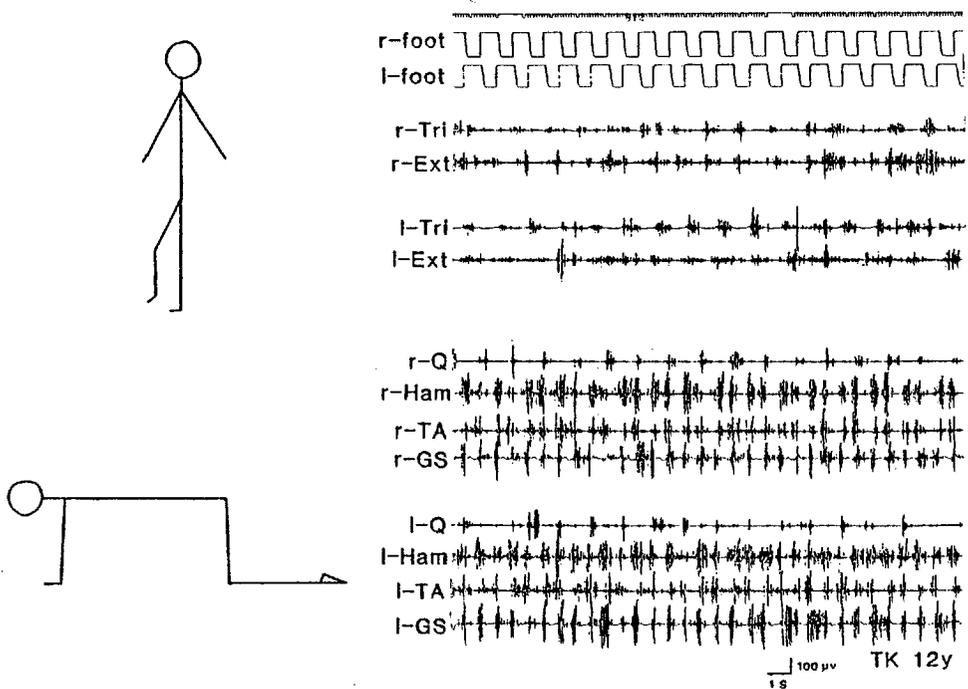
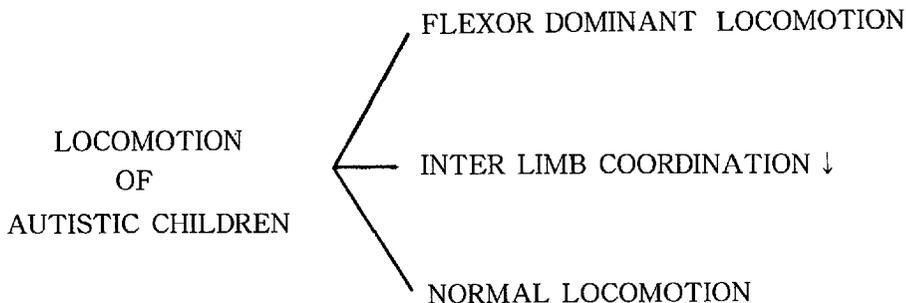


図-5 足踏み（左上）および這行（左下）も正常な例。右は足踏み時の筋電図。r, l-footのトレースは図3と同様。上下肢の協調が見られる。



図一 6 自閉症児のロコモーションの分類

以上をまとめると、I群とII群に共通な点は生理学的屈筋（抗重力筋の拮抗筋、すなわち膝関節屈筋、前脛骨筋、這行時の前腕伸筋）の優位性であり、I、II群あわせると17例中11例であった。III群は伸筋一屈筋間の協調はよいが、上下肢の協調がうまく行えなかった。IV群はロコモーションから見た運動障害はほとんどないが、他の面での自閉傾向を示すものであった。

