

妊娠初期におけるヒト個体の行動の発生分化発達について

(分担研究：相互作用と乳幼児の心理・行動発達に関する基礎的研究)

夏山英一*

要約：胎児の行動と形質的発生分化発達との間には、それらを取り巻く環境の中で密接な相関関係を持つものと考えられている。そこで、妊娠初期、胚子期における運動の発生分化発達を詳細に観察し、それに対応する発生学的所見と対比することにより、幾つかの新しい知見を得た。

見出し語：胎児行動 超音波

序論

近年、産婦人科領域での超音波検査の導入は、従来観察し得なかった胎児の行動を容易にreal time に得ることが可能となってきた。

従って胎児行動に対する研究は急速に展開され、妊娠各時期の行動は、身体運動を始め心拍動、呼吸運動、吸嚥運動、その他さまざまな動態が、胎児の発育時期に応じ、特有な一定のパターンを示していることが明らかにされてきている。また、逆に出現する行動の観察解析を行い胎児の各部の機能、中でも中統神経統御の発達程度などを推定し、臨床的に応用しようと試みられている。

胎内におけるヒト個体の生命の機能的表現とも考えられる行動の発生分化発達は、中枢神経系を始め種々の分野での形質的機能的分化発達に伴って進行するものであり、行動と形質的な分化発達の進行との間には密接な相関関係があるものと考えられる。

胎内での個体の形質的分化発育は基本的にはDNAに伝えられた遺伝的プログラムに従って行われるものであり、宿主である妊婦の胎内で

作られる環境によっても影響を受けることはよく知られている。

しかし、胎内における個体発生のプロセスの中での形質的な分化発育と行動の分化発達との関係は前者が原因、後者が結果という一義的な因果関係のみが成立するものではないと考えられるが、その相互関係についてはなお不明な点が多い。いずれも同時に進行していくものであり、複雑な機構が関与しているものと推定される。この分野における解明の手掛かりの一つになり得るのは、個体の行動の初発生とその後の分化発達が胚子の中枢神経系と運動器系の発生分化発育とどのような関係を持つかを明らかにすることと思われる。

妊娠初期における胚子の形質的発生についてはすでに先人の残した数多くの胎生学的所見や近年の新しい手法による研究が展開されているが、これに比べこの時期での行動の発生分化発達に関する研究の成果はなお不十分と考えられ、未解明の点が多い。

それは、生理的環境下での妊娠個体の動態の観察が困難であり、さらに超音波が導入された後であっても機器の性能上の制約や明確な胚子エコー像の作像上の手技の問題などから明確な胚子像が得られず、運動を詳細に観察解析することがなお困難であるためと考えられる。

従って超音波による研究報告では、妊娠初期

*夏山病院(Natsuyama O. & G. Hospital)
京都大学医学部産婦人科(Department of
Obstetrics and Gynecology, Kyoto
University School of Medicine)

の胚子の運動をただ単に Jerky, Rippling, Twitch など、胚子個体を一括した動きとしてのみ分類し解剖学的、運動学的な区分に従ったものではなかった。個体の形質的な分化発育と行動の発生分化発達の相関関係を解き明かすためには運動部位、運動の種類を明確にし、発生頻度、分化形成発達の様相を明らかにすることが必要であろう。

そこで超音波機器の改良と調整を行い、明確なエコー像を作像する条件方法を工夫し、得られた胚子エコー像を観察し運動の部位、運動の種類は解剖学的、運動学的記述用語を用いて区分し、さらに微細な動きに対してはエコー像積分装置を導入して動きを客観的に表示するように努めた。さらにその結果は動きの部位と種類を連記した運動式の形で表現し、データとして取り扱った(表1)。

表1 運動の部位および種類

部 位	
C	: Caput
CT	: Caput and Tail (Trunk)
TL	: Tail
TR	: Trunk
D	: Dorsal (Rucken)
B	: Whole Body
hm	: hand move with Trunk move
lgm	: leg move with Trunk move
HM	: own Hand Move
LM (lgm)	: own Leg Move

種 類	
AF	: Ante-Flexion
DF	: Deflexion
AFDF	: Ante-Flexion and Deflexion
DFAF	: Deflexion and Ante-Flexion
LF	: Lateral-Flexion (Lateral Bending)
STL (S)	: Startle (Jerky) Move
FL	: Float from Amniotic Membrane
SF	: Startle with Floating
SPM	: Spasm
EXT	: Extension
CONT	: Contraction (Shorten)
ROT	: Rotation
TOR	: Torusion
M	: Move (unclear)
TW	: Twist, Screw
V	: Vermicular move

運動式	
C-AF	: Caput Ante-Flexion
CT-DFAF	: Caput and Trunk Deflexion and Ante-Flexion
SFCT-AFDF	: Startle with Floating cause Caput and Trunk Ante-Flexion and Deflexion
TL-LF	: Tail Lateral-Flexion

この報告は妊娠初期における頭臀長(crown-rump length: CRL) 8mm: Carnegie Stage 15からCRL 22mm: C. Stage 21までの胚子の成長1mmごとに出現する運動の特徴を調べ、解剖学的、発生学的、運動発生学的立場で検討を加えたものである。

I. 観察対象

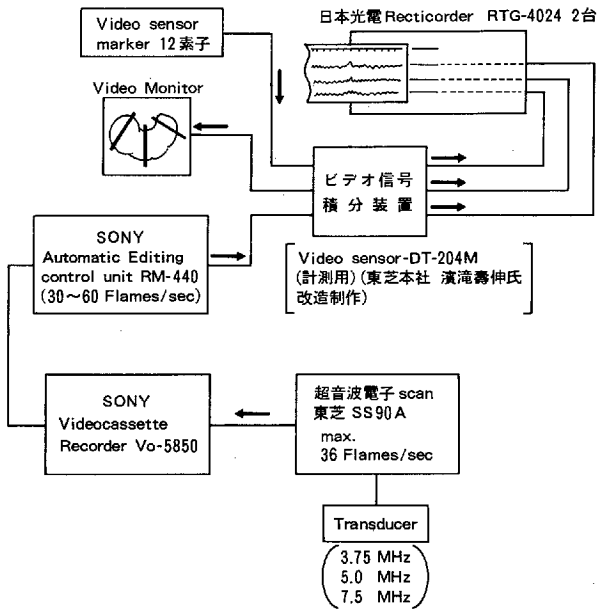
昭和59年8月28日より昭和63年12月28日までの産科超音波外来で、CRL 8mmから22mmまでの明確な胚子像が出現した1166例を選び東芝90A最大フレーム数30 Transducerは3.75, 5.0, 7.5MHzを用い必要に応じて拡大像を作った。すべてのエコー像はSony U-matic Videoに録画保存した。

II. 方法

胚子エコー像を作像するに当たっては、妊婦を仰臥位あるいは載石位(内診台上)とし検査対象の胎嚢がプローブ接触面(超音波発射面)から3, 4cmの深さになるように作像準備を行った。その手技は内診による子宮位置調整、導尿、浣腸などを随時必要に応じて組み合わせて行った。また断層は動態の立体的観察を計るためには胚子に対して3断層(矢状断, 前額断, 横断)を行った。

動態の観察解析に当たっては、録画テープを必要なだけ同一部分を繰り返し(5~30回)観察し、毎秒30フレームごとのエコー像を観察できるSony Video automatic control unit RM-440を使用して運動の分解のためにフレームごとの観察も行い、また微細な各部の動きや運動相互の時間的關係を明確にするために、合計12素子を備えたビデオ信号積分装置および日本光電製レクテコーダ(RTG-4024)を用い、動きの客観化を計った。図1は使用機器、装置の連結を示したものである。

図1 ビデオ信号積分装置



Ⅲ. 結果A : 妊娠初期における胚子の動き

a) 共振運動

妊娠中における胎内の新しい個体は、その発生から分娩終了まで、常に妊婦母体の生理機能に伴う振動、循環に伴う拍動(心)、呼吸運動、咳、クシャミ、笑い、泣き、身体運動に伴う物理的振動、母体外から物理的振動を受けている。

妊娠初期の胚子、CRL 8~9mm以前からCRL 20mm前後まででは、特に母体の興奮、不安など情動の変化に基づく妊婦心拍動の増強時にその振動の影響を受けた共振運動が胚子全身あるいは頭部に発生している。このような場合は、自発運動の発生は起こりにくく、かつ発生しても運動の種類も少なく、さらに運動時間も短い傾向がみられ、また、運動誘発試験によっても運動は起こりにくい。胚子の振動(全身あるいは頭部、体幹)の周期が母体の心拍と一

致せず、胚子自身の心拍と一致することがしばしばみられる。この発生機構は不明確であるが母体の情緒の不安定な状態で観察した場合しばしば出現しており、前記同様自発運動も少なく、かつ運動誘発にも反応しにくいと思われる。母体の呼吸運動に同調して出現する共振現象もあるが、胚外体腔内で(胚子は羊水腔内での位置を変えずに)羊水腔全体が移動する形をとる場合が多い。

一方、咳、クシャミなど急激な腹腔内圧の一過性変化は、子宮内圧の変化と共に直接胚子の振動変化が観察される。これは運動誘発試験時にも起こるものであり、単発性の場合には胚子の運動発生が誘発されている。咳、クシャミなどが連続的に多発すれば無論、自発運動は起こりにくい。

b) 妊娠初期自発運動の様相

この研究では胚子の自発運動はCRL 8mm(胎齢34日): C.

