

知的障害特別支援学校に在籍する児童生徒の 姿勢制御の発達について

—開眼および閉眼時における重心動揺を指標として—

西田 智子 ・ 青山 夕夏 ・ 多田 守* ・ 榎並 浩*
(特別支援教育) (音楽教育・附属特別支援学校) (附属特別支援学校) (附属特別支援学校)
小林 敬芳* ・ 森川 芳彦** ・ 恵羅 修吉
(附属特別支援学校) (専門学校川崎リハビリテーション学院作業療法学科) (高度教職実践専攻)

760-8522 高松市幸町1-1 香川大学教育学部

*762-0024 坂出市府中町綾坂889 香川大学教育学部附属特別支援学校

**701-0192 岡山県倉敷市松島672 専門学校川崎リハビリテーション学院

Development of Postural Control in Children with Intellectual Disability at a School for Special Needs Students: Using a Stabilometer during Eye Opening and Eye Closing as Indicators

Tomoko Nishida, Yuka Aoyama, Mamoru Tada*, Hiroshi Enami*,
Takayoshi Kobayashi*, Yoshihiko Morikawa** and Shukichi Era

Faculty of Education, Kagawa University, 1-1 Saiwai-cho, Takamatsu 760-8522

**Attached School for Special Needs Students, Kagawa University, 889 Ayasaka, Fuchu-cho, Sakaide 762-0024*

***Kawasaki Junior College of Rehabilitation, 672 Matsushima, Kurashiki 701-0192*

要 旨 知的障害児の中には姿勢やバランスに問題をもつものが多い。知的特別支援学校の児童・生徒を対象とし、重心動揺計により立位での開眼、閉眼における動揺を測定した。小学部と比べて、中学部、高等部で有意に動揺は減少した。また、小学部では開眼時が閉眼時よりも動揺が大きいものを多く認めた。知的障害児及びASD児やダウン症児の平衡機能の特徴などを明らかにすることは今後の運動指導に有用と考えられた。

キーワード 重心動揺 姿勢 バランス 平衡機能 知的障害児

I はじめに

知的障害特別支援学校の子供たちの中には学校生活で椅子に座る姿勢が悪く猫背になったり、直立してもふらついたりする子供が多く認められる。運動が苦手であったり、字がうまく書けなかったりなどの学習に影響するだけでなく、健康面においても将来的に悪影響をもたらす可能性がある。

ヒトの直立姿勢は体性感覚系、前庭系、視覚系などの感覚受容器からの情報により中枢神経系での統合処理、抗重力筋の張力の調整により行われている。しか

し、知的障害児・者は、視覚、前庭、体性感覚系の統合の欠如に起因する姿勢障害を持つとされている¹⁾。

平衡機能の発達は一般に協調運動の評価や体力測定などの項目として調べられることが多いが、重心動揺計も評価の一つとして有用である。重心動揺計を用いた先行研究において、4歳から9歳までの間に著しい発達が見られ、10歳から12歳には成人値と有意差はなくなるとされている^{2) 3)}。しかし、知的障害児・者の重心動揺量は大きく、平衡機能は低いことが指摘されている^{4) 5) 6)}。知的障害児においては言語理解の問題

やダウン症、てんかんなど基礎疾患の特徴も平衡機能に影響すると考えられる^{7) 8)}。また、自閉スペクトラム症（以降ASD）児も姿勢制御の問題が指摘されている^{9) 10) 11)}。

これまで子どもの身体の姿勢や動きに注目した研究はあるが、知的障害のある児童・生徒の重心動揺計を用いた発達的な特徴を明らかにした研究は少ない^{5) 7) 8)}。知的障害のある子どもの発達的变化を捉えること、ASD児やダウン症児の平衡機能の特徴を明らかにすることは、発達促進のための運動指導を考える上で役立つと思われる。

今回知的障害特別支援学校における小学部・中学部・高等部の児童生徒を対象として重心動揺計を用いて平衡機能の測定を行ない、年齢的横断的な評価を行うこと、ASD合併の有無や知的障害の重症度の影響について明らかにし、運動指導に役立てることを目的とする。

II 対象・方法

1. 対象：

香川大学教育学部附属特別支援学校に在学中の小学部・中学部・高等部の児童・生徒57名のうち、保護者の同意が得られた56名を対象とした。内訳をTable 1に示す。小学部16名（男児15名，女児1名），中学部18名（男児14名，女児4名），高等部22名（男児13名，女児9名）であった。ASDの診断のある者（以降ASD児）が40名，診断のない者（以降nonASD児）が16名であった。nonASD児の中には，ダウン症2名，てんかん3名が含まれた。知的障害の程度は，全学部

