

未熟児・新生児の自発運動

福井医科大学小児科
小西行郎、高谷理恵子

はじめに

いままで小児神経学においては、ヒトの行動の発現は新生児において始まるとされ、その中心となるものはいわゆる原始反射とされていた。そこでは胎動との関係については殆ど注意が払われていなかった。1960年頃より臨床医学のなかに超音波が導入され、胎動を直接観察することが可能となって胎動に関する研究が本格的になった。しかし、胎動の観察は専ら産婦人科医や精神科医が中心となって行われており、小児科とりわけ発達神経医が研究を始めるようになるにはしばらく時間がかかった。発達神経学の立場から胎動について研究したのがPrechtl(1)である。わたしは1990年に約1年間彼に教えを受け、本格的に胎児および新生児の行動発達について研究を始めるようになった。ここではPrechtlの研究や最近我々が得た知見をもとに未熟児・新生児の自発運動の変化とその臨床的意義について述べる。

①自発運動とは

新生児は淡蒼球的存在と言われ(2)、外からの刺激によって反射的に動くものであるとされていた。しかし、Prechtl(1)は新生児の運動を自然のままに観察することにより、児が自然に自発的に動いていることに気づき、これを自発運動(spontaneous movement, endogenously elicited movement)と呼んだ。De Vries(3)はこの運動が胎児にも新生児にも共通して見られることを報告し、胎児期から新生児期までの行動の連続性の重要性を強調した。Touwen(4)は自発運動と原始反射との関係について、自発運動という大きな筆箭の中から刺激に応じて引き出されるものが原始反射であると述べている。また最近発達心理の立場からは新生児期にすでに随意的な運動や協調運動があるという研究(5)(6)が相次ぎ、自発運動の存在そのものはもはや否定できなくなってきている。このことは運動制御のメカニズムを考える上で環境の複雑さと同等の複雑さを持つ脳神経系を環境の刺激に対して応答するシステムとして考えるより、環境に対して能動的に働きかけるシステムとして捉えることが必要であるとする多賀(7)の意見を支持するものといえる。このことだけでなく新生児の行動発達の理解のためには医学や発達心理だけでなく自己組織、非線形動力学、複雑系などの研究が必要となってくると思われる。そこでこうした自発運動のなかで代表的な全身運動であるgeneral movementsを中心にして考えていきたい。

②general movement (以下GMと略す)とは

Prechtl(8)によればGMは受精後8-10週頃に出現する運動で、自発運動の中で最も頻回にみられるものである。四肢いずれかの部分より始まり、次第に体全体をスムーズに動かし、数十秒から数分持続する。途中運動の大きさや速度が変化し、複雑なパターンをもつ。運動全体の印象は優雅で流暢である。個々のGMには決まった一つのパターンがあるのではなく、一つ一

つが異なった運動パターンをもっている。この運動はいわゆるcentral pattern generatorによって引き起こされるといわれ、大脳皮質の働きで運動に複雑さと、優雅さあるいは流暢さがもたらされると考えられている。したがって、ごこちなく、ワンパターンで、ステレオタイプのGMはそれだけで異常と判定される。最近ではこのGMの評価を行うことで胎児や新生児の脳障害の判定ができるといわれ、新しい神経学的診断法として臨床で使われるようになっていく(9)(10)。

③ GMの変化

胎児期のGMは出現して出生をむかえるまで大きな変化はしない。これが大きく変化するの
は新生児期以降となる。出生して間もなくの間はGMはwrithingからfidgety, Swipes, swats
へと移行していく(表1)(11)。

Age (weeks)	Movement type	Main characteristics
0-6	Tight 'writhing' GM	Slow, forceful movements with limited variation in speed and amplitude.
4-8	Loose 'writhing' GM	Slow movements predominate, moderate variations in speed and amplitude.
8-16	'Fidgety' GM	Ongoing flow of small movements, fluent variable and elegant.
6-16	Wiggling-oscillating movements	Movements, which oscillate around 2 Hz.
8-16	Saccadic movements	Large, irregular zig-zag movements.
≥8	Swipes	Rapid upward arm movements with an abrupt onset and a gradual ending.
≥8	Swats	(Bursts of) rapid downward arm movements with a sudden start and stop.

この変化を表面筋電図でみたものが図1である。年齢と共に筋肉の活動は小さくなり、活動時間も短くなる。それと共に、出生直後に見られた屈筋と伸筋の拮抗筋の同時活動が年齢と共に崩れ、ついには屈筋と伸筋が相反して収縮するようになる。

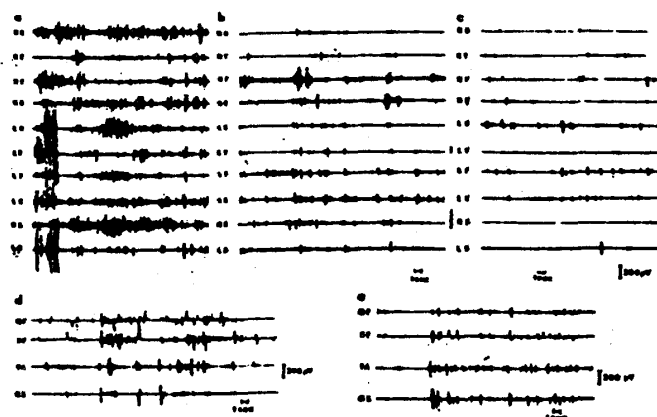


Fig. 1. (a-c) EMG patterns in bilateral arm and sternocleidomastoid muscles of infant E: a, during tight 'writhing' GM at 2 weeks; b, during loose 'writhing' GM at 6 weeks; c, during 'fidgety' GM at 10 weeks. (d-e) EMG patterns in leg muscles of infant I: d, during tight 'writhing' GM at 2 weeks; e, during 'fidgety' GM at 10 weeks.