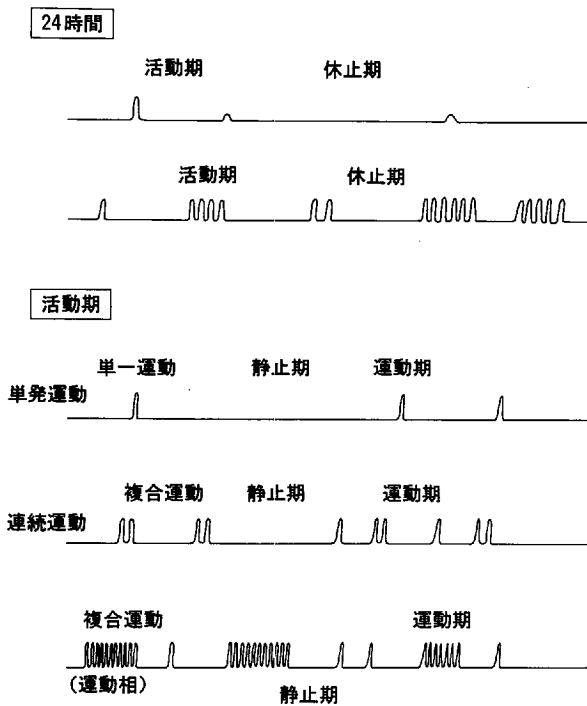
Stage 15以後に出現し、それ以前では胚子の共振運動と自発運動を識別することは困難であった。その後の胚子の動きは日を追って胚子の発育に応じて観察しやすくなっている。

胚子は一日を通じて観察すると、動きがしばしば出現する活動期と、長時間動きの見られない休止期が交互に繰り返されている。活動期の中には、動き始めから終わるまでの運動期と次の運動期までの動きのない静止期が繰り返されている(図2)。

動き始めから動き終わるまでを一つの活動期とすれば、運動相は1回のみ動きを示す単発運動と複数の動きがいくつか連続して起こり動きが終わる連続運動の場合があり、さらに連続運動は、同一の運動が何回か反復して続いて起こる同一型反復運動と、異なった種類の動きからなる連続運動に分類できる。

運動を部位別、種類別に区分することにより運動を分類すると、単一部位の単一種類の動きを単一運動とし、複数の部位と種類で一つの運

図2 胚子期運動の様相



動ユニットとなっている複合運動とに区別することができるし、両者を一つの動きを表す単位運動と考えることができる。このようにして運動期に出現する運動相は単位運動に分解することができる。

c) 誘発運動

強い子宮内圧の変化や胎位の変換をきたすような刺激が加わればCRL 15mm以後の胚子には自発運動が誘発されて起こる場合が認められ、胚子の発育に応じてその反応は明確となりCRL 21mm以後は明確な反応を示してくる。

このような反応を起こすまでの時間は、胚子の発育に応じて短くなる。妊娠9週CRL 25mm以上胎児期では即時に反応が誘発され潜伏期は0に近い。しかし、自発運動終了直後では起こりにくくなり、刺激に対する不応期が存在しており、発育に応じて短縮の傾向が認められ

るが0とはならない。

IV. 結果B: 妊娠初期の自発運動

1) 運動出現率

観察合計1166例中、運動が出現したのは795例(68.10%)であった。CRL 8, 9mm群からCRL 16mm群まではほぼ20%, それ以後は90%前後の出現率を示し、この時期から活発な運動が急増している(表2)。

2) 運動相, 単位運動, 修正運動発生回数

795例の観察により3625回の運動相の発生をみた。これらの運動相を構成する運動を単位運動に分解したところ12463の運動数となった。各CRL群別に集計した結果を表2に示した。観察時間5分間(300秒)に出現する運動相, 単位運動回数を求め検討したのが表2の修正運動発生値である。図3A, 図4は各CRL群の運動相値, 単位運動値をグラフ化したものであるが、いずれもCRL 15, 16mm群を境にした発生回数の増加様相を示している。

3) 運動時間

各CRL群の運動相時間を集計し、運動相時間、平均運動時間を算出し表2に示した。CRL 15mm未満では 2.64 ± 0.60 秒前後であるが、それ以後は運動時間は増加し、CRL 22mm群では 8.34 ± 7.49 秒を示しているがバラツキが多い(図3B)。

4) 静止時間

2回の運動の間に挟まれた運動静止の時間を各CRL群について集計し、運動相ごとの平均値は表2に示した。静止時間はバラツキが多いがCRL 16mm以後漸減する傾向が認められる(図3C)。

5) 各CRL群における運動の観察所見

胚子運動は、単純な動きから複雑な動きへ、すなわち単一部分の単一運動で終わる単位運動から、複数部位の単一あるいは複数種類の運動で終了する複合運動へ、さらに単発運動から連

表2 観察結果表

CRL	検査例数	検査時間	全観察時間	運動例数	無運動例数	運動出現率	観察時間	運動相回数
8~9	136	78005	24637	24	112	17.65%	10382	58
10	72	40843	12903	17	55	23.61%	8032	62
11	73	43784	21525	26	47	35.62%	12051	118
12	87	56089	35856	50	37	57.47%	21374	186
13	69	47361	28329	44	25	63.77%	18821	186
14	71	43181	25909	46	25	64.79%	18015	168
15	103	62639	53931	79	24	76.70%	32550	247
16	113	68482	42756	92	21	81.42%	38905	384
17	79	49357	29913	72	7	91.14%	27852	305
18	80	42155	26477	74	6	92.50%	21949	294
19	82	42191	26389	77	4	93.90%	25851	360
20	79	44052	30637	77	2	97.47%	30517	452
21	79	42553	30162	76	1	96.73%	29807	535
22	43	18276	14713	39	4	90.70%	13483	290
TOTAL	1166	677968	403537	765	370	68.42%	310589	3625

単位 CRL : mm, 時間 : sec

CRL	運動時間	静止時間	単位運動数	平均運動時間	標準偏差値	平均静止時間	標準偏差値	5分間の観察時間における値	
								修正運動回数	標準偏差値
8~9	137.0	3811.2	58	2.50	0.44	102.43	81.30	1.68	0.99
10	138.8	4372.8	62	2.16	0.58	96.81	48.72	2.32	1.52
11	268.8	8355.2	123	2.28	0.63	91.85	85.54	2.81	1.68
12	440.1	13202.8	221	2.37	0.42	102.24	81.75	2.55	1.13
13	441.0	11709.8	210	2.36	0.54	103.06	58.73	2.95	1.51
14	433.8	12073.9	189	2.50	0.52	113.68	73.36	2.63	1.20
15	633.5	19326.1	277	2.58	0.54	125.29	73.81	2.29	1.05
16	1047.3	31225.8	622	2.84	0.58	114.84	65.67	2.81	1.45
17	991.3	21350.7	542	3.25	1.12	118.27	75.48	3.28	1.47
18	1219.1	18403.8	705	4.15	1.57	91.01	43.49	4.48	2.03
19	1913.2	21459.3	1441	5.01	1.74	81.40	31.47	4.33	1.84
20	3123.6	27668.9	2345	6.41	2.33	80.37	30.98	4.72	2.65
21	4087.5	27206.7	3275	8.24	5.54	62.46	26.71	5.66	2.03
22	2601.3	11474.4	2382	8.97	4.24	51.94	19.11	6.29	1.81
TOTAL	17451.2	231543.2	12463	55.62	20.79	1336.65	798.12	48.92	22.46

単位 CRL : mm, 時間 : sec

図3A 5分間の観察時間内における平均運動相数

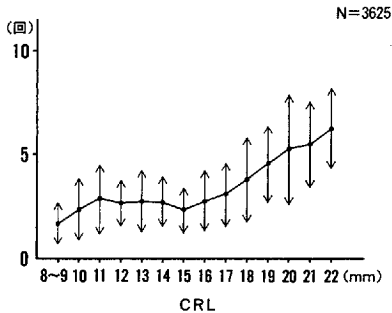


図3B 1運動相における平均運動時間

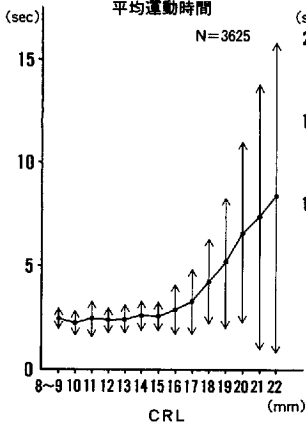
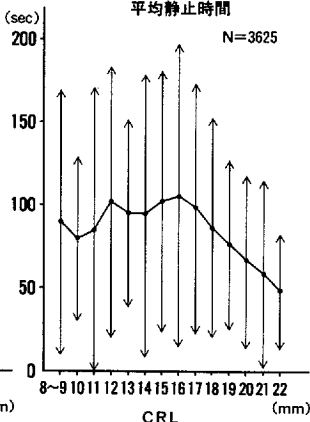


図3C 1運動相における平均静止時間



続多発運動へと発達しているが、それらの様相を調べるために各CRL群に出現する運動の種類、出現頻度、運動時間などを調べた。

CRL 8mmから22mmまでの胚子の運動を観察解析するために、胚子の形質的分化発育とくに中枢や末梢神経系、運動器系の分化発達状況に基づいて

CRL 8mm~15mm : C. Stage 15~17を

前脊髄運動反射期

CRL 16mm~21mm : C. Stage

18~21を

脊髄運動反射形成期

CRL 22mm~ : C. Stage

21~を

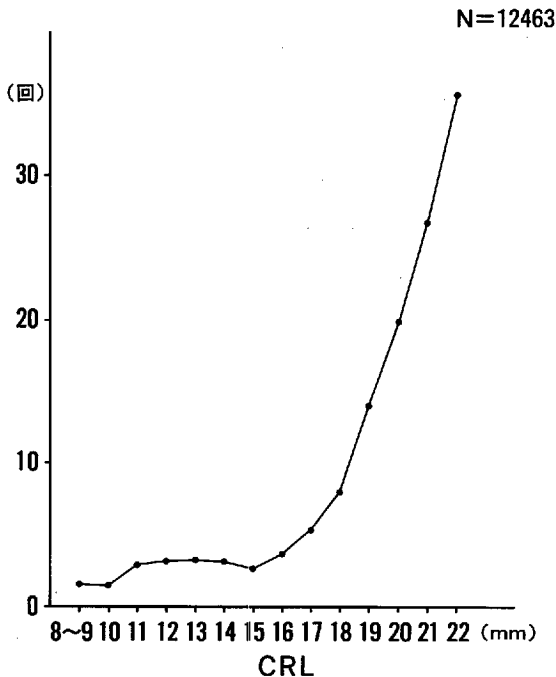
後脊髄運動反射期

に区分し観察結果の検討を加えることとした。

a : 前脊髄運動反射期(C. Stage 15~17)