あわせて中等度・重度に該当する者28名，軽度の者28名であった。

2. 方法：

1) 重心動揺計について

重心動揺計（アニマ社製グラビコーダGS-7）を用いた。総軌跡長，外周面積について分析した。

① 総軌跡長（cm）

計測時間内の重心点の移動した全長を示す。取り込まれた座標のデータから瞬時動揺長を求め，それを測定時間にわたって積算することによって求めたものである。大きな動揺だけでなく小刻みな揺れによっても値は大きくなる。

② 外周面積（cm²）

重心動揺の軌跡の最外郭によって囲まれる内側の面積を示す。重心動揺の原点の周囲を120等分に分割した領域に含まれる半径が最大の重心点を全領域にわたって求める。隣り合う領域の最大点と動揺原点を結んでできる三角形の面積を求め，その面積を原点の周囲について積算したものである。体の大きな動揺を捉えられるものである。

2) 測定方法について

検査は静かな部屋で個別に行われた。重心動揺計を平らな面に置き，壁に向かって立たせて，開眼と閉眼の条件で行った。

<開眼条件>

対象児は裸足で重心動揺計台上の足形に足を乗せ，直立姿勢をとった。前方壁面に対象児の目の高さで指標を提示し，注視させ，30秒間記録した。測定中に身

Table 1 対象の内訳

	小学部		中学部		高等部	
人数	16		18		22	
Male	15		14		13	
Female	1		4		9	
ASD診断	ASD	nonASD	ASD	nonASD	ASD	nonASD
人数	14	2	15	3	11	11
Male	13	2	12	2	7	6
Female	1	0	3	1	4	5
知的レベル	軽度	中等度・重度	軽度	中等度・重度	軽度	中等度・重度
人数	3	13	10	8	16	6
Male	3	12	9	5	12	1
Female	0	1	1	3	4	5

体をできるかぎり動かさないように事前に教示した。

<閉眼条件>

開眼時と同様に、対象児は裸足で重心動揺計の台上に起立し、閉眼可能な児には合図で閉眼させて測定を開始し、30秒間記録した。閉眼が困難な児に対しては完全に光遮蔽したサングラスをかけさせて行った。

3. 統計的検討

① 総軌跡長

学部（小，中，高）×眼の開閉（開眼，閉眼）の繰り返しのある2要因分散分析を行った。前者は参加者間要因，後者は参加者内要因であった。下位検定としてBonferroni法による多重比較を行った。開眼時と閉眼時の相関関係はPearson Product-Moment Correlation Coefficientにより行った。

② 外周面積

総軌跡長と同様の検定を実施した。

③ ASD, nonASD

小・中学部ではASD児の人数に比べnonASD児が少なかったため、両者の人数が同等であった高等部のみを対象として総軌跡長と外周面積についてASDとnonASDの比較を行った。自閉症の有無（ASD, nonASD）×眼の開閉（開眼，閉眼）の繰り返しのある2要因分散分析を行った。

④ 軽度知的障害（IQ50以上），中等度・重度知的障害（IQ50未満）

Table 1に示したように学部により軽度と中等度・重度の人数比が異なり、特に小学部で中等度・重度の児童数が多かった。ゆえに、人数比が相対的に小さい中学部と高等部を対象として総軌跡長と外周面積について知的障害の程度（軽度，中等度・重度）×眼の開閉（開眼，閉眼）の繰り返しのある2要因分散分析を行った。

4. 倫理的配慮

本研究は、香川大学教育学部倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：10）。保護者よりインフォームドコンセントにて書面にて同意を得て施行した。

III 結果

重心動揺計の結果を以下に示す。

① 総軌跡長（開眼，閉眼）

開眼および閉眼時における学部ごとの総軌跡長をFig 1（左）に示す。学部および眼の開閉の両主効果は有意であったが（学部： $F(2, 53) = 20.37, p < .001, \eta_p^2 = .435$ ；眼の開閉： $F(1, 53) = 4.37, p = .041, \eta_p^2 = .076$ ），交互作用は有意傾向であった（ $F(2, 53) = 3.05, p = .056, \eta_p^2 = .103$ ）。学部の主効果について下位検定した結果，小学部と中学部，小学部と高等部の間でそれぞれ有意差が認められた（ $p < .01$ ）。Fig 2（左）に示すように開眼時と閉眼時は中程度の相関を認めた（ $r = 0.591, p < .01$ ）。

