

昭和44年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告

No. XIV 幼児の体力・発達の追跡的研究

財団法人 日本体育協会

スポーツ科学委員会

幼児の体力発達の追跡的研究

特に平衡機能について

体力トレーニング小委員会

船川 幡夫
上條 芳文

I はじめに

生物は環境の変化とともに、その構造を変化させ、適応しつつ発達している。⁽¹⁾そのメカニズムの解明に一步踏み込んでみると、それはまさに多様性をおび、限りない生命発展の神秘を内在していることにおどろく。例えば内耳の迷路をとりあげてみても、はじめは前庭部のみの分化しか有せぬ生物も、長い進化の過程において半規管を形成し、完成した迷路にまで進化している⁽²⁾ことは、その一つの例といえよう。

高等動物といわれる人の発育発達においても、やはり、受精から小児、成人として成熟にいたる過程で、単に細胞の増加や臓器の機能発達面をみただけでも、その現象は常にdynamicな機序もっていることがうかがわれるのである。その最も顕著な時期が小児期、特に乳幼児期である。それはこの時期に人として最も大切な部分である神経系の臓器発育が著しくなるからである。⁽³⁾とくに、大脳重量は6才前後で成人の90%以上にも達し⁽⁴⁾また、小脳は脳各部の重量比でみると幼若年期中、すでにその比率が一定となる⁽⁵⁾のである。これらは各種の機能発達、精神発達の状況を考えると誠に興味深い点である。したがってこれらの神経機能の発達観察は、運動機能を含めた広義の体力の発達を追求することにもなるといえよう。

このことは新生児、幼若乳児の反射が、Moro反射、緊張性頸反射、把握反射などにみられる⁽⁶⁾段階から起立姿勢をとる立直り反射、すなわち、

物理的にはなほだ不安定な起立位では倒れようとするが、この動きに抗して重心を元の重心線に立ち戻らせようとする姿勢の調整へと発達するのは、身体内外各所に分布されている筋自身、関節に存在する自己受容器および皮膚の受容器などを介し、この上位に位するreceptorとしての迷路、視覚が関与し、この反射をさらに高位において統禦する小脳を中心とした中枢神経系である⁽⁷⁾ことを考えると、乳児、幼児、児童と成長する間の運動機能の発達は、これらの平衡機能と関係した神経系の発達する過程と密接なつながりをもっているといえるのである。

したがって、われわれは形態発育、機能発達の著しい段階にある幼児に着目し、健康な幼児の運動機能および生理的機能や精神的機能を含めたいわば健康度としてみられる広義の体力⁽⁴⁾の一機能としての平衡機能の追跡的研究を行うことにした。

II 幼児平衡機能検査の意義

小児は乳児から幼児にかけて日増に生活行動範囲が拡大され、activeな運動を行い、passiveな動揺刺激に遭遇する機会が多くなる。

換言すれば、運動負荷姿勢とその反射のパターンに、迷路に対する回転や直線加速度刺激および視覚刺激が影響を与え、いわゆる空間識(Space Orientation)を規定する⁽⁶⁾ことが多くなるといえる。とくに、迷路はLabyrinthonusとして全身骨格筋に一定の緊張を与えており⁽⁷⁾、その刺激の適否により、身体の平衡がスムーズに維持される場

合と、平衡破綻による全身骨格筋に ataxia を来す場合とがあるのである。この点は筋電図学的にもすでに検討が加えられている。(8)(9)(10)

このような中で、幼児は、たとえ、神経機能の発達が成人に近い⁽³⁾といっても、われわれ成人に比して充分には control されず、往々にして平衡機能破綻としてのりものよい(Motion Sickness)を来しやすいと考えられる。乗物酔いの初発年齢が幼児中期に多いのも、それをうらがきするものといえよう。幼稚園や保育所で乗り物酔いが毎年問題とされるが、上述した空間識を高めるために、たとえば可動範囲の大きなブランコなどの遊具遊びを通しての慣れなども大きな役割をもっていると考えられよう。

われわれは、ここで幼児の平衡機能の実態を把握し、その発達過程について多角的な検討を行い幼児の平衡機能は如何なるレベルにあり、如何に発達し成熟してゆくかを探求することにより幼児教育、幼児の健康管理の一助としたいと考え、この研究を行ったものである。

Ⅲ 平衡機能検査の選択

臨床領域では、平衡機能検査は前庭半規官の機能検査のみを目的とするものでなく、身体平衡維持に与える視器、自己受容器、中枢神経系の異常の診断を目的として⁽¹¹⁾、立直り検査すなわち、直立検査、マン検査、単脚直立検査、傾斜台検査と偏倚検査すなわち、指示検査、書示検査、歩行検査、足踏検査などと、眼振検査すなわち、自発眼振検査、実験眼振検査などに大別している⁽¹¹⁾。前二者の検査(立直り検査、偏倚検査)は、いずれも視覚により直接的あるいは間接的にコントロールされていることは明白であるため、われわれは、迷路本来の機能である立直り検査として傾斜台検査(以下、Goniometer という)と、単脚閉眼直立検査を、また迷路機能のアンバランスをそのまま把握する偏倚検査として足踏検査を行った。

Ⅳ 研究方法

研究対象は、東京都内の某幼稚園および保育園に在園する幼児、合計 347 名であって、主とし

て昭和 45 年度に行ったものである。測定項目は施設によってすべて同一ではないが、足踏偏倚検査、Goniometer Test、単脚閉眼起立検査および平衡機能に関連のある項目についてのアンケート調査である。

