

起立性調節障害児の自律神経平衡動態に関する研究

大 沢 清 二

A Study on Autonomic Balance Dynamics of OD Childlen

Seiji OHSAWA

The purpose of this study was to measure and evaluate the autonomic balance dynamics of OD (orthostatische Dysregulation) children, The autonomic balance scores (\bar{S} ., sympathetic score, \bar{P} ., Parasympathetic score) were calculated for twenty OD children by the 2-Dimensional Scaling Method (proposed by Ohsawa, 1979).

The results were as follows;

- (1) In resting supine and standing position, \bar{S} scores were always high or the sympathetic tone was facilitated.
- (2) Notifiable responses in each grade were as follows ; in 3rd grade., facilitated sympathetic tone and inhibited parasympathetic tone, in 4th grade., facilitated sympathetic tone, in 5th grade., all responses except facilitated parasympathetic tone, in 6th grade., inhibited parasympathetic tone, in junior high school., inhibited sympathetic and parasympathetic tone: The response pattern differed according to the school grades of the children. A conceptual model of the autonomic response was proposed by using these pattern of each grade.
- (3) The 2-Dimensional Scaling Method for autonomic balance was effective for evaluating the dynamic response in resting supine and standing position.

1 研究の目的

本研究は学童期ことに思春期に多発するといわれている起立性調節障害児 (orthostatische Dysregulation, ODと略す)の自律神経平衡機能を既に提案されている自律神経平衡機能測定法である2次元測定法^{6,7)}によって測定し, 起立に伴う自律神経系の変化の特徴を明らかにすることを目的としている。

2 研究の方法

i, 対象

東京都内および埼玉県内の小中学生 206 名で安静時心電図, 心音図検査を含む健康診断から基礎疾患が無く, 特に異常を認めなかった者である。この 206 名に対して起立性調節障害を判定するための起立試験が課せられた。

ii, 測定方法

被験児は約 5 分間の安静仰臥の後, 心電図標準肢誘導 (I, II, III), 血圧を記録した。その後

Table 1. Diagnostic Criteria for OD
起立性調節障害(OD)診断基準

	1	2	3	4
〔大 症 状〕				
A 立ちくらみ、めまいを起しやすい。	いつも	時々	たまに	ない
B 立っていると気持ちが悪くなり、ひどくなると倒れる。	いつも	時々	たまに	ない
C 入浴時あるいはいやな事を見聞きすると気持ちが悪くなる。	いつも	時々	たまに	ない
D 少し動くときどきや息切れがする。	いつも	時々	たまに	ない
E 朝なかなか起きられず、午前中調子が悪い。	いつも	時々	たまに	ない
〔小 症 状〕				
a 顔色が青白い	いつも	時々	たまに	ない
b 食欲不振	いつも	時々	たまに	ない
c 強い腹痛を訴える	いつも	時々	たまに	ない
d 倦怠あるいは疲れやすい	いつも	時々	たまに	ない
e 頭痛を訴える	いつも	時々	たまに	ない
f 乗り物に酔いやすい	いつも	時々	たまに	ない
g 起立試験で脈圧狭小化 16 mmHg以上	(mmHg)			
h 起立試験で収縮期血圧低下 21 mmHg以上	(mmHg)			
i 起立試験で脈搏数増加 1分 21以上	(/分)			
j 起立試験で立位心電図のT I, IIの 0.2 mv以上の減高	(+)		(-)	
その他の変化				
〔判 定 基 準〕				
大 症 状	1 と	小 症 状	3 以上	
大 "	2 と	小 "	1 以上	
大 "	3 以上			
を陽性とする。				

安静仰臥位のまま最大吸息後の努責試験を課した。ここでは、小学生(3~4年生)は30秒間、5年生以上は40秒間を目標とした。この間心電図は連続的に記録した。この後、被験児が可能な限りの深い呼吸を静かに行なわせ心電図を記録した。次いでbed sideに静かに起立させ、10分間そのまま維持させた後に心電図、血圧を再び記録した。なお、この起立試験の方法は小児自律神経研究会が定めた基準⁴⁾に準拠している。なお血圧測定には較正済の自動血圧計を用いた。

iii, OD 症状調査

ODを判定するためには小児自律神経研究会が定めたOD症状調査(表1)と起立試験を行う必要がある。本研究にてもこの調査、試験により、大症状3つ以上、大症状2つに小症状1つ以上、