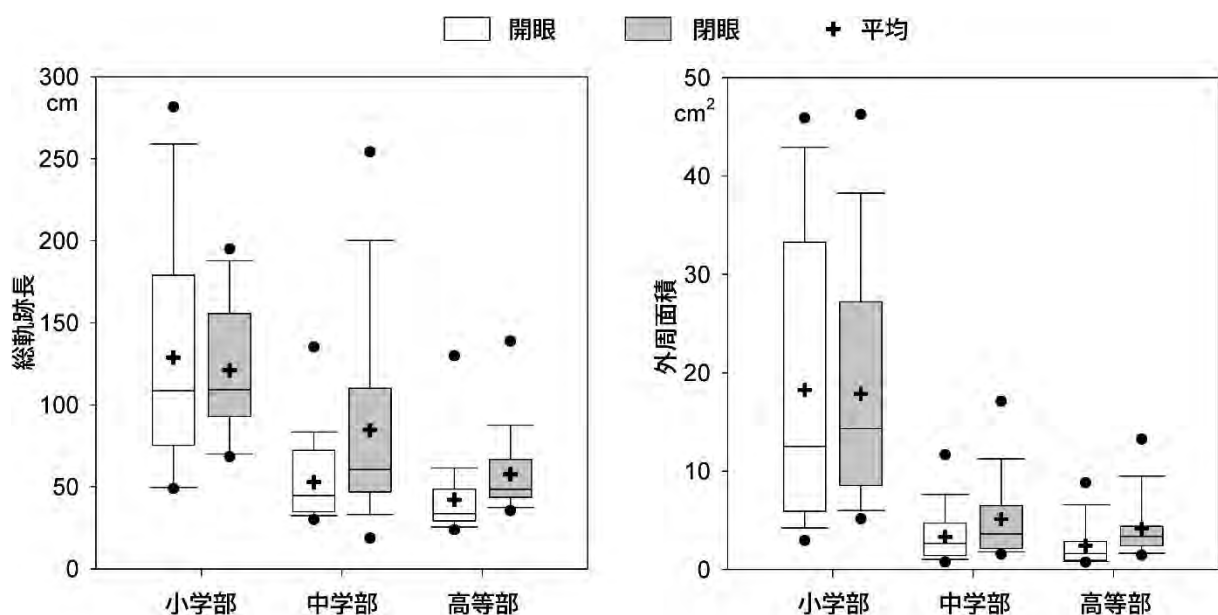


Fig 1 各学部における開眼時ならびに閉眼時における重心動揺の総軌跡長（左）と外周面積（右）
黒丸マーカーは5th/95th percentileを示す。

② 外周面積（開眼，閉眼）

開眼および閉眼時における学部ごとの外周面積を Fig 1（右）に示す。学部の主効果は有意であったが ($F(2, 53) = 26.31, p < .001, \eta_p^2 = .498$)，眼の開閉は有意ではなかった ($F(1, 53) = 1.40, p = .242, \eta_p^2 = .026$)。両要因の交互作用も有意ではなかった ($F(2, 53) = 0.60, p = .549, \eta_p^2 = .022$)。学部については，小学部と中学部の間で有意差が認められた ($p < .01$)。Fig 2（右）に示すように開眼時と閉眼時は強い相関を認めた ($r = 0.792, p < .01$)。

③ ASDとnonASDの比較

ASDとnonASDの総軌跡長及び外周面積の平均

値，中央値はTable 2に示した通りである。高等部におけるASDとnonASDを比較した結果，総軌跡長では眼の開閉の主効果が有意であったが ($F(1, 20) = 36.04, p < .001, \eta_p^2 = .643$)，自閉症の有無と交互作用はともに有意ではなかった（自閉症の有無： $F(1, 20) = 0.25, p = .616, \eta_p^2 = .013$ ；交互作用： $F(1, 20) = 0.64, p = .431, \eta_p^2 = .031$ ）。外周面積も同様に眼の開閉が有意であり ($F(1, 20) = 17.82, p < .001, \eta_p^2 = .471$)，自閉症の有無と交互作用はともに有意ではなかった（自閉症の有無： $F(1, 20) = 0.00, p = .980, \eta_p^2 = .000$ ；交互作用： $F(1, 20) = 0.13, p = .727, \eta_p^2 = .006$)。