CRL 8, 9mmの胚子では運動も

図4 5分間の観察時間内における単位運動数



少なく、かつ胚子像も不明確なことがあり、CRLの計測値にも問題があるので両群の観察例をひとまとめにして検討することとした。CRL 10mm以上の胚子ではCRLは比較的正確に測れる例が多いので1mm増加ごとに観察結果をまとめた。

i) CRL 8, 9mm群

24例の胚子の自動運動相は58例認められ、いずれもあまり明確ではないが積分装置により確認できた。動きは3種類に分けられ、頭部体幹の不明確な動きとしてVermicular様運動(CT-MまたはVermicular)が23例39.7%、体幹の不明確な動きとしてTrunk movement(TR-M)が蠕動様あるいはSpasm様に16例27.6%出現した。

尾部のみの動き(TL-M)として前後あるいは側方に尾部を振るような動きが19例32.8%出

現している。いずれも単発性であり連続して動くことは観察できなかった。

このような頭部、体幹、尾部の動きは、前脊髄運動反射期としてCRL 14, 15mm頃まで動きの基本的なものとして出現しているが、胚子の発育につれ運動部位、運動の種類、明確な細分化、多様化が起きている。

ii) CRL 10mm群

17例の胚子の観察により62例の運動相が出現した。運動の種類は6種類であるが、頭部の動きが4種類、C-DF, CT-DF, CT-DEAF, CT-Mがみられたが、極めて少なく計7例、11%に過ぎず大多数は体幹の動きでありTR-Mが29例46.8%、尾部の動き(TL-M)が26例、42%であった。

iii) CRL 11mm群

26例の胚子の観察により118例の運動相を確認した。運動の種類は20種類となったが、頭部体幹の動き(CT-M)が43例、36.4%で、5種類の運動としてCT-DFAF 15例(全体

の)12.7%、CT-M 11例、CT-DF 10例、CT-AFDFAF 4例、CT-AFDF 3例に分化し、さらに頭部のみの動きはC-DF, C-Mが各1例ずつ出現していた。最も多かった尾部の動きは55例46.6%でありTL-M 44例、TL-DFAF 6例、TL-AFDF 4例、TL-LF 1例であり、次に体幹のみの動きTR-Mは18例15.3%、TR-SPM 5例、TR-DFAF 3例、TR-AFDF 2例、TR-AFDFAF 1例、不明確なTR-M 7例であった。

これらの所見はわずか1mmの発育で運動の種類が6種類から20種類に増加し、運動の分化が急速に進むことを示している。CRL 11mm群では、118の運動相の中で単発運動が113例95.8%出現し、連続運動が5例4.2%観察できた。TL-AFDFやTR-AFDFの反復運動とCT-DFに引き続き、TL-Mが連続している連続運動が運動相を作っている。運動の分化から

複雑化も同時に始まっているものと考えられる。この傾向は胚子の成長につれ益々強くなる。

iv) CRL 12 mm 群

50例の胚子を観察し186の運動相と221回の単位運動を確認した。この群では運動は単発性のものと、連続性のものに明確に区分が可能となっている。

単発運動は15種類の動きが145運動相の中でみられ、TL-M群が79例 54.4%、CT-M群が60例 41.3%で、TR-Mは6例 4.1%に過ぎなかった。最も多くみられたのはTL-M 60例 44%、次にCT-DFAF 30例 20.6%であった。

連続運動は15種類の動きが41運動相の中でみられ、C-DFに引き続きTL-MあるいはTR-Mの動きがあるのが22例 53.7%、CT-DFに続きTR-MあるいはTL-Mの動きがあるのが9例 22.0%であり、この両連続運動はCT-DFAFへと発展する前段階の動きとも考えられる。

CRL 12mm 群全体の186運動相の内容をみるとTL-M 80例 43.0%およびTR-M 9例 4.8%が過半数を占めているが、CT-Mは66例 35.5%、C-Mは16.7%もあり、その中でCT-DFAFの動きは32例 17.2%であった。

CRL 12mm群で既に側屈がみられ、CT-LF、TL-LFの形で11回/221回 5.0%出現している。

v) CRL 13mm 群

44例の胚子の動きを186運動相と210回の単位運動として観察した。

単発運動群では18種類の動きが162運動相の中で区分される。ここでは頭部体幹の動きCT-M群が59例 36.4%であったが、尾部の動きTL-M群が93例 57.4%と過半数を占めている。

連続運動群では14種類の動きの組み合わせが24運動相の中で観察された。出現頻度の多いのはC-DFとTL-Mの組み合わせ群で10例、CT-DFとTL-M、TR-M群が7例、計17例 70.8%であるが、これはCT-DFAF形成の前段階と思われる。しかし反復運動はTL-M:2の動き1例のみであり、一方側屈はTL-LFのみが7例 3.3%出現している。

この群の動きを全体的にみれば、TL-Mが

95例 51.1%、CT-Mが73例 39.2%、頭部のみが14例 7.5%であり、尾部の動きが過半数、頭部、体幹の動きがこれについて多い。全単位運動数210の動きの中でCT-DFAFは40例 19.0%を占めている。

vi) CRL 14 mm 群

46例の胚子には168運動相と189回の単位運動が観察された。

単発運動群では14種類の動きが149運動相で見られ、頭部体幹の動きCT-M群が81例 54.7%と過半数となった。尾部の動きは61例 41.2%である。

連続運動群では14種類の動きが20運動相で見られ、頭部と体幹の動きが連続するものが12例 60.0%であった。この観察群では特定の運動群が多発することはなかった。

反復運動はTL-M:2、CT-LF:2、CT-SPM:2などの動きが出現している。

急速な動きとしてSpasmは体幹に多く、計8回観察できた。

体幹の側屈(LF)は9回で5%に満たなかった。

CRL 14mm群の動きを全運動相からみると、頭部体幹の動き(CT-M)は96例 57.1%、尾部は63例 37.5%となり、前者が過半数を占めるようになっている。しかし、CT-DFAFの運動は全単位運動188回の動きの中では74回出現し、39.4%を占めるに過ぎない。

vii) CRL 15mm 群

79例の胚子には247例の運動相と277回の単位運動が出現した。

単発運動群では20種類の動きが217運動相の中で観察されたが、CおよびCT-M群が108例 49.8%であり、TRおよびTL-M群は109例 50.2%であった。

CRL 15mm群では胚子エコー像の明確化により、胚子前額断像において未分化の上肢がエコー像として出現し、まれにCT-DFAFと同調して上肢のエコー像の移動するのがみられることがある。

連続運動群では19種類の動きが30運動相の中で出現し、CT-M、TL-Mとの組み合わせが15例 50.0%と最も多く、CT-DFAFから始まる動きが6例であった。なおC-MとTL、

TRの組み合わせの動きも7例出現している。同一運動反復運動は、CT-DFAF:2とCT-LF:2が各1例ずつ出現している。

急速な動きとしてのSpasmは8例出現したのみである。

CRL 15mm群を運動相からみれば、側屈は26例/247例 10.5%に出現していた。C, CT-M群は130例 52.6%, TR, TL群は117例 47.4%であった。

一方、運動を単位運動からみればC, CT-Mは134回/277回 48.4%であった。しかし、CT-DFAFの運動は106例 38.3%出現し、CRL 14mm群とほぼ同一出現率を示している。

以上、前脊髄運動反射期のCRL 8mmよりCRL 15mmまでの胚子の動きの概要を述べた。

これらの所見は動きの発生発達の特徴を明確に示している。胚子の動きはCRLの増加に伴い出現頻度はわずかな増加を示しているのみであるが、質的な変化は著しいものと考えられる。即ち、CRL 8, 9mmではわずか3種類の不明瞭な動きが単発的に出現していたが、CRL 15mmでは単発運動群と連続運動群が出現しており、後者が増加する傾向をみせ運動の種類も増加してきて39種類の動きが区別できるようになり、さらに同一運動反復型の動きも少数ながら認められるようになっていく。

一方、運動の種類は初めはTR-M, TL-Mが大多数であったものがCT-M型が増加して出現しており、中でもCT-DFAF群という複合運動の増加が著明な特徴として認められている。しかも頭部の動きC-M, C-DF, C-AFに続きTL-M, TR-Mが連続し、さらに一体となってCT-MとなりCT-DFAFの形へと複合発達していく様相が示されている。

b: 脊髄運動反射期(C. Stage 18~21)

i) CRL 16mm群

92例の胚子では364例の運動相と622回の単位運動が出現している。

単発運動群では31種類の動きが268運動相の中で出現しており、CT-M群は202例 75.4%であった。CT-DFAF群は169例 63.1%で最も多い。

連続運動群では39種類の動きの組み合わせが96運動相にみられ、CT-DFAF群は67運動相に出現しほぼ70%の出現率である。体幹の単位運動と比較するとCT-DFAF群は224例37.5%の出現率である。

急速な体幹部の収縮による動きとしてSpasmは13例出現している。また、頭部体幹(CT)の急激な屈曲運動(CT-DFAF, CT-DF, TR-SPM)によってStartle様運動が出現するが、6例観察された。