大症状1つに小症状3つ以上のいずれかに該当する児をODと判定した。

iv, OD 児の自律神経平衡機能の測定法

本研究では安静仰臥位および起立維持10分後に於ける自律神経系の緊張を交感神経系と副交感神経系とに分離して計量するためにそれぞれ20棘波の心電図波形成分の平均値を(1)(2)式に代入して得点化した。なおここでRR_m, PQ_m, QT_m, P_m, T_mは各波形成分の正常心電図(625名)の平均値、RR_s, PQ_s, QT_s, P_s, T_sは同じくその標準偏差である。(詳細は文献6,7を参照されたい)

v, 測定日時その他

昭和47年~昭和53年の5~6月にかけて測定されている、OD調査は小学生にも理解できるように書き改めてあり、不明の場合には問診で確認

$$\bar{P} \text{ (副交感神経緊張得点)} = 0.456 \left(\frac{RR_i - RR_m}{RR_s} \right) + 0.200 \left(\frac{PQ_i - PQ_m}{PQ_s} \right) +$$

$$0.404 \left(\frac{QT_i - QT_m}{QT_s} \right) - 0.079 \left(\frac{P_i - P_m}{P_s} \right) + 0.397 \left(\frac{T_i - T_m}{T_s} \right) \quad (1)$$

$$\bar{S} \text{ (交感神経緊張得点)} = -0.046 \left(\frac{RR_i - RR_m}{RR_s} \right) + 0.693 \left(\frac{PQ_i - PQ_m}{PQ_s} \right) + 0.021 \left(\frac{QT_i - QT_m}{QT_s} \right) + 0.519 \left(\frac{P_i - P_m}{P_s} \right) + 0.176 \left(\frac{T_i - T_m}{T_s} \right) \quad (2)$$

している。また、OD児の特徴を把握するために、午前中の測定のみ限定している。さらに、関連疾患の他に心電図異常児の全てを研究対象から除外しているため、ODに心電図異常を併う者は含まれていない。不整脈を併うODもODとして扱うことが可能であるが本研究の方法が心電図波形の電位と間隔に依存しているため、この点を重視して不整脈例を除外した。

結果

① ODの頻度

OD児は表2のようであった。小学3年生4名、4年生2名、5年生5名、6年生5名、中学生4名の計20名である。うち男子8名、女子12名で

ある。OD判定の対象児数は206名(男子90名、

Table 2. Frequency of OD by School Grades

	SG	Total	Boy	Girl
Elementary School	3	4	2	2
	4	2	1	1
	5	5	1	4
	6	5	2	3
J. H. School	1	3	1	2
	2	1	1	0
Total		20	8	12

女子116名)である。故にOD出現率は9.71%(男子8.88%、女子10.34%)である。

Table 3. \bar{P} , \bar{S} Scores of OD

Subject	resting supine		standing		
	P	S	P	S	
Elementary School 3SG	1	.089	-.727	-.563	.148
	2	-.274	-1.187	-1.006	-.327
	3	-.355	1.904	-1.420	3.250
	4	1.585	-.498	-.538	.417
4SG	5	.785	-.419	1.070	.462
	6	-.322	-.556	-.226	.335
5SG	7	-.588	.775	-1.796	.890
	8	-.395	-.050	-1.159	-.904
	9	.778	.581	-.911	1.380
	10	.089	-.578	.073	1.025
	11	-.167	.315	.071	.058
6SG	12	-.938	1.970	-1.239	1.649
	13	.261	1.773	-1.573	1.546
	14	-.007	2.146	-.812	1.907
	15	.898	.315	-.184	1.038
	16	-.293	1.171	-1.236	.890
	17	.627	1.002	.010	.489
J. H. School	18	-1.140	1.556	-1.468	.198
	19	-.361	.849	-1.116	.744
	20	-.024	1.117	-1.193	.983
mean	.012	.573	-.761	.809	
S. D.	.659	1.016	.715	.891	
kurtosis	.443	-1.189	.590	2.063	
skewness	.588	-0.053	.864	.777	

② OD 児の \bar{P} , \bar{S} 得点

これら OD 児の副交感, 交感神経緊張得点 (\bar{P} , \bar{S}) を計量すると表 3 のような結果を得た。安静仰臥位における \bar{P} は既に報告されている⁶⁾健康学童 625 名の平均値 0.0 と大差ない 0.012 であった。しかし, \bar{S} は健康学童 0.0 に対して 0.573 と高く, 交感神経系の緊張が顕著に亢進していた。散布度, 分布形については標本数が余りに違い, かつ集団の性質も健康学童と OD 児は異質であるため, 単純に比較することは危険であるが参考のために求めると, 表 3 の最下欄のようであった。これによると SD は健康学童の \bar{P} , \bar{S} の SD=1.0 より概して大きくはない。また尖度, 歪度の数値からすると正規分布であると断定するのは控えない。