Table 2 総軌跡長及び外周面積におけるASD児とnonASD児の比較（開眼時，閉眼時）

			総軌跡長 (cm)		外周面積 (cm ²)	
			開眼	閉眼	開眼	閉眼
小学部	nonASD	M (SD)	177.26 (102.26)	129.47 (68.11)	21.45 (12.92)	20.02 (14.71)
		中央値	177.26	129.47	21.45	20.02
	ASD	M (SD)	121.98 (65.93)	119.90 (38.54)	17.79 (15.08)	17.56 (11.90)
		中央値	108.63	109.26	12.32	14.33
中学部	nonASD	M (SD)	68.68 (57.68)	80.88 (71.82)	3.23 (2.19)	3.72 (2.25)
		中央値	35.52	44.49	3.10	2.78
	ASD	M (SD)	49.52 (17.72)	85.40 (62.42)	3.33 (2.92)	5.38 (4.20)
		中央値	45.07	60.71	2.47	3.78
高等部	nonASD	M (SD)	45.74 (33.42)	59.20 (31.26)	2.51 (2.00)	4.07 (2.62)
		中央値	33.86	52.13	4.97	5.46
	ASD	M (SD)	38.25 (13.86)	55.87 (18.45)	2.34 (2.48)	4.19 (3.39)
		中央値	31.96	48.35	2.00	2.86