結論と考察

本研究から自閉症のロコモーションの特徴として屈筋の優位性と上下肢間の非協調性が挙げられたが、一部には正常なロコモーションを示すものも見られた（図6）。

ロコモーション中の伸筋一屈筋間のバランスがモノアミンの前駆物質の投与で変化することがVialaとBuser(1969)によって示された。すなわちDOPA投与で伸筋活動が増強し、5-HTP投与で屈筋活動が増強することが見出された。彼らの急性実験の結果と本研究の結果を直接比較することはできないが、少なくとも自閉症児の発達の途中でモノアミン系が何らかの障害を受けた事が示唆される。また、前庭脊髄路は伸筋に対して興奮作用を及ぼすことがわかっており、前庭機能の低下も疑われる。一方、四肢の協調にモノアミン系が修飾を及ぼす事が知られており、足踏み時の上下肢の非協調性にもモノアミン系の発達障害が関与していると思われる。

自閉症のロコモーションの異常からモノアミン系の発達障害が示唆されたが、この点に関して睡眠-覚醒リズムの不整との関連、他の疾患例との比較も今後の問題であろう。少数ではあるが、ダウン症児、

精神発達遅滞児の中にも、屈筋優位なロコモーションを示すものが見られた。

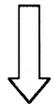
自閉症と診断されても、ロコモーションにははっきりとした異常の見られない例では、モノアミン作動性下行路よりも、中脳一辺縁DA系等の行動発現に関する神経機構の障害が考えられる。あるいは、モノアミン系の大脳皮質への投射が発達の途中で構造的、機能的な障害を受け、脊髄への下行系の機能は保持されたが、大脳皮質を経由して発現する機能が低下したものと思われる。

テレメーターの利用に関して、東京都神経科学総合研究所の杉下守弘先生の御厚意に深謝します。

文 献

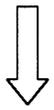
1. Grillner, S., Hongo, T. and Lund, S. : The vestibulospinal tract. Effects on alpha-motoneurons in the lumbosacral spinal cord in the cat. *Exp. Brain Res.*, 10, 94-120, 1970.
2. Grillner, S. : Locomotion in vertebrates: Central mechanisms and reflex interaction. *Physiol. Rev.*, 55(2), 247-304, 1975.
3. Miller, S. and van der Burg, J. : The function of long propriospinal pathways in the coordination of quadrupedal stepping in the cat. In: *Control of Posture and Locomotion*, edited by R. B. Stein, K. G. Pearson, R. S. Smith, and J. B. Redford. Plenum Press, New York and London, 1973, pp. 561-577.
4. 森 茂美: 歩行の脊髄機序、*神経研究の進歩*, 26, 698-709, 1982.

- 5 . Viala, D. and Buser, P.: The effects of DOPA and 5-HTP on rhythmic efferent discharges in hind limb nerves in the rabbit. *Brain Res.*, 12, 437-443, 1969.



検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



はじめに

自閉症児の運動障害として見受けられるものに、階段の昇りはよいが降りがうまくゆかない、三輪車のペダル踏みや自転車のブレーキ、ハンドル操作ができない、足踏みがうまくできない、すくみ足傾向などがある。乳児期には這々をしなかったかあるいは不完全な這行を示した例が多い。これらの運動障害を神経生理学的にみた場合、多くの問題点が含まれている。例えば、運動の開始に関する神経機構や、感覚入力の統合および反射回路への作用、運動遂行の面では上下肢間の協調、伸筋一屈筋間の協調などに問題点があるように思われる。それらに対応する構造は、中脳から辺縁へ至る DA 系、中脳より駆動され脳幹から脊髄へ下行するセロトニン系、ノルアドレナリン作動性のモノアミン系、前庭脊髄路等のモノアミン作動性下行路より伝導速度の速い下行路、脊髄では髄節内回路や頸髄と腰仙髄との連絡を司る脊髄固有回路である。実際にはそれぞれが単独に動作することはないが、自閉症の様々な症状の病因を探る一端として運動障害の病態生理を明らかにすることは、主要な病因を推察する過程において極めて重要な側面である。

本研究では、四肢間の協調、拮抗筋間の協調を調べるために、足踏み時と這行時における表面筋電図の記録を試みた。本年度は方法の確立および筋電図上の特徴と姿勢との対応を行なった。また正常との比較を行なった。