これらの測定方法は次のようである。

(A) Goniometer Test

Goniometer を用い、滑り止めをした台上に裸足の直立姿勢で起立させ、床面を passive に前後左右方向に、閉眼、閉眼(幼児を布片にて遮眼する)状態の計 8 回、 $1^\circ/\text{sec}$ 角速度の割合で傾ける。その際、幼児が Goniometer での起立位が保てなくなり転落する角度を測定する。

(B) 単脚閉眼起立検査(Blindfolded One-leg Standing Test)

幼児の眼を布片にて遮眼した状態で、利き脚(任意の脚)で直立維持させる。この際挙上脚は膝関節で、できるだけ曲げさせ、支持脚は十分伸展させる。維持できず両脚が床についた時間を測定する。

(C) 足踏偏倚(Stepping Test)

幼児の眼を布片にて遮眼し、両側上肢を前方水平に伸展させ、裸足で自然にかつ腿を十分にあげながら 50 歩原位置で足踏みさせる。(active な運動)なお、足踏み終了時の足跡と原位置からこの場合にいたる間の偏倚軌跡より、移行距離、移行角、回転角を測定する。

(D) 乗りもの酔いと身体および行動特性に関する調査

O・D(起立性調節障害)の大症状と小症状を含めた日常の行動様式で乗りもの酔いに関係あると思われる諸因子を考慮し、10項目のアンケート調査を作成し幼児の母親に調査を依頼した。

Ⅴ 研究結果

1. 幼児の Goniometer Test 単脚閉眼直立検査結果について

表 1 は立直り検査としての幼児 Goniometer Test の開眼、閉眼状態における前傾、後傾、左傾、右傾傾斜維持度を性別、年齢別にみた平均値、標準偏差であり、それを図示したものが図 1 である。一般に、後傾より前傾の、および左傾より右傾の

傾斜維持度がそれぞれ2〜3度ずつ、また布片にて遮眼した閉眼状態より視覚を用いられる開眼状態での結果がよいことに気がつく。さらにその平均値を年令別、性別に比較してみると、一部男児の閉眼状態などを除いて5才児は4児より、男児は女児より高いことがわかる。

表-1 幼児Goniometer Test 測定結果

		開眼(角度)				閉眼(角度)			
		前傾	後傾	左傾	右傾	前傾	後傾	左傾	右傾
男	4才 M	31.8	26.5	31.5	36.2	30.4	24.3	27.7	30.3
	SD	10.8	8.5	10.2	9.4	7.9	8.6	11.3	9.9
5才	M	34.9	31.6	37.2	34.7	31.2	23.1	27.2	29.8
	SD	8.0	6.4	9.7	9.6	6.5	7.0	10.0	9.8
女	4才 M	28.3	27.9	28.7	29.0	25.8	24.3	26.8	28.7
	SD	11.1	8.4	9.8	10.1	8.4	8.5	10.3	10.3
5才	M	32.5	31.5	35.9	35.3	29.5	26.9	29.3	28.2
	SD	7.3	5.8	7.5	8.3	6.2	6.7	6.5	8.8