一方、さまざまな側屈(LF)は47例 7.8%出現している。

CRL 16mm群では少数ながら頭部体幹の動きに伴って上肢の側方への動きが明確に観察できることである。さらにまた、連続運動群では、同一運動反復例が目立って出現していることがわかる。この群の連続運動相中には40例41.7%の反復例がみられ、その中でCT-DFAFは33例であり、ほとんど2回反復型(CT-DFAF:2)であった。

ii) CRL 17mm群

72例の胚子運動を観察した結果、305例の運動相が出現した。

単発運動群は、31種類の動きが181運動相の動きの中にみられ、連続運動群は73種類の動きが124運動相に出現した。

単発運動群ではCT-DFAF群が129例 71.2%連続運動群ではCT-DFAF群が96例 77.8%に出現している。単位運動に分解した場合には、542回の運動となり、そのうちCT-DFAFの運動は320回 59.2%であった。

頭部体幹の運動に伴って出現する四肢の動きは、単発運動では15例 8%にみられ、連続運動では20例 16%に出現した。いずれも上肢が多く下肢は4例に過ぎなかった。また独立した上肢の動きは1例のみ観察されているに過ぎない。

局所的なSpasm(23例)の急速な動きはCRL 16mm群と同様な傾向であり、Startle(8例)はなお少数であるが、動きが力強く胚子背部が羊膜よりわずかに浮き上がるFloatingが観察できることがあった。モロー様類反射を示すCT-DFAFおよび両側上下肢の動きは27例/305例8.9%に出現していた。また、頭部、体幹

尾部の側屈は65例/472例 13.8%に出現している。

連続運動群の中で同一運動反復例は、69例 54.8%出現した。2回反復例は62例で89.8%であり、3回反復例は5例、4回反復例は2例であった。最も多いのはCT-DFAF：2の型であり49例 38.9%出現している。

iii) CRL 18mm 群

74例の胚子運動を観察した結果294例の運動相が出現した。

単発運動群は、23種類の動きが106運動相出現し、連続運動群は106種類の動きが188運動相に出現した。両者とも最多出現の運動はCT-DFAFを含んだ群であり、252例 85.7%に出現している。すべての運動相を単位運動に分解したところ、706回の運動となり、最多発生運動は、CT-DFAFであり574回81.3%出現している。

頭部体幹(CT)運動群に伴って出現する四肢の動きでは、単発運動群では11例の運動相に11回、連続運動群では42例の運動相に65回出現し、両者合わせて全運動相の21%に四肢の動きが観察された。単位運動としては76回の動きとなり、頭部体幹の動きとは異なった独立した上下肢の動きは、17例の運動相に18回の動きがあったが、2例の下肢の動き以外はすべて上肢の動きであった。

体幹の急速な動きとしてSpasmが30例出現しており、頭部体幹の反屈運動に伴うStartleは10例、Floatingは7例観察することができた。

連続運動群で反復運動は116例にみられ、連続運動相群中62.7%の出現率を示す。2回反復は81例で反復相群中69.8%、3回反復は29例25%、4回反復は5例、5回反復は1例に過ぎなかった。

CT-DFAF運動の反復情況は2回反復例中69例 83.9%、3回例は26例 89.6%、4回以上の反復例はすべてCT-DFAFの動きである。以上は運動相単位である。一つの運動相に複数の同一運動反復例が出現する場合もある。CRL 18mm 群では2例みられた。

iv) CRL 19mm 群

77例の胚子運動を観察した結果、360例の運動相が出現し、単位運動数は1441に達した。

単発運動群は、20種類の動きが79運動相の動きの中にみられ、連続運動群では193種類の

動きが281運動相に出現した。両運動相とも最多運動は、CT-DFAF群であり、単発運動群では62例 78.5%、連続運動群では241例 85.8%を占めている。

単位運動に分解したところ、頭部体幹の動きは941回であるが、四肢の動きを加えると1441回となり、最多運動はCT-DFAFで628回 66.7% (頭部体幹の動き)であった。単発運動群では頭部体幹の動きに伴って出現する動きは上肢が10例、下肢が4例であり、独立した四肢の動きとしては、上肢が5例、下肢が4例とまだ少なかった。

連続運動群の中では、四肢の随伴運動数は上肢は230例、下肢は141例であり、単独での動きは上肢が91例、下肢が42例であった。また、すべての単位運動数の中で占める四肢の動きの比率は500例/1441例 34.5%であり、随伴運動は385例/1441例 26.7%であった。

急速な動きとしてのSpasmは体幹に多く、TR-SPMあるいは背部(Dorso-SPM)の形で出現することが多く、360運動相中24例 6.7%、体幹の動き941回のうち32回 3%に過ぎなかった。

Startle運動は360運動相中27例 7.5%に出現し、体幹の動き941例のうち53例 5.6%観察できた。Floatingを伴ったStartleは、360運動相中17例 4.7%で体幹の動き941例中23例 2.4%に過ぎなかった。

側屈の動きは360運動相中68例 18.9%、体幹の運動941例中128例 13.6%観察できた。

連続運動群360例の中で、同一運動反復を示したのは、207例 57.5%であった。この中で2回反復例は109例 52.6%、3回反復例は63例 30.4%、4回反復例は13例 6.2%、5回反復例は9例 4.3%、6回以上は13例あり最多反復は10、11回各1例である。

同一運動反復例は、CT-DFAF型の動きが主であり、2回例では87例79.8%、3回例では58例 92%を占め、4回以上反復例はすべてCT-DFAF型である。このCT-DFAF型反復運動180例はすべての同一運動反復例の86.9%を占めており、連続運動群の64.1%を占め、単位運動数と比較すると23.3%の出現率を示している。

v) CRL 20mm 群

77例の胚子には452例の運動相と2345回の単位運動が観察できた。

単発運動群は、34種類の動きが123運動相に出現し、単位運動としては188回観察することができる。この単位運動数をみると頭部体幹の動き94回、四肢の動きは94回からなっている。123運動相の中でCT-DFAF群は72例 58.5%を占めているが、上肢単独単発運動が9例、下肢が18例、上下肢ともに動く単発相が2例出現していた。

一方、体幹の動きに伴って出現する上肢の動きは24例、下肢の動きは24例観察され、さらに体幹の動きとは別な動きを示すものも上肢24例、下肢の動きは22例が出現している。

連続運動群では295種類の動きの組み合わせが329運動相の中で出現している。これらの動きを単位運動に分解すると頭部体幹の動きは1206となるが、四肢の動きが別に933回出現しており合計2127回の動きとなる。

329運動相の中でCT-DFAFの動きのある相は256例認められ、77.8%の出現率であるが単位運動として検討すると頭部体幹の動き1206回の中で852回 70.7%のCT-DFAF運動が認められる。連続運動群の中では四肢の運動から始まる運動相がある。上肢から始まるものは8例、下肢から始まるものは7例出現している。

CRL 20mm群における四肢の動きは951回であるが、体幹の動きと連動して起こる動きは上肢が368回 38.7%、下肢が271回 28.5% 発現しており、体幹と関係なしに出現する動きは上肢169回 17.8%、下肢は143回 15.0% 観察することが可能であった。

CRL 20mm群全体では体幹の動きは1300回であり、四肢の動きは1045回となっており、四肢の動きがいかに発達していくかを示している。

運動の発達を示すものとして、急速な動きとしてSpasmが体幹に77例発生している。

また、Startleは452例の運動相の中で62例13.7%にみられ、体幹の単位運動で119回/1300回 9%を占めている。Floatingを伴うStartleは39の運動相(8%)に出現しており、単位運動としては82回 6%であった。

頭部体幹の側屈は単純な側方屈曲としてCT-

LF, TR-LF, TL-LF運動もあるが、CT-DFAFあるいはCT-AFDFの動きの中に付随して出現していることも多く、141例31%に出現している。しかし、すべての体幹の単位運動からみると290回 21.8%を占めている。側屈はCRL 19mm群までの12~13%から急速に増加していることが明らかとなっている。

同一運動反復例は連続運動329相の中で232例70.5%に出現し、過半数を越えている。2回反復例は86例 43.7%、3回群は60例 30.5%、4回群は31例 15.7%、5回群は31例 15.7%、6回群は13例、7回群は6例、8、9回群は5例出現している。この分布状態はCRL 19mmまでの群に比べ反復回数の増加傾向を示すものである。

反復運動の種類をみると、CT-DFAFは209例90%であり、2回群では90.6%、3回群では95%、4回群では90.3%、5回群では93.5%、6、7、8、9回群ではほとんどCT-DFAFの動きのみで占められている。

1つの運動相に異なった種類の動きの反復運動例が出現している場合があり、35例観察できた。これらは運動の多様化への傾向を示すものと考えられる。

vi) CRL 21mm群

78例の胚子には535例の運動相、3275回の単位運動が観察された。

単発運動群は、41種類の動きが120運動相に示され、単位運動は194回の動きに分解することができた。

連続運動群は、307種類の動きの組み合わせが415運動相の中で出現しており、3081回の単位運動に分解できた。

頭部体幹(CT)の動きをみると、単発運動相群では91例/120例 75.8%、連続運動相では363例/415例 87.5%が観察できた。全頭部体幹(四肢の運動を除いた)の単位運動は1809回であり、この中でCT-DFAFは1370回出現し75.7%を占めることとなった。

この群のすべての動きの中で、四肢の動きをみると、単発運動群では120相中74例 61.7%に出現しており、体幹の動きに伴った動きは、上肢25例、下肢17例であったが、独立した四肢の

動きとしては上肢12例、下肢20例であった。

連続運動群では415運動相の中で319運動相に1392回の単位運動として四肢の動きがみられた。

頭部体幹に伴って付随する動きは、上肢472回、下肢374回であり、体幹の動きとは関係なく独立した四肢の動きとしては、上肢258回、下肢307回であった。

これらの所見からCRL 21mmにおいては、体幹の動きに伴った四肢の動きが、独立した四肢の動きよりもなお多いことを示し、また独立した動きではこの群から、いずれの場合も下肢の動きが上肢の動きより優位であることを示している。