M (SD)：平均値（標準偏差）

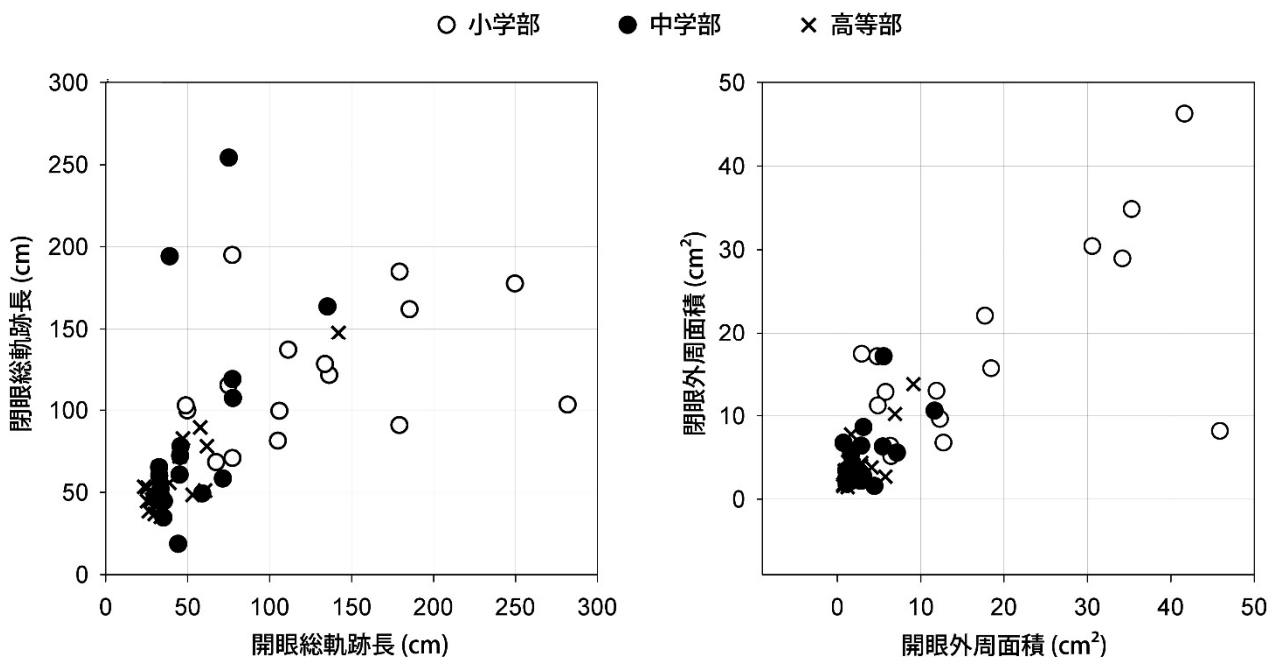


Fig 2 総軌跡長（左）ならびに外周面積（右）における開眼時と閉眼時の相関

Table 3 総軌跡長及び外周面積における軽度知的障害児と中等度・重度知的障害児の比較（開眼時，閉眼時）

			総軌跡長 (cm)				外周面積 (cm ²)			
			開眼		閉眼		開眼		閉眼	
小学部	中・重度	M (SD)	135.09	(70.92)	112.14	(33.03)	20.49	(14.91)	18.09	(12.93)
		中央値	111.30		103.33		12.72		12.99	
	軽度	M (SD)	102.04	(68.17)	159.89	(52.28)	8.51	(8.04)	16.91	(5.44)
		中央値	77.20		184.86		4.86		17.42	
中学部	中・重度	M (SD)	67.63	(31.71)	96.90	(77.32)	4.90	(3.48)	6.51	(5.14)
		中央値	65.09		65.14		4.97		5.46	
	軽度	M (SD)	40.79	(13.85)	74.85	(48.19)	2.04	(0.93)	3.98	(2.37)
		中央値	35.38		60.40		2.00		2.86	
高等部	中・重度	M (SD)	54.91	(44.56)	68.21	(41.39)	3.52	(3.58)	6.09	(4.77)
		中央値	34.86		52.13		1.63		3.80	
	軽度	M (SD)	37.15	(11.81)	53.52	(15.78)	2.01	(1.36)	3.40	(1.60)
		中央値	33.51		48.35		1.64		3.24	

M (SD) : 平均値 (標準偏差)

④ 軽度知的障害と中等度・重度知的障害の比較

各学部における知的障害の程度別の総軌跡長及び外周面積の平均値中央値をTable 3に示す。①で示したように，中学部と高等部では総軌跡長と外周面積に有意差がなかったため，ここでは2つの学部をまとめて分散分析を行うこととした。総軌跡長では，眼の開閉と知的障害の程度の両主効果が有意であり（眼の開閉： $F(1, 38) = 6.05, p = .019, \eta_p^2 = .137$ ；知的障害の程度： $F(1, 38) = 13.28, p < .001, \eta_p^2 = .259$ ），交互作用は有意ではなかった（ $F(1, 38) = 0.00, p = .982, \eta_p^2 = .000$ ）。外周面積も，同様に，両主効果が有意であり（眼の開閉： $F(1, 38) = 10.93, p = .002, \eta_p^2 = .223$ ；知的障害の程度： $F(1, 38) = 16.87, p < .001, \eta_p^2 = .307$ ），交互作用は有意ではなかった（ $F(1, 38) = 0.25, p = .619, \eta_p^2 = .007$ ）。

⑤ 開眼時が閉眼時よりも重心動揺が大きかったもの（総軌跡長：開眼時>閉眼時）

総軌跡長を指標として閉眼時よりも開眼時で重心動揺が大きかった者は，小学部16名中9名（ASD：7名，nonASD：2名），中学部18名中3名（ASD：2名，nonASD：1名），高等部22名中2名（ASD：1名，nonASD：1名）であった。知的レベルは小学部9名中等度・重度，中学部3名は2名中等度・重度，1名は軽度，高等部2名は軽度であった。Fig 3にその1例（10歳，ASD児）の重心動揺軌跡図を示した。

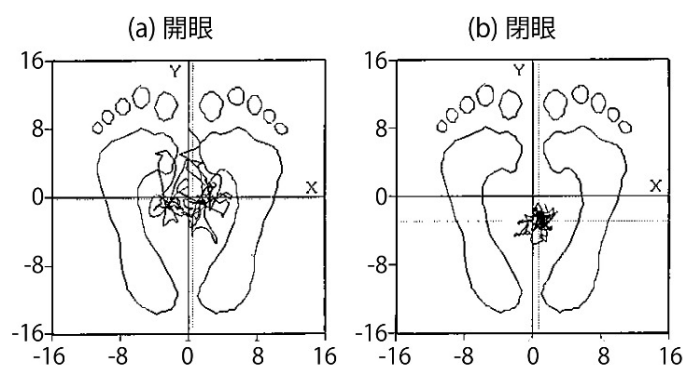


Fig 3 閉眼時よりも開眼時で重心動揺が大きかった事例（10歳 ASD児）の重心動揺軌跡図（単位はcm）

(a) 開眼時：総軌跡長179.05cm，外周面積45.89cm²，
(b) 閉眼時：総軌跡長90.89cm，外周面積8.19cm²

IV 考察

ヒトの姿勢は前庭系や視覚系，体性感覚系などの複数の感覚入力を利用して維持されており，各感覚系への依存度は発達的に変化する。3歳までに視覚-前庭によるバランス制御が優位になり，その後体性感覚-前庭依存に移行し，6歳頃から徐々に成人同様の体性感覚が優位に機能するようになる。7歳から10歳までは姿勢安定性が直線的に向上し，10歳から11歳まではより安定し，15歳で姿勢安定性は成人のレベルに達する。^{12) 13)}

