

研究雑話(92) 障害児教育・動作学誌上実習(十)

藤井力夫

姿勢の保持と歩行運動の神経機構(5)、脊髓反射、ベル・マジランディの法則から一七〇年。

前回は、動作をしながら、絶えず誤差信号を受け取り、最適な「逆算モデル」にまで形成する側副路の存在をお話しました。前庭-小脳片葉路、脊髓-小脳虫部路、脊髓-小脳中間部路、大脳-小脳外側部路がそれです。野球でボールを打つとき、結果のフィードバックだけでは、いつまで経っても後追いで終わるでしょう。「逆モデル」回路による前向き制御が予測的な打ち方を可能としているのです。それだけに、脊髓レベルの反射調節が重要です。今回は脊髓反射についてお話したいと思います。これへの説明は、障害児教育の創始と展開に一つの背景を構成しました。手足の役割に関して、生理学的基礎を提供したからです。

脊髓前根に運動性の機能、F・マジランディは脊髄後根に知覚性の機能を確認したのでした。小脳や延髄に関するP・フルーランスの研究もさることながら、脊髓反射が運動性とともに知覚性から構成されるとする見解は、障害児教育の創始にそれなりの一つの勇気を与えたのでした。

図Aは、脊髓反射に関する現在のシエマ図です。伸張反射が基本で、筋肉の伸張を感じる筋紡錘という錘内筋が筋肉の中に存在し、これがIa群線維を通じて前根のα運動ニューロンを興奮させ、元の筋肉を収縮させるという流れです。筋紡錘が感覚器官であるとしたのはC・S・シエリントン

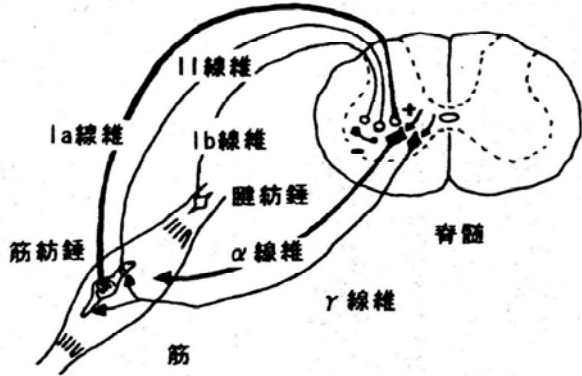
で、一八九〇年代のことです。腱反射も同時期で、H・ホフマンがその存在を主張しました。

図Bは研究室で記録したものです。膝窩部で脛骨神経を電気刺激したときのヒラメ筋の反応です。H波と言いますが、一九五〇年代にホフマンの名前をとって付けられました。千分の三五秒ぐらいで脊髓反射弓を戻ってヒラメ筋を収縮させます。刺激を強めますと、H波は消失します。強めるほどにα運動線維の逆行性興奮と衝突するからです。

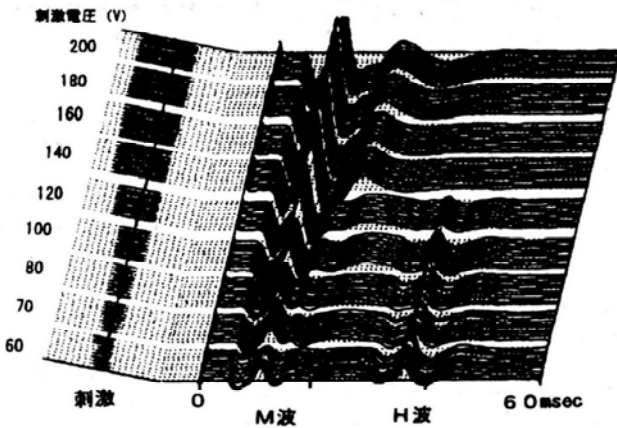
同時期、筋紡錘の感度調節を担うγ運動線維の存在が確かめられ、R・A・グラニットがα-γ関連でノーベル生理学賞をとったのは一九六七年でした(図C)。一九七〇年代から八〇年代にかけて、γ運動線維における相動的なものを持続的なものとの関係が解明され、リハビリテーション医学を進展させました。(北海道教育大学教授)

セガンの障害児教育創始に、ベル・マジランディの法則が存在していたことをお話ししました(雑話2)。「脊髓神経根に関する法則」がそれで、一八二〇年代から三〇年代にかけて、C・ベルは

A、伸張反射の自動調節機構

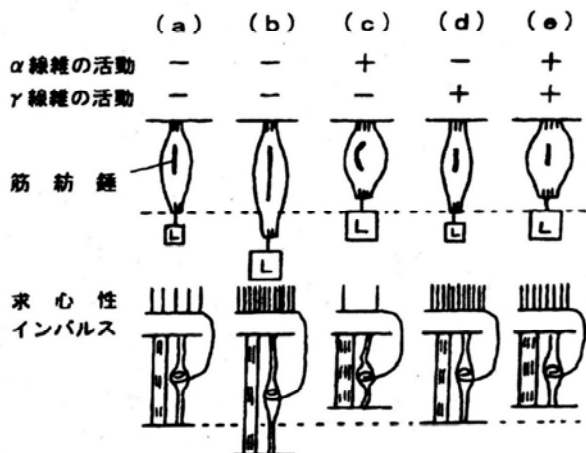


B、膝窩部刺激、ヒラメ筋H反射



注) 膝窩部で脛骨神経を電気刺激し、ヒラメ筋の筋電図を導出(22歳、男)。刺激を段階的に強めるとまずH波が現れ、次にM波が出現する。さらに強めるとH波は、α運動ニューロンにおける逆行性興奮との衝突により消失する。

C、錘内筋線維の相対的短さに反応



注) 上段; α、γ運動ニューロンの活動の有無。b、c、e; 負荷大。錘内筋線維は、①錘外筋が引っ張られたとき(b)、②γ運動ニューロンの遠心性信号が来たとき(d)、収縮する。α運動ニューロンの信号により錘外筋が収縮していても、γ運動ニューロンの信号で錘内筋が収縮、錘外筋より短ければ筋紡錘の求心性発射は増強する。