Spasmは99例/535例 18.5%出現しており、Startleは連続運動群に多く、73例/415例 17.6%、単位運動では154回/1689回 9.1%であり、Floatingを伴うStartleは45例/415例 10.8%、単位運動では92回/1689回 5.5%であった。

側屈はTR、TL部位は少なくなり、CT部が増加しており535運動相の中で144例にみられ26%の出現率である。単位運動として分解すると、428回/1809回 23%となった。

同一運動反復例は、連続運動415相の中で311例 74.9%の出現であり、この中で2回反復例は99例 31.8%、3回反復例は63例 20.2%、4回反復例は52例 16.7%、5回反復例は33例 10.6%、6回反復例は21例 6.7%、7回反復例は16例 5.1%、8回例が7例、9回例は9例、10回以上は2、3例出現し、15回を最多例とした。

これらの所見はCRL 20mm群に比べ、同一運動反復例における回数の増加がみられ、4回以上の例に著しくみられる。

CT-DFAF運動反復例は286運動相に出現し、2回例では87例/286例 30.4%、3回例では57例/286例 19.9%、4回例では48例/286例 16.8%、5回例では32例/286例 11.2%、6回以後は42運動相に出現しているが、ほとんどCT-DFAF運動の反復のみとなっている。種類の異なる複数の反復運動例が運動相に56例/311例 18.0%出現し、種類の異なった反復例が

4回引き続いて出現している。これらは同一運動反復例にも多様化が始まったことを意味すると考えられる。

以上の脊髄運動反射形成期CRL 16~21mm群の所見により

- 1) CT-DFAF運動の確立と反復運動形成。脊髄単節運動から多節間運動へと発展。
- 2) 連続運動の発達および運動の組み合わせの多様化。
- 3) 緩徐な動きと急速な動きの区分化。
- 4) 側屈運動の確立。
- 5) 四肢運動の確立。
- 6) Startle, Floatingの形成。
- 7) 同一反復運動における反復回数の増加、および種類の多様化。などが考えられる。

c: 後脊髄運動反射期 (C.Stage 21~)

CRL 21mm群までの運動形成後、延髄脊髄期に入っていくものと考えられ、胚子の器官形成の終了に合わせ、さまざまな運動、連合運動、交叉運動が出現するものと考えられる。

i) CRL 22mm群

39例の胚子には280の運動相が出現し、2392回の単位運動を観察することができた。

単発運動群には19種類の動きが73運動相の中に出現し、単位運動は125回みられた。

連続運動群は177種類の動きが217運動相の中に出現し、分解すると体幹の動き1108、四肢の動き1159、計2267の単位運動数を示した。

頭部体幹(CT)運動群は、単発運動群では35例/73例 48.0%、そのうちCT-DFAFの動きは28例でCT群の80.0%を占めており、単発運動群全体の中では28例/73例 38.4%に出現している。連続運動群217相の中では、CT群は201例 92.6%、単位運動としては928回にみられ、そのうちCT-DFAFは191例に出現しCT群の95.0%を占めており、全連続運動群の88%となり、単位運動数としては558回となっている。連続運動群における単位運動数からみると、四肢を除くすべての運動1108回の動きの中で、

CT群は83.8%を占めCT-DFAFの動きは50.4%となっている。

四肢の運動は、73相の単発運動群の中で57例76%に出現しているが、その内訳は体幹に付随した動きは上肢7、下肢3、合計10例/57例17%、独立した動きは上肢10例、下肢37例、計47例/57例83%でかつ下肢の動きが多く出現している。連続運動相群では、156相に体幹に伴う動きや独立した動きが混在しており、全連続運動群の71.9%を占めている。分解したところ単位運動としては1152回の動きであった。体幹に付随した動きは、113例/217例52.1%に出現し単位運動数では上肢403回、下肢382回の動きを示し、計785回68%を占めている。独立した四肢の動きとしては118例/217例54.4%に出現し、単位運動数としては上肢190回、下肢177回、計367回32%を占めていた。これらの動きから、四肢の動きは体幹の動きより多くなり、かつ独立した動きは随伴運動よりなお少ないが、上下肢はほぼ半ばすることが示されている。少数の比較ではあるが単発運動では、下肢のみの独立した動きが目立って多くなっていることがわかった。

Spasmは全運動相の中で37例出現し52回観察された。全運動相290例の12.7%、単位運動

の4.7%にしか過ぎない。

Startleは290例中、連続運動相群に多く24例8.3%に出現し、単位運動としては53回/1108回4.8%であった。Floatingを伴うStartleは、25例/290例8.6%出現し、単位運動としては48回/1108回4.3%であった。

側屈運動では、90例/290例31.0%に出現し、単位運動としては323回観察され、頭部体幹の動きの29.2%に出現している。

連続運動群の217相の中での同一運動反復例は173相に出現し79.7%となっている。

この中で2回反復例は45例26.4%、3回反復例では42例24.7%、4回反復例は18例10.5%、5回例では20例11.7%、6回例では13例7.6%、7回、8回、9回とも5%前後の出現率を維持し、10回より17回までは計10例出現した。これらの結果は、CRL 21mmに比べ同一運動反復の回数が増加していく傾向を示している。

CRL 22mm群の反復運動の中でCT-DFAFの出現する運動相は多く、157例90.8%を示している。多種類の反復運動がみられる運動相は45例26.4%であり、CRL 21mm群よりさらに増加してきている。

しかし、CRL 22mm群の観察例数はCRL

表3 運動相内の自発運動の発生と発達

CRL	Carnegie Stage	検査例数	運動相数	単位運動数	全運動数	単発運動相数	単発運動発生数	連続運動相数	連続運動発生数
8-9	Stage 15	24	58	58	3	3	68	0	0
10	Stage 16	17	82	82	6	6	62	0	0
11	Stage 16	26	118	123	20	16	113	4	5
12	Stage 17	50	186	221	30	15	145	15	41
13	Stage 17	44	186	210	32	18	162	14	24
14	Stage 18	46	188	189	28	14	148	14	20
15	Stage 18	79	247	217	39	20	217	19	30
16	Stage 18	92	354	622	70	31	268	39	96
17	Stage 19	72	305	542	104	31	181	73	124
18	Stage 19	74	394	106	129	23	105	106	168
19	Stage 20	77	360	1441	213	20	19	183	281
20	Stage 20	77	450	2345	329	34	123	235	329
21	Stage 20	78	535	3275	348	41	120	307	415
22	Stage 21	39	280	2392	289	19	33	177	217
	TOTAL	735	3825	12463	1640	291	1855	1236	1770

CRL	同一運動反復例			その他の			運動の発生相数				
	検 査 数	運動発生数	反CT-DFAF運動相数	CT-DFAF運動相数	側屈運動	四肢運動	Spasm	Startle	St. Float		
8-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
11	2	3	0	3	15	1	0	0	0	0	
12		1	0	1	32	7	0	1	0	0	
13	1	1	0	1	35	7	0	3	0	0	
14	3	3	0	3	72	9	0	6	0	0	
15	2	2	1	1	101	28	1	8	0	0	
16	6	40	33	7	236	47	16	13	6	0	
17	9	70	55	15	225	65	35	23	8	0	
18	10	112	91	21	252	54	53	30	10	7	
19	15	207	180	27	303	68	146	24	27	17	
20	18	232	209	23	328	141	318	77	62	29	
21	22	311	285	25	454	144	393	99	73	45	
22	13	173	157	16	219	90	213	37	24	25	
	107	1155	1012	143	2273	659	1175	321	210	133	

15mm 群以後の各群に比べ半数にも満たず、なお観察例数を増やす必要があると思われる。

V. 結果 C : 運動の分化と発達

各CRL 群別に観察してきた胚子の自動運動の所見をもとに、運動の発達を運動相、単位運動の面から分析検討することにする。

表3は運動の種類、単発運動と連続運動、同一運動反復例および反復CT-DFAF 運動群の頻度を各CRL 群に調べ、さらにCT-DFAF、側屈運動、四肢運動、Spasm、Startle および Floating などの動きが出現している運動相の頻度を各CRL 群別に観察した結果である。

1) 単発運動と連続運動およびそれらの運動の種類

胚子の自発運動に、単発性運動相と連続性運動相からなっているが、単発性運動は単一運動、複合運動が胚子の発育に応じて運動相に出現し、単位運動としてその種類も3種類から始まり40種類に増加している。その出現傾向はCRL 15、16mm までは増加の傾向にあり、それ以後はむしろ減少している。

連続運動に、種々の単一運動、複合運動などの単位運動がさまざまな組み合わせで繰り返して

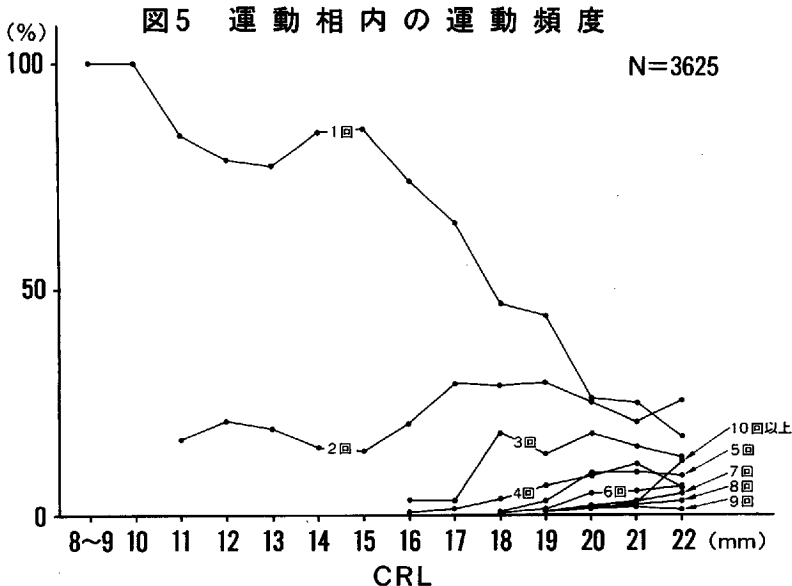
起こる運動であり、従って単発運動に比較し運動相としての種類は非常に多い。連続運動の初発は既にCRL 11mm から4種類の運動相として出現するが、以後CRL 15mm までは15種類を示し、それ以後は急激に増加しCRL 21mm では307種類の単位運動の組み合わせを示す運動相となっている。この傾向は連続運動相の出現頻度とほぼ平行している。