同様に起立試験後の \bar{P} , \bar{S} を観察すると, \bar{P} が -0.761 と副交感神経系緊張が起立によって抑制されていた。一方, \bar{S} は 0.809 で安静値に対して若干亢進していた。分布形についても安静値同様に正規分布とは明言できない。これらを一括して

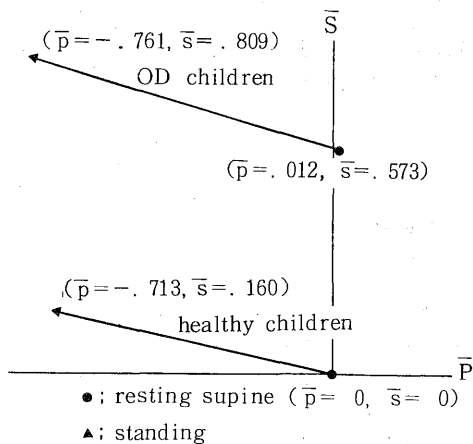


Fig. 1 \bar{P} & \bar{S} CONFIGURATION in 2-DIMENSIONAL SPACE

図示したものが図 1 である。OD 児の自律神経系の緊張は安静時において既に交感神経系が亢進していたが, 起立試験によってさらに高度の亢進がみられた。これに対して, 副交感神経系は $\bar{P} = 0.012 \rightarrow -0.761$ と顕著に抑制されている。このことは, 起立試験が交感神経系と副交感神経系の antagonism を引き起すと推察される。この現象は健康学童でも観察されたが, OD 児との違いはこの

antagonism が高い交感神経系緊張状態で発現しているか否かによっている。

③ \bar{P} , \bar{S} 2次元空間における布置

OD 児の \bar{P} , \bar{S} が起立試験によってどのように変動したかを個人別に 2次元座標上に布置したものが図 2 である。起立試験によって \bar{P} , \bar{S} の変動は大きな個人差をもっていることが明らかである。図では変動の様子をベクトルの的に表現しているが長いもの, 短いもの, またその方向が上向きのもの, 下向きのものあるいは左横向きのものなど様々な方向をもっている。しかし, 右横方向への変動をする例が存在しないことは 1つの特徴といえよう。

そこで, これを学年毎に整理し直したものが図 3~7 である。これによって図 2 の雑然とした変動図はやや秩序らしい傾向をもつに至った。

図 3 の 3 年生では左斜上向きの変動を全例が示していた。1 例だけが非常に高い \bar{S} であるのに対して, 他の 3 例はいずれも相対的には低い \bar{S} から起立に伴うやや高めめの \bar{S} に変動した。3 年生の特徴はこれより, 起立に伴う副交感神経系の抑制と交感神経系の亢進というる。

図 4 の 4 年生は 2 例であるが, 両者ともにほぼ垂直に上昇している。このパターンでは起立に伴って, 交感神経系の緊張亢進が見られるものの副交感神経系に全んど変動が存在しないという特徴がある。

図 5 の 5 年生のベクトルの方向は右斜下方向, 垂直上方向, 左斜上方向, 左水平方向, 左斜下方向に向いており, 特徴としては拡散的であって, 定方向性がない。

図 6 の 6 年生は, ほぼ左水平方向にベクトルは向いており, しかも高い交感神経系の亢進が見られる。このパタンの特徴としては, 交感神経系の変動が小さく, 副交感神経系の変動のみが著明である。

図 7 の中学生では起立に伴って左斜下方向あるいは左水平方向にのみベクトルは向いている。このパターンでは起立に伴う交感神経系の緊張亢進が全く見られず, むしろ抑制されている。また副交感神経系も同時に抑制されている。以上, 観察したように, 同じ OD 児の中にも様々の反応パターンがあり, 決して一様ではなく, また, その反応パターンには年齢(発達)による相違があった。

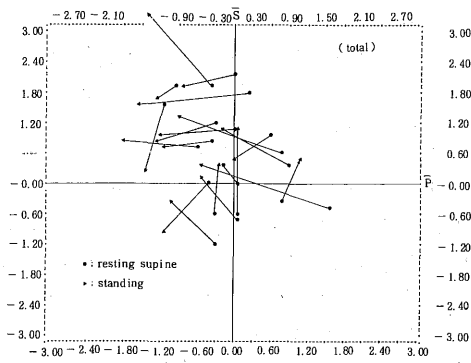


Fig. 2 \bar{P} & \bar{S} CONFIGURATION in 2-DIMENSIONAL SPACE (resting supine-standing)