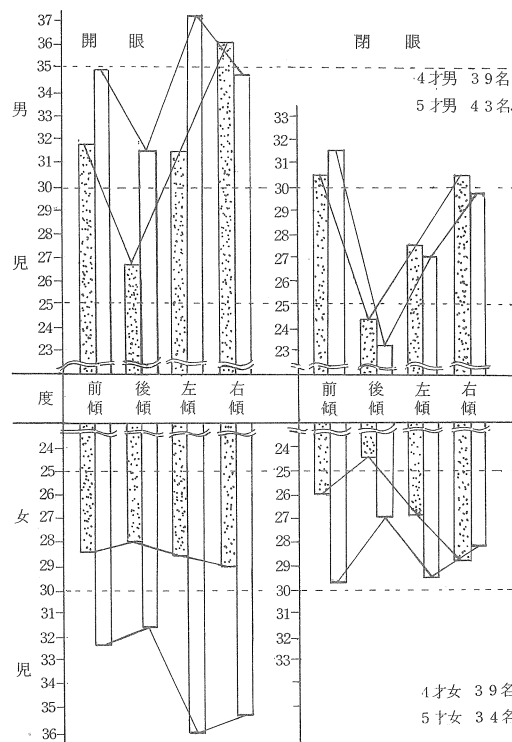


図-1 Goniometer Test

これらの結果をより明らかにするために、性別、年令別および開眼状態、閉眼状態での前傾傾斜維持度を度数分布図を描いてみると図2のようにな

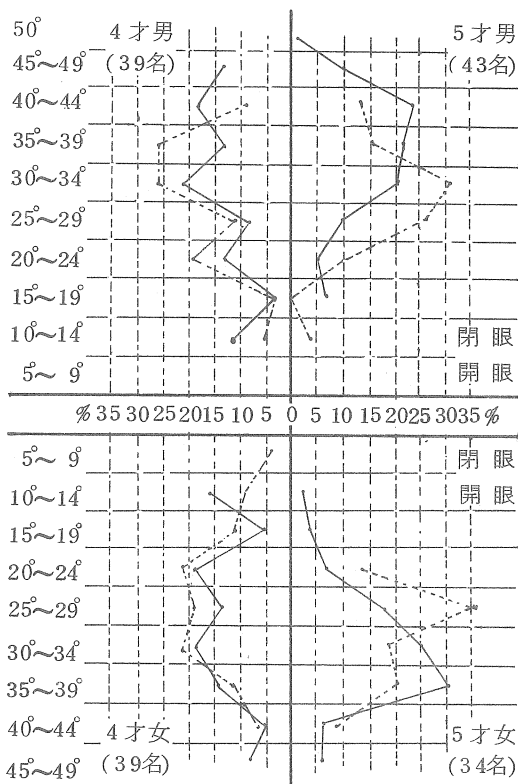


図-2 Goniometer Test前傾度数分布図

る。さらに、その前傾度数分布頻数をもとに累積度数折線をつくと図3、図4のとおりになる。

まず、図2より5才児では男女児の開眼、閉眼とも山型の分布をしているが、そのmodeは角度のやや高い方にかたよりを示している。また、4才児では5才児の如き単modeの傾向に比して、度数分布が多峰性を示している。この傾向は当然質的構成に差異があるときに現われるが、標本数が少ないときにも全く標本抽出の偶然のために、現われる場合もあるが、4才児とほぼ同一人数の5才児では単modeを示しており興味のある結果である。図3は男児の前傾累積曲線であるが図4の女児の結果の方が、よりはっきりした傾向がつかめる。すなわち、4才児より5才児が閉眼より開眼状態の曲線が左側にかたよっていることは視覚の影響が平衡機能維持への一つの役割をもっていることが考えられる。

このように幼児のGoniometer Testは、分布

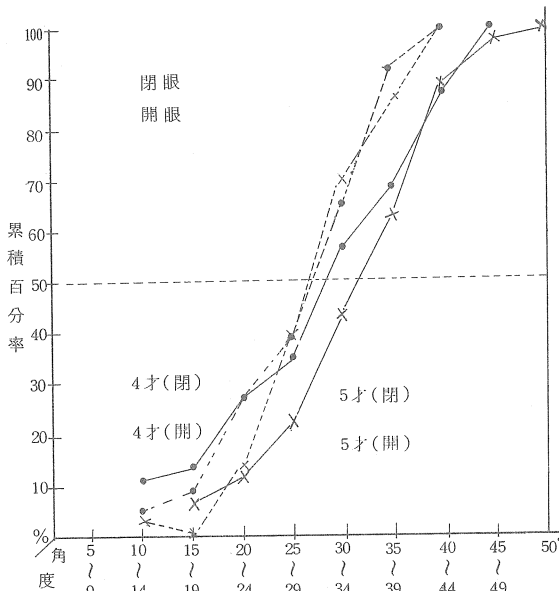


図-3 幼児Goniometer前傾 (男児)
累積度数

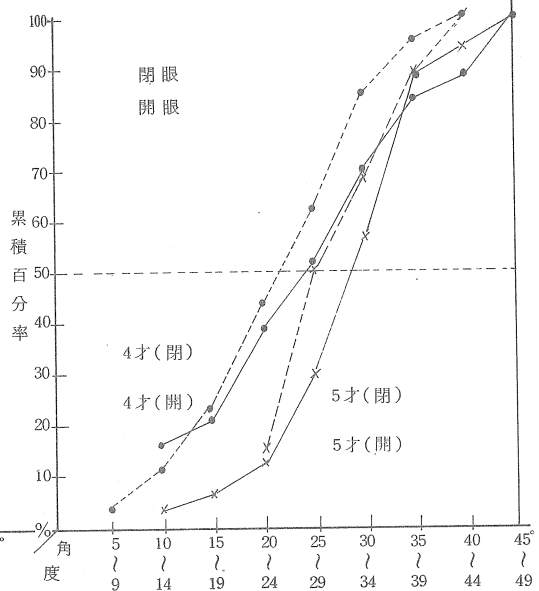


図-4 幼児Goniometer前傾 (女児)
累積度数

にかたよりおよび多峰性がみられたが、実際に如何なる分布幅があるものか、またそれは年令発達で如何に変化するかを知ることは、幼児の平衡機能を知る上で重要なことである。表2はその結果を如実に表わしたものである。

すでに表1の標準偏差の結果で予想されようが、この偏異係数については身長、体重、運動能力などそれぞれの測定項目ではせいぜい3~5%程度の変動⁽¹³⁾であるにもかかわらず、幼児Goniometerでは30%前後の値を示している。すなわち、閉眼、閉眼状態でみると、4才児では男女児とも30~40%を示し、また5才児でも20~30%に

表-2 幼児Goniometerの偏異係数

		Goniometer Test							
		開 眼				閉 眼			
		前傾	後傾	左傾	右傾	前傾	後傾	左傾	右傾
男児	4才	32	30	22	32	23	33	40	30
	5才	20	19	20	26	19	29	36	30
女児	4才	39	29	32	34	32	32	38	35
	5才	21	16	22	17	20	23	20	28