2) 連続運動の運動相内単位運動数および運動時間

連続運動を構成する単位運動数を各CRL 群別に調べた結果、図5のようになった。また運動持続時間を運動相内単位運動数別に分類し、各CRL 群別にみると図6のようになる。これらの所見は、胚子の発育に応じてさまざまな連続多発型の運動相が出現しており、多様化への傾向がみられ運動時間は必ずしも単位運動数とは比例しない場合があることを示している。

3) 運動相内連続多発運動の部位別、種類別頻度

次に各運動相において動き始めから終るまでの運動する部位別、種類別の頻度を調べた結果は図7、図8のようになった。すなわち、CRL 16mm 群以前ではTR、TL、Cなどの部位の動



きは各群ともほぼ2~3回の運動相に1回出現しているが、CT(頭部体幹尾部)の動きはCRL 16mm群以後ではほぼ常に出現し、急激に出現頻度が増加していることを示している。また運動の種類では、図7のCTの部位別様相とはほぼ同様な傾向を示し、CRL 16mm群以後から急速に増加している。これらは続発運動にCT-DFAFの動きが多く含まれることを意味している。

4) 初発運動を対象とした解析

出現する連続運動の運動相の中での初発運動は、2回目以後の動きのような続発する動きとは異なった意味を持つものと考えられる。CRL 16mm以後の群では続発する運動は、先発の運動により誘発された運動でないことを否定できない。特にCRL 20mm群以後は解剖学的にその可能性が高い。そこで、初発運動のみを集め解析の対象として、部位別、種類別に調査した結果、図9, 10, 11が得られた。図11は胚子の運動部位をC, CTとTR, TLの2群に分けて考えた場合であり、胚子の運動がTR, TL部からC, CT部へ移り変わることを示している。各CRL群におけるすべての単位運動を部位別、種類別に分類し、その出現頻度を調べた結果は図12, 13のようになった。

また、単位運動の部位別、種類別発生頻度と初発運動のそれらを示す図12, 13と図9, 10を比較すると、両者ともほぼ同様な傾向を示しているが、CRL 15mm群までの時期では初発運動にC-DFがCT-DFAFの増加以前に多く出現しており、CRL 16mm群以後では単発運動にLF, AFDFが多いことが特徴として出現している。

5) 同一運動連続反復発生率

連続運動の運動相には異なった単

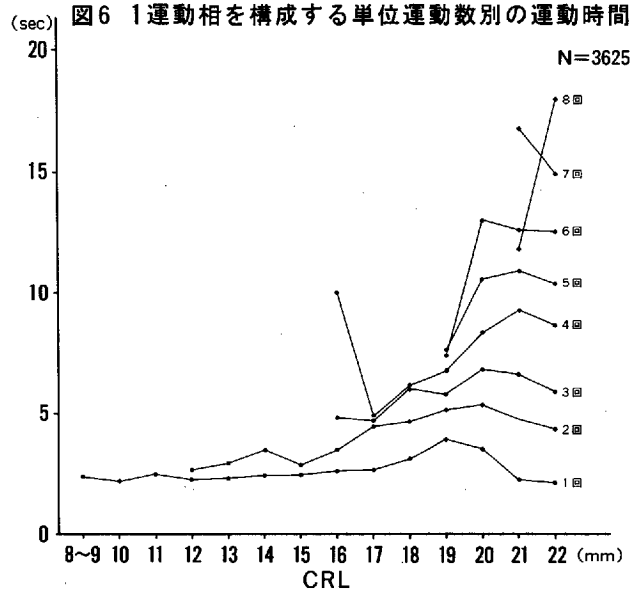


図7 1運動相内の部位別、運動頻度(平均)

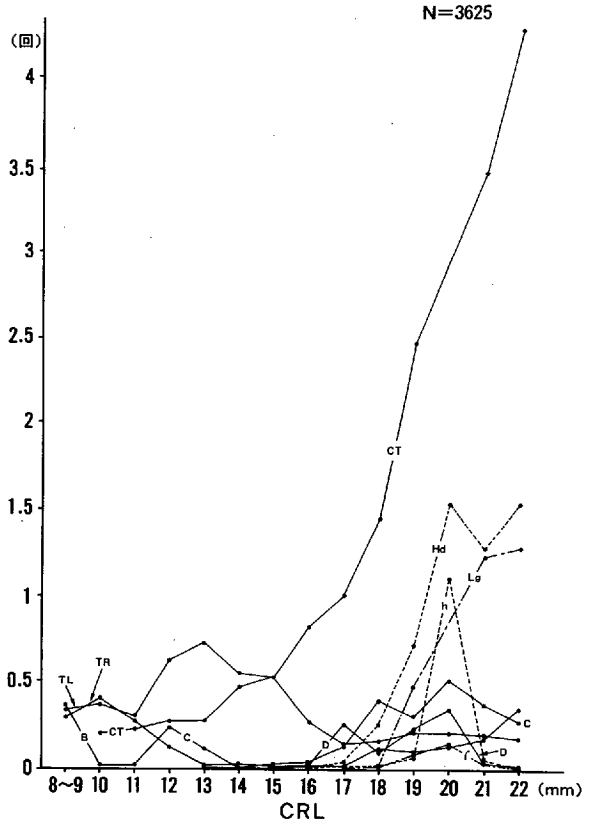


図8 1運動相内の運動の種類別、運動頻度(平均)