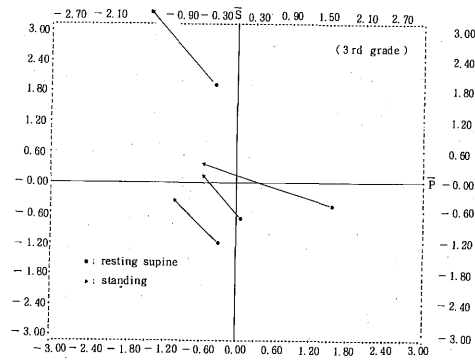


Fig. 3 \bar{P} & \bar{S} CONFIGURATION in 2-DIMENSIONAL SPACE (resting supine-standing)

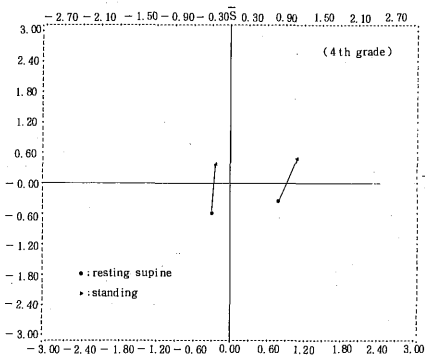


Fig. 4 \bar{P} & \bar{S} CONFIGURATION in 2-DIMENSIONAL SPACE (resting supine-standing)

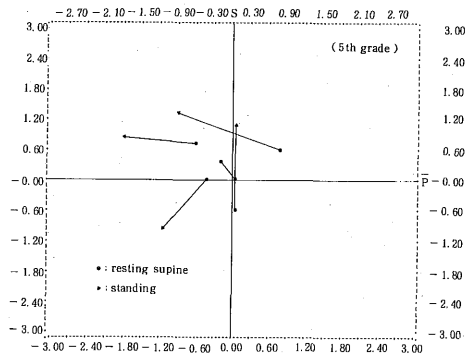


Fig. 5 \bar{P} & \bar{S} CONFIGURATION in 2-DIMENSIONAL SPACE (resting supine-standing)

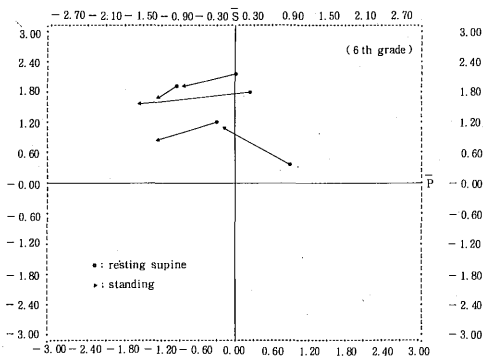


Fig. 6 \bar{P} & \bar{S} CONFIGURATION in 2-DIMENSIONAL SPACE (resting supine-standing)

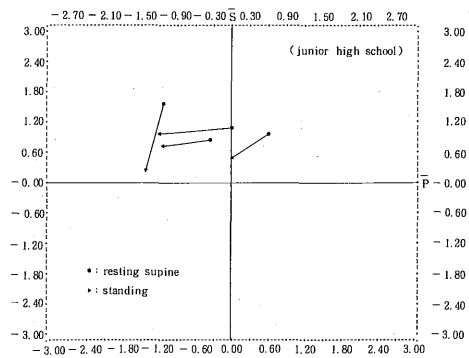


Fig. 7 \bar{P} & \bar{S} CONFIGURATION in 2-DIMENSIONAL SPACE (resting supine-standing)

論 議

ODは別称 vegetative Dystonie とか vegetative Vasoneurose とか いわれており、その本態には自律神経性の異常がある。この障害は最初 Brück¹⁾ が体位変換時における循環機能の調節異常を報告し、大國⁴⁾ がわが国に於てこれを紹介して以来、起立性調節障害研究班(小児自神経研究会)が中心となって、その疫学、病理、検査法、治療などについて盛んに研究が行なわれてきた。一般にはODはとくに思春期の学童に多発する自律神経不安定症状と解されており、その病態には循環器症状、消化器症状、神経症状が複合されているといわれる。多発期が学童期でもあることから、学校保健学の重要な課題の1つともなっている。