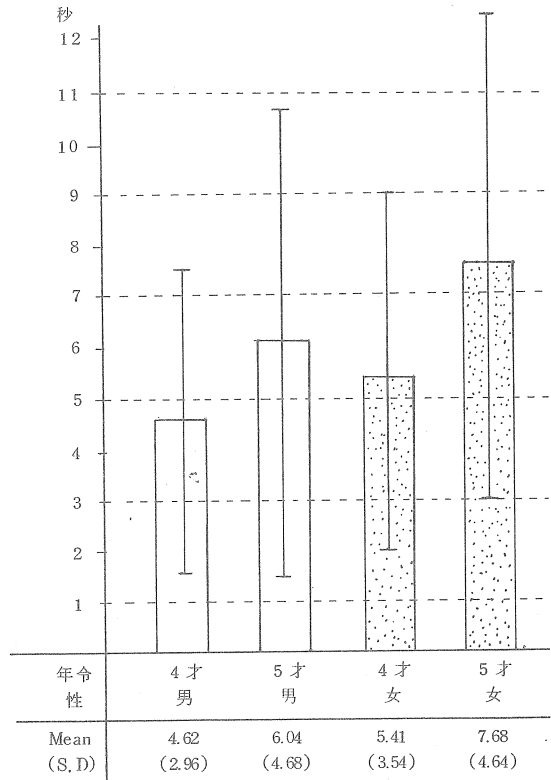


図-5 幼児単脚閉眼直立検査

至っている。ここに分布幅が非常に大きいことが指摘されるが、その傾向は低年齢児つまり5才児より4才児に著しいことに気がつく。

さて、ここで迷路本来の立直り検査のもう一つの検査、単脚閉眼直立検査をみてみよう。図5はその年齢別、性別にみた平均値の結果である。それによると Goniometer Test の結果と同時に4

才児より5才児がすぐれている点が Goniometer と異なるところである。4才女児 5.4秒, 男児 4.6秒, 5才女児 7.6秒, 男児 6.0秒と, 男児がいずれも劣っている。

2 幼児足踏偏倚検査結果について

足踏偏倚検査の結果は表3と表4のとおりである。表3はS保育園児を対象にした第1回目と第

表-3 幼児足踏偏倚年齢的推移と5カ月後の変化(10月~3月)

MEAN, ()内 S D.

		回 転 角		移 行 角		移 行 距 離	
		1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
男	3才 (6人)	41.8° (37.9)	39.5° (51.1)	23.4° (28.8)	28.0° (34.2)	108.9m (87.6)	115.8m (79.5)
	4才 (13人)	37.3 (39.8)	36.7 (34.7)	21.0 (24.9)	37.4 (50.4)	139.0 (110.0)	210.7 (152.1)
	5才 (12人)	30.4 (24.7)	35.2 (31.8)	12.5 (8.2)	22.8 (17.0)	112.3 (51.5)	103.9 (84.6)
	6才 (12人)	26.5 (20.3)	21.7 (25.4)	37.5 (21.8)	17.0 (10.3)	99.1 (65.2)	97.9 (75.2)
女	3才 (7人)	45.1 (71.2)	48.0 (69.9)	25.8 (12.4)	23.0 (16.0)	92.0 (28.2)	111.0 (70.5)
	4才 (11人)	32.3 (21.7)	36.2 (18.7)	13.7 (18.6)	21.0 (22.2)	90.1 (36.0)	110.8 (126.2)
	5才 (12人)	31.8 (36.3)	34.3 (44.8)	14.0 (9.2)	13.3 (13.1)	91.1 (36.0)	133.1 (144.2)
	6才 (8人)	29.6 (27.0)	27.5 (25.4)	18.8 (20.5)	17.0 (10.3)	64.1 (21.1)	53.5 (33.6)

表-4 足踏偏倚Test

		人数		偏 倚 傾 向			偏 倚 方 向		
				回転角	移行角	移行距離	左	中	右
男	4才	38	M	42.34	27.23	64.94cm	42%	7%	51%
			SD	40.84	21.87	26.41			
女	4才	34	M	37.83	24.00	61.17	22	17	61
			SD	39.72	22.43	32.34			
女	5才	33	M	22.15	14.79	55.45	32	21	47
			SD	24.42	13.39	25.42			

表-5 第1回検査, 第2回検査をとおしての幼児足踏偏倚検査(移行距離)

1 m 以上および 2 m 以上の出現状況合致度

	(1)	(2)	(1) + (2)	2 m 以上	1 m 以上
	1 m 以上 2 m まで	2 m まで		合致度	合致度
第1回 (81人)	29/81 35.8%	7/81 8.6%	36/81 44.4%		
第2回 (81人)	14/81 17.3	17/81 21.0	31/81 38.3	6/7 85.7	20/36 55.6

2回目の実験結果を3才児, 4才児, 5才児, 6才児と加齢に伴う横断的な変化および冬期間をへた5カ月後の同一被検者を調べたものである。まず, 回転角, 移行角, 移行距離とも第1回目とその5カ月後の第2回目で平均値のずれがかなり顕著にあらわれ, しかも5カ月後に必ずしも全体の平均値が上昇していないことに気がつく。なお, その結果を加齢発達別にみると, 男女児とも一般に, 年少児期より年長児期に従うにつれ, すぐれていく傾向がつかめる。

しかし, その測定値に対しては例数が少ないため有意差の有無をうんぬんすることは出来ないもので, この実験でのねらいはむしろ, 第1回目で第2回目の検査を通じて, この検査自身, 如何程の信頼性があるかをみたいと考えたのである。すなわち, 第1回目(90人), 第2回目(81人)の同一個体を縦断的に追跡することにより, 両方とも検査を受けた81人を対象に第1回目の検査で偏倚が著しかった幼児が, はたして第2回目の検査でも同じような結果を示すか否か, もし示すとしたらどの程度かを検討した。