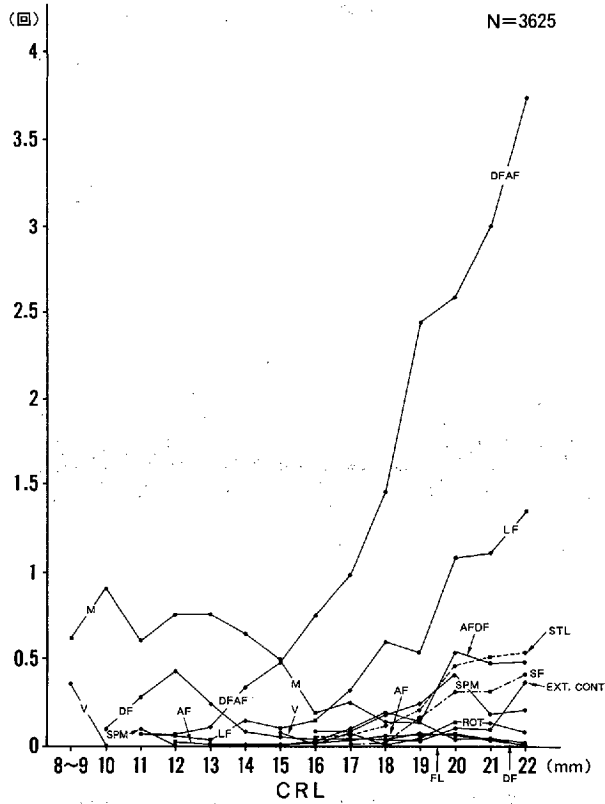


図9 初発運動を対象とした解析
運動の部位による分類

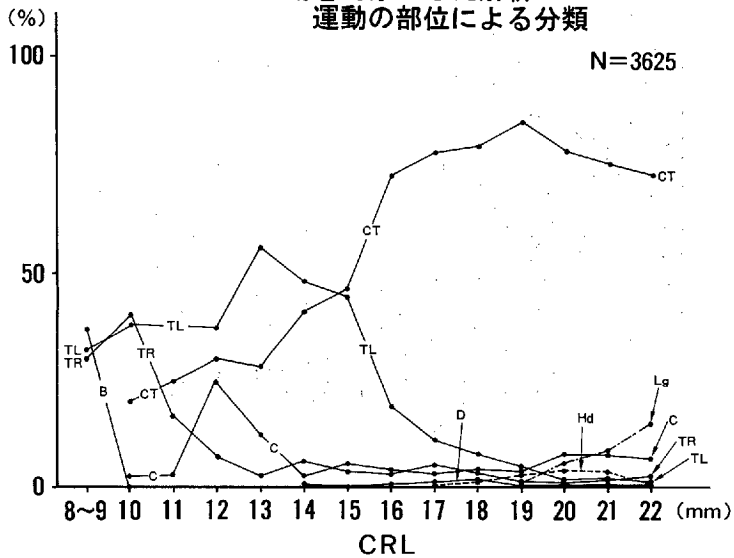


図10 初発運動を対象とした解析
運動の種類による分類

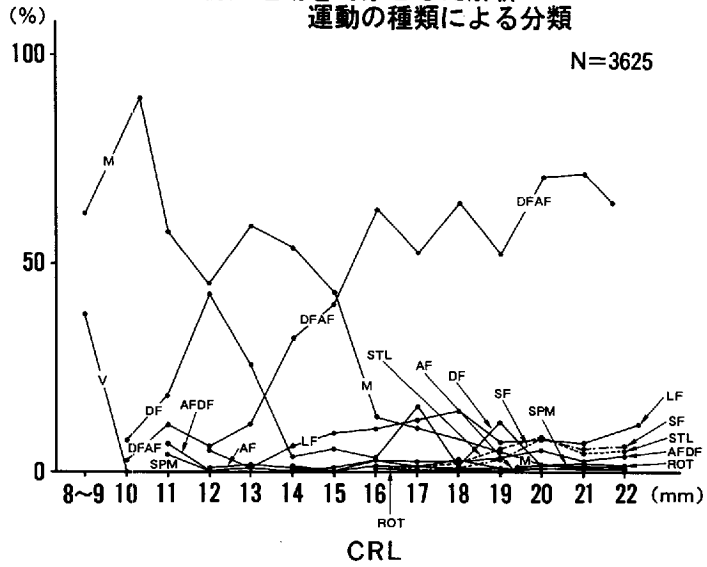


図11 初発運動からみた運動の発生と分化および発達

N=3625

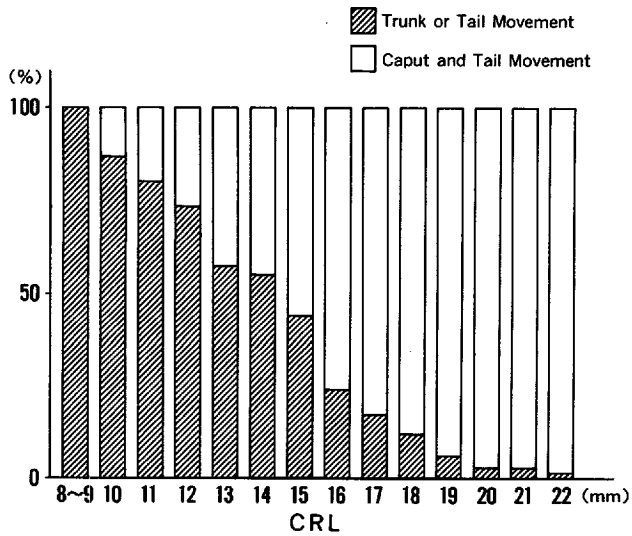


図12 単位運動における運動部位の構成比

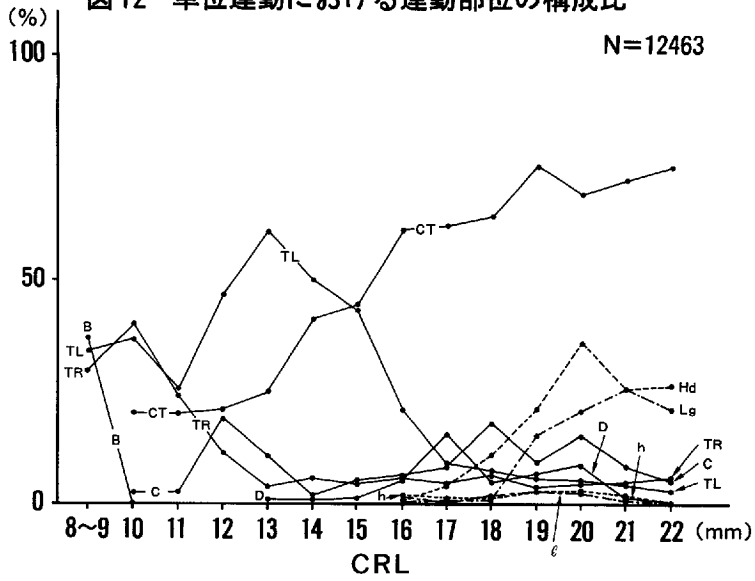
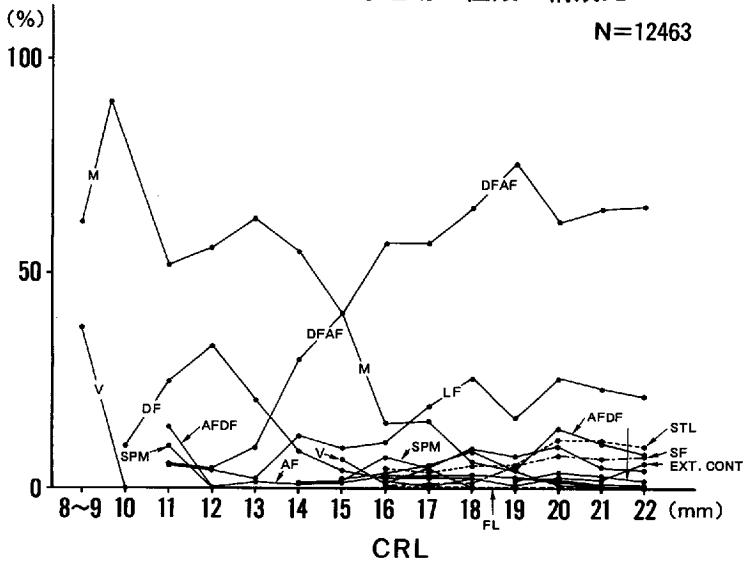


図13 単位運動における運動の種類構成比



位運動が連続多発する例と、同一運動が繰り返され反復する例がある。CRL 15mm以後では特にCT-DFAF運動が反復する傾向が強い。そこで各群における発生率を調べた結果、表3、図14のようになった。

これらの結果を発生学的所見からみると、ある回数以上の反復運動はその運動を引き起こす脊髄運動反射弓の形成と何らかのつながりがあることを意味するものではないかと思われる。

6) 四肢の動き

胚子期では、頭部、体幹部の動きのみでなく、この時期なお未分化である四肢の動きも観察が可能である。

CRL 14mm群で四肢エコー像が胸部の両側方にかすかな点状として出現する場合には、C-DF, CT-DFAF, CT-LFなどの動きの中で一緒に動くのが観察できることもあるが、CRL 16mm群から両側上肢が体幹の動きの方とは異なった方向へ動く。すなわち、肩部を支点とした開閉様運動である。CRL 17mm群から上肢は、頭部と胸部の間に側方から正中に伸びて出現するが、体幹の動きに伴い両側同時に動いている。しかし、CRL 19mm群となると上肢は、片側ずつ別方向の動きが始まり、下肢はCRL 20mm群以後に出現している。これ

らの動きは体幹の動きが終わってからも持続したり、また単独に初発運動として出現してくる。CRL 21mm群以後は上肢より下肢の単独初発の例が多く下肢膝部を支点とした屈曲伸展(Flexion, Extention)が出現し、上下肢の交叉運動も始まって来る。CRL18mm群以後では胚子胸部、骨盤部の横断断層によって運動の方向を明確に観察しえるようになる(図15, 図16)。

7) 運動の速さ (Spasm, Startle, Floating)
運動の速さは表2の運動時間に示されているが、単位運動(C-DF, CT-DFAF)の中では単一あるいは複合運動が含まれており、すべての運動を単一部位の単一種類の動きに分解した場合、明らかに急速あるいは緩徐の違いがみられる。一般的には、単一運動はCRL 13mm群以前ではゆっくりした動きである。しかし、急速な動きはCRL 11mm群から既に出現するが頻度は非常に少なく、最も急速な動きとしてSpasmはCRL 16mm群から急激に増加している。CRL 13mmから出現するStartleも急速な動きであるが、複合運動に伴う場合が多くCT-DF, CT-DFAFの動きの最初に出現する場合が多い。Floatingは力強い動きがあって胚子が羊水腔中に浮上する場合を示すが、胚子の体幹の一部が羊膜に急激に衝突することにより発生するもの

図14 同一運動連続反復発生率

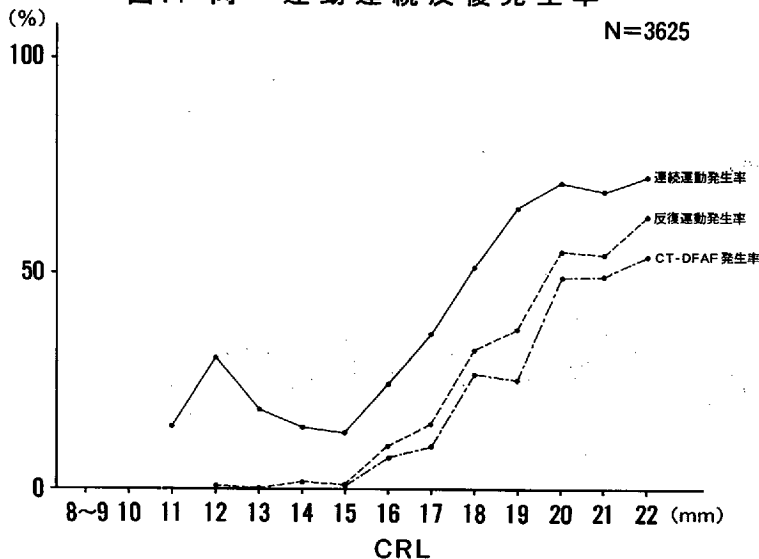


図15 MORO様運動の発生と発達(1)