重心動揺計により測定された平衡機能の発達的变化は，開眼時では総軌跡長，外周面積ともに4歳から7歳に著しい発達が見られ，ほぼ10歳から11歳には成人値と有意差はなくなり，閉眼時では，動揺面積，総移動距離ともに4歳から5歳，6歳から7歳に大きく変

化し、動揺面積は11歳頃に、総移動距離は12歳頃に成人値と有意差がなくなると報告されている³⁾。今回の研究における結果でも総軌跡長、外周面積ともに小学部と中学部の間で著明な変化がみられ、12歳頃に大きな変化があることが明らかとなった。また、開眼時と閉眼時での比較で、総軌跡長は交互作用が有意傾向であった理由として、開眼時の方が閉眼時よりも動揺量が大きいものが小学部で16名中9名と多く認めためであると考えられた。一般的に姿勢調節において視覚優位であるため閉眼時では開眼時より動揺は大きくなる¹⁴⁾。また目を閉じたときの不安感など閉眼による身体・精神的な影響が重心動揺に及ぼすと考えられている¹⁵⁾。一方、Kohen-Razらは、ASD児において視覚性入力や体性感覚性入力が制限されたストレスがかかる姿勢において安定性が低下せず、逆に安定性が向上するという「paradoxical postural stress response：逆説的姿勢ストレス反応」が観察されたと報告した。ASD児では小脳機能不全があり、姿勢制御において視覚、迷路、体性感覚情報を統合する際に必要となる多感覚入力の調節とフィルタリングに困難があるため、感覚入力が制限された状況の方が姿勢制御しやすくなるのではないかと述べている⁹⁾。今回の我々の研究においてこの現象はASD児に限られるものではなく、ダウン症児にも認められた。知的に重度のものが多かったが、軽度のものにも認められた。

重心動揺計の測定において、一定時間「じっと立ち続ける」という行為を行う必要があり、この心理機能は行動調整能力とされている。行動調整能力の低いものほど、平衡機能計によって測定される立位姿勢時の身体動揺量が大きくなる傾向にあったと報告されている¹⁶⁾。行動調整能力は言語の意味的側面に従って自らの行動を企画・統制していく能力で、指示に基づく随意運動に常に係わっている。この能力は実行機能と重なるものであり、前頭前野の働きとされており、健常児では5歳頃に著しい発達的变化を示す¹⁷⁾。知的障害が重度なものは、行動調整能力が低いことと言語理解の困難さも重なり指示に従うことが困難であると思われる。また、国分らは、片足立ちは行動調整能力と関連が強いが、平均台歩きは関連が薄いと報告しており、行動調整能力の低い者において片足立ちの成績が悪くても平均台歩きの成績が良くなる理由として、平均台が直感的に行動を方向づけるため片足立ちの持続よりバランスがよくなるとしている¹⁸⁾。知的障害者の身体動揺量には、生理的要因としての平衡機能と心理

的要因としての行動調整能力が強く関与している¹⁶⁾。今回の研究では直立姿勢の持続という課題であり、小学部は特に知的障害の中等度・重度のものが多く、発達のな影響に加え、行動調整能力が影響していたと考えられた。

また、ASD児は、定型発達児や他の知的障害児に比べて重心動揺が大きいとの報告が多く、姿勢保持のための視覚、前庭覚、体性感覚入力の統合における問題があると報告されている^{10) 11)}。今回の研究のASD児とnonASD児を比較した検討では、高等部における総軌跡長、外周面積はASDの有無で有意差を認めなかったことから、ASD特有の問題ではないと考えられるが、高等部では平衡機能は安定してきているものが多いため、低学年での検討が必要であると思われる。

知的障害児では身体動揺が健常児に比べて大きく、知的レベルの低いものが高いものに比べると動揺量が大きくなるとされている⁶⁾。今回の研究においても中学部、高等部では中等度・重度知的障害児の方が軽度知的障害児よりも有意に動揺量が大きかった。