その結果, 例えば足踏偏倚距離については1回目と2回目の検査でともに1 m 以上および2 m 以上の出現状況をみると, 表5のとおりになり, 第1回目で2 m 以上の偏倚をしていた幼児7人のうち6人は(85.7%), 第2回目の検査でも2 m 以上の偏倚距離を示し, 1 m 以上については55.6%の率で出現合致していることが明らかとなった。なお, とくに第1回目, 第2回目の検査でともに2 m 以上の偏倚をしめた幼児に対しては, 現在縦断

的に個体を追跡中である。

このように, この検査の信頼度がある程度確認された時点でわれわれは例数の増加と平衡機能訓練を生理の立場から, 園の教育の中に効果的に遊具を取り入れているK幼稚園に目をむけ, その実態を検討することにした。表4はその足踏偏倚検査の結果であるが, 前述した表3と同時に年令発達にもない偏倚がすぐれていくが, 異なっている点はとくに移行距離においてその値が小さいことすなわちすぐれている傾向にあるように思えた。また, 偏倚の方向については一般に中心方向は最も少なく, 右側への偏倚は左側のそれよりも多い傾向にあり, いずれも前方に偏倚していた。

このように足踏偏倚もGoniometerと同様に年令発達にもなって発達する傾向がつかめたが, その偏異係数(表6)をみると, Goniometer Testにおけるよりもさらに変動は大きく, 100%以上を示す結果が, 回転角に特に目立つ, 前述したように身長, 体重, 運動能力などの結果では, せいぜい数%であることを考えると如何に個人差が大

表-6 幼児足踏偏倚の相対標準偏差(%)

		足踏偏倚		
		回転角	移行角	移行距離
男	4才	95%	77%	40%
	5才	123	95	66
女	4才	105	91	52
	5才	109	92	45

きいかわかるといえる。

3 Goniometer Test, 足踏偏倚検査,
単脚直立検査の関係について

Goniometer Test の開眼, 閉眼状態の前傾,
後傾, 左傾, 右傾の各平衡維持能力および足踏偏
倚検査の回転角, 移行角, 移行距離, さらに単脚

表-7 幼児平衡機能検査相関マトリックス

4才 男

	Goniometer								足踏偏倚			閉眼 片脚
	開眼				閉眼				回転 9	移行 10	距離 11	
	前 1	後 2	左 3	右 4	前 5	後 6	左 7	右 8				
1		**	*	***	*							
2	.494		*	**		***	*	**				
3	.435	.351		***			**					
4	.685	.471	.459					**				
5	.420	.322	.141	.241		*	*	**				
6	.112	.559	.258	.123	.393		*	***				
7	.193	.369	.474	.227	.421	.364		**				
8	.206	.455	.022	.463	.472	.643	.449					
9	.130	.269	-.044	.252	-.019	-.103	-.063	-.208		***		
10	.011	.127	-.119	.680	-.056	-.017	-.174	-.108	.820			
11	-.145	-.101	-.145	-.062	-.256	.110	.101	.114	.062	.075		
12	-.144	.030	-.006	-.133	.130	.146	.067	.062	-.281	-.113	-.362	

df=37 * 5% ** 1% *** 0.1%有意

表-8 幼児平衡機能検査相関マトリックス

5才 男

	Goniometer								足踏偏倚			閉眼 片脚
	開眼				閉眼				回転 9	移行 10	距離 11	
	前 1	後 2	左 3	右 4	前 5	後 6	左 7	右 8				
1			**		***			*				
2	.310					**	*					
3	.429	.266		***			***	**				
4	.323	.291	.554		**		***	**				
5	.536	.310	.233	.428		**	*	***				
6	.201	.470	.134	.147	.457			***				
7	.322	.376	.646	.577	.402	.307		***				
8	.415	.208	.447	.481	.555	.563	.60106					
9	-.014	-.077	.135	.116	-.061	-.201	.027	.051		***		
10	-.105	-.102	.040	.100	-.085	-.212	-.112	-.096	.537		*	
11	.165	-.154	-.176	-.124	.142	.092	-.154	.062	-.315	-.366		
12	.056	.056	.015	.032	.257	.063	-.033	.056	.017	-.017	-.004	

df=41 * 5% ** 1% *** 0.1%有意

表-9 幼児平衡機能検査相関マトリックス

4才女

	Goniometer								足踏偏倚			閉眼 片脚
	開眼				閉眼				回転 9	移行 10	距離 11	
	前 1	後 2	左 3	右 4	前 5	後 6	左 7	右 8				
1		**	**		*	*		*				
2	.481		***	**		***		*				
3	.470	.628		***	**	**	**					
4	.287	.464	.571		***	**	*	***				
5	.333	.306	.488	.503		*	*	*				
6	.363	.591	.403	.451	.339		*	**				
7	.093	.207	.458	.390	.327	.340		**				
8	.388	.361	.261	.560	.365	.465	.524					
9	-.014	.067	-.154	.223	-.011	.054	.068	.239		**		
10	-.222	-.009	-.062	.141	.005	-.108	.296	.255	.457			
11	-.044	.063	.168	.032	-.278	-.132	-.057	-.139	-.151	-.218		
12	-.110	-.113	-.105	.031	.010	.069	.212	.116	-.053	-.084	-.096	