こうした現象はBernstein(12)のフリージングというアイデアを支持するものと言える。かれは児が新しい運動を獲得するときに、まず拮抗筋を同時に活動させることで関節を固くして自由度を減らし、おおまかな運動を獲得した後に凍結した自由度を開放して、独立した関節の自由な動きを習得すると考えた。多賀(7)によるとこの理論はモデルでの姿勢制御系の役割に相当するという。つまり姿勢制御系が関節自由度をフリーズすることで、静的な安定性が確保され、その後でフリージングを溶きながら、リズム生成系を参与させて動的な歩行運動を獲得する。かれはこうしたことからフリージングというものは運動の発達や学習の一般的な戦略ではないかと考えている。GMの変化もこうした理論によって説明できるように思えるが一方でGMの変化によって何が獲得されるのかはまだ不明な点が多い。

④ GMにおける複雑さの持つ意義

Precht1によって定義されたGMであるが、この運動は他にみられる様々な自発運動とは全く違ったものであるように思える。それはこの運動がその中に個々の運動を包括しているようにみえるからである。たとえばHand-mouth contactやhand-face contactのような協調運動も、あるいは手や足を単独で動かしたりする運動も体全体を動かすGMの間にみることができる。つまりGMはそれ自身がひとつの運動というより、複数の運動の複合体ということができるのではないだろうか。そして、発達と共にGMから個々の運動が別れていくのかもしれない。だとすればこうした現象はおそらく人の運動では他の時期にはまず見られない特異なものといえるのではないだろうか。したがってGMはそれが出現したときから複雑でなければならない。そして脳障害を受けることによって単純化したぎこちないものになっていくとも考えられる。

GMと複雑さとの関係を考えると、もうひとつの重要な点は発達変化である。表面筋電図の変化とフリージングとの関係は既に述べたが、それと共に年齢に応じてGMの中にみられるさまざまな運動のレパートリーが減少し、全体としてGMが単調になっていくように見えるということである。複雑さが消え、よりパターン化されたGMはやがて随意運動の出現と共に消失する。発達と共に複雑な運動が単純になっていくという傾向は発達全体を通して見える一つの方向性でもある。

最近人の行動を複雑さという観点から見直そうという考え方が複雑系などの研究分野で始まっている。いままでのように行動を一つ一つ取り出し、できるだけ単純化しなんらかの原則を見いだそうとする研究方法では人の行動という複雑な現象を解析するには限界があると思われる。そういった意味において行動全体をそのまま把握しようとすることは重要であり、その対象としてGMはひととき興味深い行動と言えるのではないかと思われる。

参考文献

1. Prechtl HFR: Continuity and change in early neural development. In: Prechtl HFR (ed), Continuity of neural functions from prenatal to postnatal life. Clinics in Developmental Medicine Blackwell Oxford 94:1-15, 1984.
2. Forster O: Das phylogenetische Moment in der spastischen Lahmung. Berliner Klin. Wochenschr 50:1217, 1913.
3. De Vries JIP, Visser GHA, Prechtl HFR: Fetal motility in the first half of pregnancy. In: Prechtl HFR (ed), Continuity of neural functions from prenatal to postnatal life. Clinics in Developmental Medicine Blackwell Oxford 94:79-92, 1984.
4. Touwen BCL: Primitive reflexes—conceptual or semantic problem? In: Prechtl HFR (ed), Continuity of neural functions from prenatal to postnatal life. Clinics in Developmental Medicine Blackwell Oxford 94:115-125, 1984.
5. Thelen E, Fisher E: From spontaneous to instrumental behavior: Kinematical analysis of changes during very early learning. Child dev 54:129-140, 1983.
6. Butterworth G, Hopkins B: Hand-mouth coordination in the new-born baby. Brit J Dev Psychol 6:303-314, 1988.
7. 多賀 巖太郎: 生命システムのデザイン原理をさぐる. 数理科学 394:5-13, 1996.
8. Prechtl HFR: Assessment of fetal neurological function and development. In Fetal and Neonatal Neurology and Neurosurgery. Levene MI, Bennett MJ, Punt J. (eds) Churchill Livingstone, Edinburgh. pp33-40. 1988.
9. Prechtl HFR, Ferrari F, Cioni G: Predictive value of general movements in asphyxiated fullterm infants. Early Hum Dev 35:91-120, 1993.
10. Geerdink JJ, Hopkins B: Qualitative changes in general movements and their prognostic value in preterm infants. Eur J Pediatr 152:362-367, 1993.
11. Hadders-Algra M, Van Eykern LA, Klip-Van den Nieuwendijk AWJ, Prechtl HFR: Developmental course of general movements in early infancy. II. EMG correlates. Early Hum Dev 28:231-251, 1992.
12. Bernstein N: The co-ordination and regulation of movements. Pergamon Press 1966.