また、ダウン症児は他の知的障害児よりさらに平衡機能が不安定な状態であるとされている⁷⁾。これは筋の固有感覚系の感度が低いために筋収縮開始が遅延し、姿勢の保持が不安定になるのではないかと考えられている。また小脳の発達の未熟さも指摘されており、抗重力筋の興奮や抑制に関する処理が適切に行われていないことが考えられている。その他、運動経験の少なさの影響、姿勢保持への動機づけの低さや注意散漫などの心理的要因が姿勢保持に影響を及ぼす。知的障害児に多い視野狭窄の影響も考えられる⁷⁾。今回の研究ではダウン症児は2名しかいなかったため十分な検討ができなかった。今後症例を増やし検討したい。

姿勢制御の発達は次の3つの異なるプロセスに基づいている。①視覚、体性感覚、前庭感覚が中枢神経系の中で統合される過程、②協調的で適切なスケールの感覚運動反応の実行に関与する運動調整過程、③小児期に緩やかに成熟する身体図式の内的表象過程があるとされている¹³⁾。このことは運動指導や支援を考える上で重要であり、これらのプロセスの発達を促進することが必要と思われる。また、Assaianteらは、小児期の姿勢制御の発達を促す方法として、“第一段階は姿勢制御のレパートリーを増やすことであり、第二段階は、バランス制御と作業の効率性を維持するために、運動の結果を予測する能力に応じて、最も適切な

姿勢制御を選択することを学ぶこと”と述べている¹⁹⁾。知的障害のある青年は、バランスと筋力パフォーマンステストの得点が有意に低いことから、若いうちからバランスと筋力を向上させるための対策をする²⁰⁾とともに、普段から適切な姿勢を取れるような指導が必要であると思われる。近年知的障害児に対する効果的運動プログラムの報告が見られるが、今回の研究結果から低学年で開眼時より閉眼時に重心動揺が少ない子どもに対しては、閉眼によって余計な刺激をカットしてバランス練習をする方が有効である可能性も考えられた。ダウン症児においては平衡機能、下肢筋力などに問題があり、成人期以降の運動能力を維持していくために、日常生活の中で音楽を取り入れるなど、楽しく取り組める運動を確保しておくことが重要である²¹⁾。また、ASD児では姿勢の安定性の発達がゆっくりであるが、姿勢制御の複雑性を改善することに焦点を当てた早期介入プログラムが有益であると思われた²²⁾。

研究の限界

対象児全体の人数が少ないこと、男女の人数差、ASD児とnonASD児の人数差、知的レベルの偏りなどにより個々の特異性の影響を受けている可能性がある。年齢、性別によって重心動揺計の標準値が異なることから、細かく分けて検討すべきであったが、人数が少ないことより学部ごとに比較した。また、重心動揺計の測定環境や個々の児にあった指示の出し方なども工夫する必要があったと考えられた。今後対象人数を増やし、また経時的な測定により縦断的な変化を見る必要性があり、運動促進のプログラムにより介入的な研究を行っていきたいと考える。

まとめ

知的障害特別支援学校における小・中・高等部の児童生徒を対象として重心動揺計を用いて平衡機能を測定した。各学部の検討から健常児と同様12歳頃著明に変化し、平衡機能が安定してくると考えられた。個々の子どもでは小学部児童において開眼時の方が閉眼時よりも動揺量が大きいものが多くみられ、視覚、体性感覚、前庭感覚が中枢神経系により感覚統合されていくプロセスに問題があると考えられた。知的障害児及びASD児やダウン症児の平衡機能の特徴を理解しながら、早期より運動指導を行うことが重要であると思われた。

謝辞

今回の研究にご協力いただきました附属特別支援学校の子ども達、保護者、教員の方々に感謝いたします。尚、本研究は「学部教員と附属学校園教員による共同研究プロジェクト」より交付金の補助を得て行いました。