d f = 37 *5% **1% ***0.1%有意

表-10 幼児平衡機能検査相関マトリックス

5才女

	Goniometer								足踏偏倚			閉眼 片脚
	開眼				閉眼				回転 9	移行 10	距離 11	
	前 1	後 2	左 3	右 4	前 5	後 6	左 7	右 8				
1		***	*	***	*	*						
2	.562					**						
3	.424	.258		***	**	*	*					
4	.551	.249	.684		**	*	*	**				
5	.408	.316	.516	.458		***	***	***				
6	.385	.411	.336	.450	.659		***	***				
7	.260	.274	.545	.431	.601	.604		***				
8	.257	.176	.442	.447	.602	.667	.744					
9	-.341	-.221	-.211	-.288	.074	.052	.031	-.103		***		
10	-.320	-.326	-.209	-.350	.076	-.088	.032	-.012	.712			
11	-.154	-.073	-.139	-.275	-.079	-.366	-.202	-.266	-.090	.012		
12	-.041	-.193	.216	.107	.131	-.051	.089	.029	-.064	.209	.013	

d f = 32 *5% **1% ***0.1%有意

閉眼直立検査の合計に変量のそれぞれの単相関係数をみたものが、表7、表8、表9、表10である。これらの変量はGoniometerの開眼状態の群と閉眼状態の群、足踏偏倚検査の群、単脚閉眼直立検査群の4つに分られる。なお、ここで各年齢別、性別にそれぞれの変量の単相関をみたのは、前述したように年齢発達段階によって平衡機能の獲得が著しく異なっていることから来たものである。

まず、Goniometerの相関係数に注目してみると、開眼状態群間、閉眼状態群間での前後左右傾斜角は4才児、5才児、男女児ともほぼ相関がみとめられる傾向にあるが、必ずしもそこに相関がない場合もある。しかし各々の表の中に四角で囲んだ部分、すなわち、開眼の前傾と閉眼の前傾、同じく開眼の後傾と閉眼の後傾というように、同じ傾き同志では、どの表からも高い相関がみられる。なお足踏偏倚検査の中では回転角と移行角に各年齢および男女児ともに相関が高いことが認められた。

また、Goniometerと足踏偏倚の間には全く相関がみられない。その理由は、標本数の少いことや測定値の変異の大きいこととともに前者が迷路

本来の機能をみるのに対し、後者が迷路機能のみでなく運動など複雑な行動をみるという質的な相違も考えられ、二つの検査の意義の相異が指摘出来たことになろう。しかし、単脚閉眼直立検査はむしろ、Goniometer Testと同種のもので、しかも立直り検査の中にあるにもかかわらず2者の間に相関がないことは、単脚閉眼直立検査自身もまた独立した「立直り」をみる機能検査としてあることを裏づけるものと思われる。

4. 臨床上平衡機能障害とされる境界線にあわせた場合の幼児平衡機能について

表11は、いわゆる耳鼻科領域で臨床上平衡機能障害とみなされる各検査の指標をもとに幼児の検査結果にあわせて作成したものである。たとえば、Goniometer Testで各傾斜とも転倒角度15°未満は障害者とみなされるが、幼児の9~30%までこれにひっかかり、また各傾斜角での開閉間で5°差以上あるものに対しては、前傾で50~66%の幼児が、後傾では47~72%の幼児が「障害あり」ということになる。さらに、転倒角15°未満のものと同傾(開閉)5°差以上あるものとの合致率および、後傾(開閉)5°差以上のもとの合致率をみると、各年齢とも60~80%と、かなり高い割合

表-11 臨床検査にあてはめた場合の平衡機能障害児の出現率

		Goniometer Test					足踏偏倚検査			
		(1)	(2)	(1), (2)	(3)	(2), (3)	(4)	(5)	(4), (5)	(6)
		転倒角度 15°未満	前傾(開閉) 5°差以上	合致度	後傾(開閉) 5°差以上	合致度	回転角 30°以上	移行角 30°以上	合致度	偏倚距離 1m以上
男	4才 39人 (%)	12人 (30.2)	26人 (66.7)	9/12 (75.0)	24 (61.5)	17/24 (70.8)	20 (51.3)	14 (35.9)	14/20 (70.0)	4 (10.3)
	5才 43人 (%)	10 (23.3)	22 (51.2)	6/10 (60.0)	31 (72.1)	17/31 (54.8)	14 (32.6)	13 (30.2)	12/14 (85.7)	15 (34.9)
女	4才 39人 (%)	11 (28.8)	25 (64.1)	2/3 (81.8)	19 (49.0)	13/19 (68.4)	14 (35.9)	11 (28.2)	10/14 (71.4)	10 (25.6)
	5才 34人 (%)	3 (8.8)	17 (50.0)	9/11 (66.7)	16 (47.1)	12/16 (75.0)	8 (23.5)	4 (11.8)	4/8 (50.0)	4 (11.8)

合にある。これらの結果より、転倒角15°未満の幼児は、ほぼ、開閉眼状態でも同側傾斜に5°差以上を示していることが想像される。

同様に、足踏偏倚検査の場合、回転角、移行角ともに30°以上、偏倚距離1m以上が平衡機能障害と扱われるが、幼児の場合、20~30%とかなりのものがこれにあてはまることになる。