今日では前掲の研究会が提案した「OD判定基準」(表1)によって同症の診断が行なわれており、本研究もこれに準拠した。このうち大症状は特異性が強く、小症状は特異性は弱いが従来の研究から出現頻度の多いものとなっている。また、起立試験による循環機能検査は小症状に組込まれている。この判定基準の判別力の統計的信頼性についてはきわめて高いことが明らかにされており、⁵⁾ これを用いてODを判定することに問題はないと思われる。

これらの症状のうち立ちくらみ、目まい、脳貧血、動悸、息ぎれ、顔面蒼白、臍疝痛、頭痛、易疲労、乗物酔いなども一面からすれば自律神経失調症状ということもできる。ODと自律神経との関連については臨床医学的方面より研究されてきたがその結果はかならずしも統一した明証性を示しているとはいえない。たとえば mecholy test を用いた場合には、OD児の交感神経中枢興奮性については高津⁹⁾ によると sympathetic hyperreactor が多いが、佐川⁸⁾ によると sympathetic hyporeactor が多いと報告され、堀田²⁾ は交感神経中枢興奮性が強いとしている。また、norepinephrine test では副交感神経中枢の興奮性も高いという。この点について岩波³⁾ は起立性調節障害児は一般に交感、副交感両神経ともに、中枢的にも、したがって末梢的にも不安定であるとしている。

また Ach/Adr (Acechylcholin Adrenerline 皮内反応)では交感神経緊張が多く²⁾、Kestner's test では交感神経緊張傾向である²⁾といわれている。

堀田²⁾ はOD児の自律神経機能を「OD児は一般に中枢的には交感神経も副交感神経も興奮が高まりやすく、末梢的にみても、全自律神経が正常に比して緊張亢進か不安定の状態である」と総括している。

自律神経の働きが複雑かつ多様であることからOD児の自律神経の反応性が高く、vegetative Labilität であると推察される場所であるが、検査方法による結果の相反は否定し難い。また、これらの検査はODの特徴である「起立性」という概念に対応して「起立時の自律神経系の緊張」を検査していないという点で問題が残っていると思われる。さらに、これらの検査では交感神経と副交感神経の両方を同時に定量しえないという弱点をもつため、ある個体の安静時から起立10分後の自律神経系平衡の動態を同時に測定することができない。このような理由も一因となって両神経系の反応に統一的な理解を与え難くしていると考えられる。

このような問題に対して、「2次元測定法」はOD児の自律神経平衡機能を研究するうえで1つの道具になりうるだろう。

本研究ではOD児の起立に伴う反応が図2のように2次元空間に布置されることによって評価される。この方法によれば、単に平均値などによって集団的に評価するのに止まらず、個体をより具体的に動的に評価することに役立っている。確かに、集団的に観察するならばOD児の自律神経系の緊張は興奮性が高い(図1)。しかし、起立に伴う反応ベクトルは個体により多様であり、集団的に全学年を一括した観察(図2)では現象の理解は明析ではない。そこで、各学年毎に層化すると図3～図7に見られるように同一学年(層)内の個体は明らかに一定方向への反応ベクトルを示している。この図を整理すれば以下の解釈が可能となろう。

- ①反応ベクトルは全んどが右から左へ進む。(解釈)起立試験によってOD児の副交感神経系は著明に抑制される。従って起立に伴う副交感神経系の緊張は弱いと考えうる。
- ②反応ベクトルは垂直方向に上下することがある。(解釈)交感神経系は起立に伴って亢進することも、抑制されることもありうる。(が、全般的には交感神経系はOD児で易亢進性と