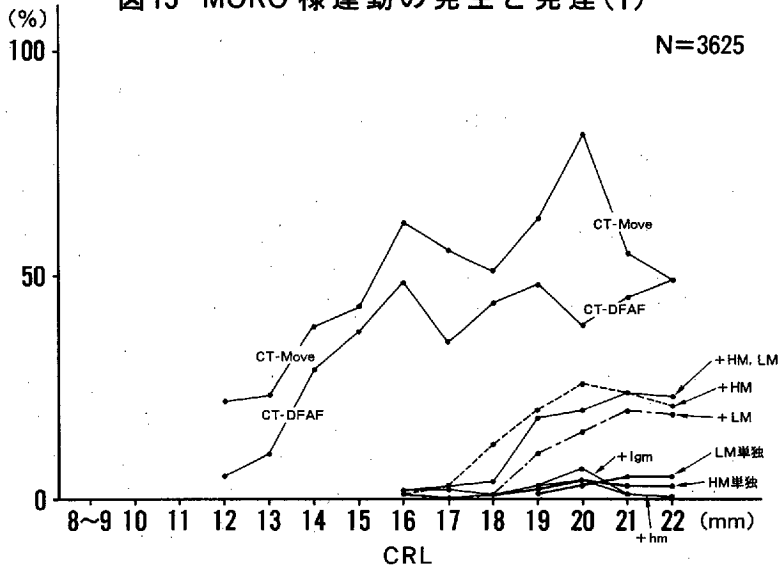
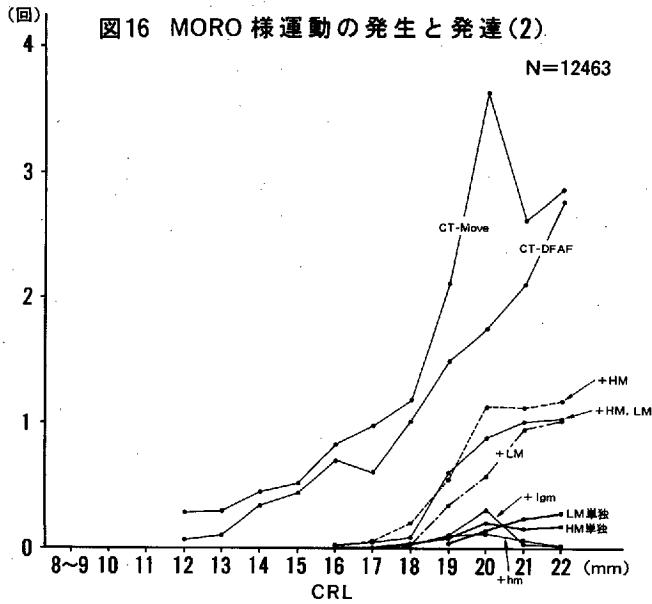


図16 MORO様運動の発生と発達(2)



であり、Startleに伴うことが多い(表3)。

VI. 考察

CRL 8, 9 mm から CRL 22 mm までの胚子期の運動はその発生分化発達の様相から, CRL 15 mm (C. Stage 17) までを前脊髄運動反射期, CRL 16 mm ~ 21 mm (C. Stage 18 ~ 20) を運動反射形成期, CRL 22 mm (C. Stage 21) 以後を後脊髄反射期と区分して考えることができる。CRL 15 mm までの胚子の発生学的特徴としては, 大脳および脳脊髄神経系など中枢神経系の発生分化は, ある程度進んでおり C₂ ~ C₃ までの脊髄 neuronsynapse や頸部, 腋窩, 腰, 仙骨部には plexus の形成も行われているが, 末梢神経系, 筋肉系, 運動器管はなお未分化であり, 組織学的には神経芽細胞, 筋原細胞の時期であり, 中枢との遠心性運動反射弓の存在は考えられない時期である。

一方, 運動は表3に示されるように約20種の運動の発生と発達がみられる。また, TR, TL-Mのような不明確な動きが過半数を占める中で CRL 13 mm 以後から C-DF, CT-DF がみられ, さらに C-DF, TR, TL-M が連続運動として出現し, さらに全身の複合運動として CT-DFAF へと発達し, 脊髄期の運動の基幹をなす単位ユニットとして徐々に発生頻度が増加していく。これに加え CT-AFDF あるいは C-ROT, TL-LF, CT-LF, C-Spasm, TR-TL-Spasm が少数ながら発生している。遠心路系, 効果器としての末梢神経および筋肉細胞の未分化状態から運動反射弓の存在が否定される時期に, 脊髄期の代表的な運動としての CT-DFAF (基本的複合ユニット) にまで運動が分化発達していくのはいかなる理由に基づくものであろうか。未分化であってもこれら神経芽細胞, 筋原細胞は刺激伝導が行われ, 収縮弛緩が行われ, 機能的には運動反射弓の役割を果たしているものと考えざるを得ないであろう。しかし, このような運動の発生分化発達が, 次の時期 CRL 16 mm 以後の末梢神経系, 筋肉系および固有受容体, 運動器系の分化を誘導推進する前駆的役割を果たしているのではないかと推論し得る。

発生学的に CRL 16 ~ 22 mm (C. Stage 18 ~

21 妊娠8週) は, さまざまな高さでの下位運動 neuron 性運動反射弓 (三叉神経 sensor としての口唇部や筋固有受容体としての筋紡錘 → 求心路 → C₂ より TL までの脊髄第一次中枢 synapse → plexus → 遠心路 → 筋肉) が, 末梢神経系, 筋肉系およびそれらの結合 synapse の分化形成により完成されていく時期と考えられる。これらの分化は頸部および体幹の脊椎部側方の背筋や横隔神経叢などの形成から始まり, 頸部の胸鎖乳突筋, 胸部の肋間筋, 骨盤部筋, 上下肢運動筋などへと及んでいくものといわれている。

この時期の胚子の動きは, これら発生学的所見を反映し, 多彩な発達熟成がみられている。CRL 16 mm 以後の運動発生頻度の急激な増加, 運動持続時間の延長, 300 種類を越える (CRL 20 mm 群) 運動の多様化, 連続多発運動の形成および増加など, いずれをとっても胚子の形質的な分化発達の急速な進展を裏付けるものであろう。特に同一運動の連続多発化は, CT-DFAF を中心として各 CRL 群ごとに増加しているが, CRL 15 ~ 16 mm 以後ではその増加率は急激になっている。連続発生回数と運動時間の関係をみることにより運動反射弓の機能を類推することも可能であろう。また, 連続している運動の種類により, 運動反射弓の種類とその発達を知ることも可能である。

頸部反射としての MORO 反射は, 既に CRL 13 mm 群にみられる C-DF 運動に端を発し, CT-DF, CT-DFAF などの運動反射弓の形成途上, 頸筋の固有受容体 (紡錘体) の分化が筋原細胞から筋肉細胞へ分化に伴って起こり, さらに上下肢の運動の発達によって, 頭部反屈との連動が CRL 16 mm 群からみられ, CRL 21 mm 群以後はほとんど完成された形で出現している。CRL 15 ~ 16 mm 群以後にみられる多彩な胚子運動は, 結局 Lower motor reflex としての脊髄反射 (stretch-reflex, withdrawal reflex, crossed reflex) などが組み合わされ mass reactions として表現されるものとも考えられるが, それ以前の時期を含めこれらの自動運動の引き金としての刺激や興奮が胚子自身のどこから起こるのかはなお不明である。

また, この時期での胚子は一定の姿勢を保つ

傾向があり、ある動きが発生しても元の姿勢に戻る習性を備えている。この問題はCT-DFAFとかCT-AFDFのような複合運動ユニットの形成にも関係があるものと考えられ、なお検討を加えるべき問題である。

おわりに

超音波電子スキャンという限定された能力を通した観察所見をもとにした研究であるが、未解明の分野への挑戦として進めてきた。胚子期の運動を、部位、種類別に分類し神経発生的所見と対比し検討を加えた。

文献

- 1) 夏山英一, 塩田浩平: 胎芽, 胎児の行動とその発生学, 周産期医学 Vol. 16 no. 3~12. 1986, 3: 443~6, 4: 593~8, 5: 765~8, 6: 915~9, 7: 1055~8, 8: 1225~8, 1361~7, 10: 1493~6, 11: 1663~71, 12: 1841~9, 1986, Vol. 17 no. 1: 107~10, 2: 235~7, 8: 1271~6, 9: 1415~20, 10: 1597~601, 11: 1746~50, 12: 1903~8, 1987
- 2) R. O' Rahilly and E. Gardner: The Timing and Sequence of Events in the Development of the Human Nervous System during the Embryonic Period Proper., Z. Anat. Entwickl. Gesch 134, 1~12, 1971
- 3) S. Goto and T. K. Kato: Early Fetal Movements are Useful for Estimating the Gestational Weeks in the First Trimester of Pregnancy., Ultrasound Med Biol Suppl 2, 577~582, 1983
- 4) 後藤清二, 小池達夫, 朝日治郎, 安江弘之, 黒木尚之: 38-C-82 電子スキャンによる妊娠初期胎芽胎児運動の特徴と妊娠週数との関連について., 日本超音波医学会講演論文集 533~536, April, 1981
- 5) N. Okado: Development of the Human Cervical Spinal Cord with Reference to Synapse Formation in the Motor Nucleus., The Journal of Comparative Neurology 191: 495~513, 1980
- 6) M. J. Flower: Neuromaturation of the Human Fetus., Journal Med Philos 237~251, August, 1985
- 7) A. Ianniruberto and E. Tajani: Ultrasonographic Study of Fetal Movements., Seminars in Perinatology, Vol. 5, No. 2 175~181, April, 1981
- 9) N. Okado: Onset of Synapse Formation in the Human Spinal Cord., The Journal of Comparative Neurology 201: 211~219, 1981

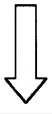
Abstract

IN UTERO BEHAVIOR OF HUMAN EMBRYOS AT THE SPINAL CORD STAGE OF DEVELOPMENT

Eiichi Natsuyama

Behavior is a functional manifestation of human life and its development has a close correlation with morphological differentiation of the central and peripheral nervous systems and the locomotor system. Recent progress in clinical ultrasonography has provided us with some information on the development of intrauterine behavior of human embryos and fetuses. However, it is usually difficult to examine very young embryos in detail by ultrasonography. The embryonic movements at the spinal cord stage of development have been described rather simply like "jerky", "rippling" or "twitching".

In the present study, the movement of human embryos was observed in detail and the types and characteristics of their movements were recorded with anatomical terms. The development of embryonic movement was also considered in connection with the neurological and locomotor differentiation.



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



要約:胎児の行動と形質的発生分化発達との間には,それらを取り巻く環境の中で密接な相関関係を持つものと考えられている。そこで,妊娠初期,胚子期における運動の発生分化発達を詳細に観察し,それに対応する発生学的所見と対比することにより,幾つかの新しい知見を得た。