5 幼児の身体および行動上の特性

とくに乗りもの酔いとの関係について

日常の遊びや生活行動が平衡機能の発達に影響を与えているであろうということが考えられるが、それらの因子の主なるものをアンケート調査により、実施し、単純集計したものが図6であり、因子間の相関関係をみたものが表12である。

まず、図6によると、今まで乗り物酔いの経験のあるもの(38%)で、現在でも常に酔いやすいもの(28%)が以外に多く、同じpassiveな移動

でもブランコなどへは、ほとんどのものが憶病な態度を示さず、また、視覚との関係で乗り物に乗った時、すぐに窓から外を見る児や、テレビを近くでみる傾向のある児は、何れもかなり多い。

これらのアンケート調査項目のうち、相互の関連性のあると思われるものについて、(1)のりものよい、(2)高所恐怖、(3)activeなうごき、(4)passiveなうごきにわけて相関関係をみると、表12のようになり、のりものよいはあまり発育によって変化しないことがみられた。また、日常生活、あそびなどで積極的にうごきたがらないことが、急激な視界の移動をとまなうpassiveなうごきに平気であるなどとの相互の関係はあまり強い関係はみられなかった。

アンケート調査であるがためにその信頼性に問題はあっても、平衡機能の発達と日常生活、あそびなどの傾向との関係は、更に検討の必要のあることを物語っている。

表-12 行動上の特性と乗りもの酔い N=154

	1.昔酔	2.今酔	3.高所平気	4. active弱い	5. passive強い
1					
2	0.730				
3	-0.024	-0.108			
4	0.155	0.248	-0.224		
5	-0.150	-0.188	0.259	-0.229	

VI 結果の考察

われわれは機能発達の著しい幼児に着目し、体力の一部としての平衡機能の発達について研究を進めている。今回は都内の保育園、幼稚園児約350名(3~6才)を対象に、立直り検査、偏倚の検査の二群から、Goniometer Test、単脚閉眼直立検査、足踏偏倚検査を行なった。

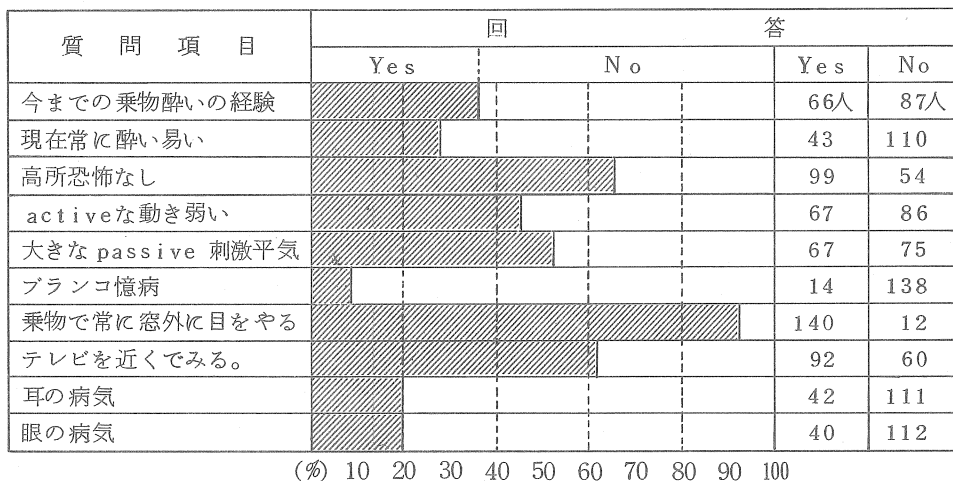


図-6 身体および行動上の特性

しかし、現在のところは例数も少なく、したがって data としては必ずしも充分とはいえない状態のものであるが、これらの結果より幼児の平衡機能に関するいくつかの知見と示唆をえた。

Goniometer Testについては後傾より前傾、左傾より右傾がすぐれ、閉眼状態より開眼状態がすぐれていた。この点については筋反時と視覚の影響のあることが考えられるが本庶、古川⁽¹²⁾は視覚を遮った閉眼での下肢筋が如何に強調して起立位が調整されるかを傾斜に対する筋電図から正常人では指抗筋が交互に働き、かなりの傾斜にも耐え起立するが、物記の限界においては指抗筋はすべて強く活動して強直し、ついには落下する。しかし聾者では傾きはじめる時指抗筋が相互にはたらくどころかすべての筋に強い放電が現われ、下肢は棒のように強直し、わずかな傾斜にも耐えられないのであるとしている。すなわち、平衡維持についての中枢性および視覚の関与が考えられるが、幼児についてはこの両者の未発達に由来しているように思われる。

また、加齢に伴う平衡機能発達については、とくに4才児と5才児ではその機能に著しい相違があることがみられた。すなわち、Goniometerの傾斜維持度の分布をみると開眼状態、閉眼状態とも5才児では単modeであるにもかかわらず、4才児では多峰性分布を示していた。しかも5才児の単modeも度数の集中度は角度の高い方にかたよりのあることは4才児、5才児間の差異を示すものであろう。

さらにこのような発達の仕方に対して幼児の平衡機能の場合、身長や体重にみられる分布の差異とことなり非常に大きく、著しく個人差が大であることはまた、一つの特徴ともいえる。