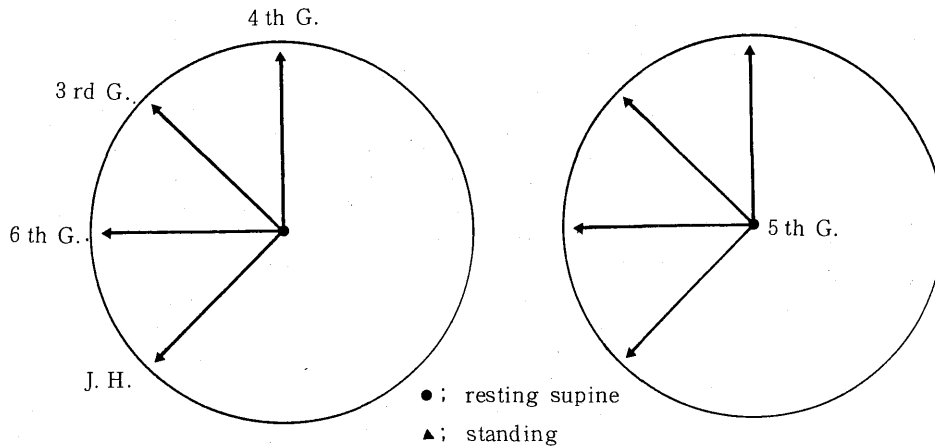


Fig. 8 Conceptual Model of OD-Autonomic-Response

見做しうる。)。

- ③ 3年生(図3)では反応ベクトルは左斜上向きがみられる。(解釈)交感神経系の亢進と副交感神経系の抑制がみられる。
- ④ 4年生(図4)では垂直方向に上昇する反応ベクトルがみられる。(解釈)交感神経系の亢進のみがある。
- ⑤ 5年生(図5)反応ベクトルは拡散的である。(解釈)5年生が思春期に差しかかる年頃であることを考慮すると垂直方向を示す個体は4年生の層に、左方水平方向に反応する層は6年生の層に分類することも可能である。というように移行期における特徴的な拡散的反応態度と推定することもできるのではなかろうか。
- ⑥ 6年生(図6)は左方水平方向への反応がみられる。(解釈)副交感神経系の抑制のみがある。
- ⑦ 中学生(図7)では左斜下方向あるいは左水平方向にのみ反応している。(解釈)交感神経と副交感神経系の抑制がみられる。

これらの観察はOD発現の加齢に伴う特徴とも言うことができようが、健康学童でもこのような加齢に伴う反応が得られるか否かは今後の研究課題であり、この研究の成果と本研究の結果を比較してはじめて、OD児の自律神経系の機能と加齢

の関係が明確に結論づけられよう。しかし、本研究の成果としてはOD児の交感神経系の興奮水準が高く、起立に伴う自律神経系の反応は年齢による何らかのパターンをもっているという傾向は明らかであろう。さらに、これらの反応パターンの概念をイメージ化しておくと図8のようになろう。

総括および結論

20名のOD児の起立試験に伴う交感、副交感神経緊張得点を2次元測定法によって計量した。その結果として以下の結論を得た。

- (1) OD児の交感神経系は安静、起立時ともに高い水準にあった。
- (2) 学年別には明瞭な反応パターンの特徴がみられ、概念モデルを仮定することができた(図8)。
- (3) 3年生の特徴は交感神経系の亢進と副交感神経系の抑制、4年生の特徴は交感神経系の亢進、5年生の特徴は副交感神経系の亢進以外の反応の全て、6年生の特徴は副交感神経系の抑制、中学生では交感、副交感神経系の抑制が少数例からではあるが傾向として見出された。
- (4) これらの評価をするうえでも自律神経平衡の2次元測定法は有効であった。

参 考 文 献

- 1) Brück, K. und Oltmann, D. ; Zur Diagnostik und Therapie der orthostatischen Dysregulation des Kindes. Prüfung des Präpates Carnigen, Monatsschrift für Kinderheilkunde, 105 (1) : 7~12, 1957
- 2) 堀田正之, 木村隆夫 : 小児と自律神経, 113~121, 東京医学社, 1976
- 3) 岩波文門 : 起立性調節障害(市橋保雄, 大国真彦, 草川三治, 鈴木栄, 八代公夫, 市橋治雄編), 126, 中外医学社, 1974
- 4) 大国真彦, 大島正浩, 飯島昌夫, 岡本義明, 大部芳朗, 重田政信, 春名英彦 : 小児の起立性循環調節障害の診断及び治療について, 小児科診療, 21 (12) : 1390~1396, 1958
- 5) 大沢清二, 船川幡夫 : 判別関数による起立性調節障害の判定, 学校保健研究, 17 (4) : 190~194, 1975
- 6) 大沢清二 : 自律神経平衡の2次元的评价方法の検討, 筑波大学体育科学系紀要, 2 : 101~109, 1980
- 7) 大沢清二 : 自律神経平衡の2次元測定法の妥当性, 筑波大学体育科学系紀要, 4 : 85~89, 1981
- 8) 佐川一郎, 本間光子, 新谷謙次 : OD 患児の Mecholy Test について, Clinical Report, 4(1) : 60~61, 1963
- 9) 高津忠夫, 大国真彦, 沢田俊一郎, 小宮弘毅 : 起立性調節障害における Mecholy Test, Clinical Report, 1(2) ; 35, 1960