参考文献

- 1) Lipowicz, A, Bugdol, MN, Szurmik, T, Bibrowicz, K, Kurzeja, P & Mitas, AW (2019) Body balance analysis of children and youth with intellectual disabilities. *J Intellect Disabil Res*, 63 : 1312-1323
- 2) 平林千春, 田口嘉一郎 (1985) 小児発育に伴う重心動揺の定量的変動 身体動揺の研究 第21報. *Equilibrium Res*, 44 : 252-256
- 3) 中林稔堯 (1997) 児童の平衡機能の発達について：重心動揺検査を通して. 神戸大学発達科学部研究紀要, 4 : 1-21
- 4) 緒方登士雄 (1980) 身体動揺からみた精神薄弱児の姿勢制御に関する研究. 発達障害研究, 1 : 201-207
- 5) 松崎保弘, 中田英雄, 斉藤義夫 (1982) 精神遅滞児の直立姿勢保持能力一直立時の重心動揺の検討一. 心身障害学研究, 6 : 79-87
- 6) 松崎保弘, 中田英雄 (1982) 重心動揺からみた精神遅滞児の直立姿勢保持能力. 障害者体育, 2 : 18-22
- 7) 松崎保弘 (1986) 重心動揺からみたダウン症児の直立姿勢保持能力. 特殊教育研究, 24 (2) : 1-9
- 8) 小林芳文, 安井友康, 大津正廣, 七木田敦 (1988) 精神発達遅滞児の静的バランス能力. 横浜国立大学教育紀要, 28 : 187-195
- 9) Kohen-Raz, R, Volkmar, FR, Cohen, DJ. (1992) Postural control in children with autism. *J Autism Dev Disord*, 22 : 419-32. doi : 10.1007/BF01048244.
- 10) Molloy, CA, Dietrich, KN, Bhattacharya, A. (2003) Postural stability in children with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord*, 33 : 643-52. doi : 10.1023/b:jadd.000006001.00667.4c.
- 11) Minshew, NJ, Sung, K, Jones, BL, Furman, JM. (2004) Underdevelopment of the postural control system in autism. *Neurology*, 63 : 2056-61. doi : 10.12 12/01.wnl.0000145771.98657.62.
- 12) Foudriat, BA, Di Fabio, RP, Anderson, JH. (1993) Sensory organization of balance responses in children 3-6 years of age: a normative study with diagnostic

- implications. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 27 (3) : 255-71. doi : 10.1016/0165-5876 (93) 90231-q.
- 13) Cuisinier, R, Olivier, I, Vaugoyeau, M, Nougier, V, Assaiante, C. (2011) Reweighting of sensory inputs to control quiet standing in children from 7 to 11 and in adults. *PLoS ONE*, 6 (5) : e19697. doi : 10.1371/journal.pone.0019697.
 - 14) 市川真澄, 渡邊悟 (1991) 直立姿勢に対する視覚情報の影響. *バイオメカニズム学会誌*, 15, 59-64
 - 15) 松田雅弘, 新田收, 宮島恵樹, 塩田琴美, 高梨晃, 野北好春, 川田教平 (2012) 軽度発達障害児と健常児の立位平衡機能の比較について. *理学療法科学*, 27 : 129-133
 - 16) 奥住秀之 (1997) 知的障害者の身体動揺に係わる要因の分析. *発達障害研究*, 19 : 227-234
 - 17) 国分充 (2009) ヴィゴツキーと知的障害研究. *障害者問題研究*, 37 : 127-134
 - 18) 国分充, 葉石光一, 奥住秀之 (1994) 知能障害学童及び成人のバランス運動と行動調整能力. *特殊教育学研究*, 31 (4) : 27-35
 - 19) Assaiante, C, Mallau, S, Viel, S, Jover, M, Schmitz, C. (2005) Development of postural control in healthy children: a functional approach. *Neural Plasticity*, 12 (2-3) : 109-18 ; discussion 263-72. doi : 10.1155/NP.2005.109.
 - 20) Blomqvist, S, Olsson, J, Wallin, L, Wester, A, Rehn, B. (2013) Adolescents with intellectual disability have reduced postural balance and muscle performance in trunk and lower limbs compared to peers without intellectual disability. *Res Dev Disabil*, 34 (1) : 198-206. doi : 10.1016/j.ridd.2012.07.008.
 - 21) 山田和広, 船橋篤彦 (2012) サーキットトレーニングにおける知的障害児の運動指導-身体を動かすことの楽しさを育てる支援の検討-. *障害者教育・福祉学研究*, 8 : 25-34
 - 22) Li, Y, Liu, T, Venuti, CE. (2021) Development of postural stability in children with autism spectrum disorder: a cross-sectional study. *Int Biomech*, 8 : 54-62. doi : 10.1080/23335432.2021.1968316.