なお、Goniometer Testは迷路本来の機能をみるすぐれたものといわれ、とくに正常人については多くの研究があるが、正常幼児に、この成績を検討した報告は極めて少なくほとんど皆無と思われる。北原、池田⁽¹³⁾は幼児、成人、老年者を対象に測定し、開眼値は老年者が成人に比較し、非常に低下しているのと異なり、幼児は成人に優るとも劣らぬ成績を示している。閉眼値も老年者では開眼値と同じく成人に比し悪く、幼児の閉眼値は成人と比較しやや悪い例もあるが老年者程低下

していないといっている。

いうまでもなく、斜面の平衡維持には中枢が主役を演じているが、一方筋肉や関節の物理的な協調も必要であり、われわれのみた幼児のレベルでも年長児に比し、年少児はその機能がより未発達過程にあることが推測され幼児段階の立直り反射としての平衡機能獲得のパターンがうかがえたように思われる。

単脚閉眼単立検査では4才児より5才児がすぐれているが男児より女児の方がいずれもすぐれていた。猪飼⁽¹⁴⁾らが言っている筋持久力が男子より女子の方がすぐれ、その原因は筋肉線維の構造のちがいからであると考えると単脚閉眼直立検査場合も、迷路の立直り検査での平衡機能に迷路自身他に、筋自身もかなり関与していることが予想されるのである。

また、足踏偏倚検査については、4才、5才、6才と加齢に伴う発達が回転角、移行角、移行距離にみられたが、同一被検者を5カ月後に追跡することにより第1回目で移行距離2m以上の偏倚をしていた幼児7人のうち6人(85.7%)は第2回目の検査でも2m以上の偏倚距離を示し、迷路機能のアンバランスは自然に放置された状態では、なかなか発達がみられないことが明らかとなった。また、非常に個人差が大きいことはGoniometerの場合と同様である。

以上これらの実験をとおしてその間の関連をみたところ群間には全く相関がないことがわかった。このことは、この検査自身がそれぞれ独立したものであることをうらづけているともいえよう。しかし、Goniometerの相関関係に注目したところ、開眼の前傾と閉眼の前傾、同じく開眼の後傾と閉眼の後傾というように同じ傾き同志では、どのグループからも高い相関がみられ、すなわち開眼状態では平衡機能をcontrolしていたものが閉眼ではその視覚が閉ざされているにもかかわらず両者の間にある程度の相関がみられるのは、平衡維持が神経性の因子だけによるものでないことを示していると思われる。

さて、われわれはこれらの幼児の平衡機能検査結果に対して、福田、檜⁽¹⁵⁾らの平衡機能障害の臨床的規準とみなされる各検査の指標をもとに対象児をえらび出してみたところGoniometer Test

では各傾斜とも 15° 未満は 9~30% のものが、また、各傾斜角での開閉間で 5° 差以上あるものは 50~60% のものがあげられた。さらにこれらの合致率(すなわち傾斜角 15° 未満のものは開閉眼間でも 5° 差以上あるか)をみると 60~80% を、かなり高い割合で一致する事があきらかとなった。同様に足踏偏倚の場合、回転角、移行角とも 30° 以上、偏倚距離 1 m 以上が平衡機能障害と扱われるが、幼児の場合 20~30% とかなりのものがこれに入り、ここに幼児に対してこの種の規準が必ずしも適用しえないことを知った。

さらに、日常生活やあそびなど身体活動の中で、平衡機能発達に関連するような項目についてのアンケート調査結果では必ずしもあきらかな結果はえられなかったが、元来、平衡機能が、幼児期に年齢的な差異のみられることを考え、さらに、個体差の大きいことを思えば、先天的な因子以外に、視覚により、あるいは、遊具などを適当に用いることなどによって筋肉の発達、調整力の発達などをうながすことによって、訓練しうる可能性をもっているように考えられる。

この点は、さらに、種々の条件を設定しての追跡的な研究結果にまたなければならない。

なお、この研究は、上述のような追跡的な研究の一部としてまとめたものであって、より詳細な結果についての報告は今後にゆづるものである。

参考文献

- (1) 市川 衛：基礎発生学概論，裳華房 1964
- (2) 関 正次：現代組織学と器官微視解剖，杏

林書院 1968

- (3) Scammon, R. E.: The measurement of the body in childhood. IN. Harris, J. A., Jackson, C. M., Peterson, D. C., Scammon, R. E., The measurement of Man, University of Minnesota Press, 1930
- (4) 中山健太郎編：小児保健学 医学書院 1968
- (5) Tanner, J. M.: Education and Physical Growth, Univ. of London Press, 1961
- (6) 上村卓也他：神経耳科学検査法 医学書院，1968
- (7) 問田直幹他編：新生理学(上巻)動物的機能編 医学書院，1965
- (8) 内海貞夫：筋電図からみた迷路性筋反応，耳鼻臨床，50. 7. 1958
- (9) 野中重男：頭位変換による前庭脊髄反射の筋電図学的研究，耳鼻臨床，51. 4. 1958
- (10) 猪熊良彦：緊張性迷路反射の研究，耳鼻臨床 51. 12. 1958
- (11) 時田 喬：平衡機能検査法 耳鼻臨床，61. 1. 1968
- (12) 本庶正一他：めまい，診断と治療法，金原出版，1960
- (13) 北原正章他：交叉足ゴニオメトリー(平衡機能発育の場における観察)耳鼻臨床，52. 2.
- (14) 猪飼道夫他：身体発達と教育 第一法規.
- (15) 福田 精他：前庭機能検査法，臨床耳鼻咽喉科検査法，医学書院，1965