

OD児の午前中の自律神経機能の特徴

大 沢 清 二

OD children and their autonomic response in the school life

Seiji OHSAWA

It has generally been reported that the OD children's autonomic tone was very low level or vagotonic. However observation upon the autonomic function of the OD children in real and actual school life has not been reported. Previous articles in this bulletin were reported the two dimensional scaling method for estimating the functional status of autonomic nervous system of children. In this study, ten OD children's autonomic tone from 9:00 AM to 14:00 PM was investigated through the sympathetic and vagotonic scores estimated by means of the two dimensional scaling method.

The following four were inferred:

- 1) The autonomic tone of the OD children was tended to be vagotonic as a whole; especially their sympathetic tone was inhibitive in the morning but a facilitating tendency was appeared in the afternoon.
- 2) The autonomic tone of five healthy children showed sympathicotony in the morning.
- 3) In the standing test the autonomic balance of the OD children was found variable. The sympathetic score was stable and the score showed a certain inhibitive trend remarkably in the afternoon.
- 4) The autonomic response of healthy children under the standing test showed two remarkable characteristics, such as no change of sympathetic score and obvious decrease of vagotonic score.

1. 研究の目的

OD児は「朝の目覚めが悪く」、「午前中の心身の調子が悪い。」そのために遅刻をしたり、朝食がとれなかったり、朝礼の時に倒れたり、あるいは、午前中の授業中は何となく具合が悪くて学習に身が入らなくなったりする。近年、こどもの健康状態に異変が生じているといわれる実態の中には、こうしたOD様の症状を訴える者が多数含まれている。たとえば、「授業中にボンヤリしている」とか「集中力がない」、「疲れやすい」、「朝礼の時に倒れる」などという訴えはOD児の症状でもある。こうした症状の原因としては生理的、病的のもの他に生活習慣によるものもあろう。たとえば、夜ふかしや朝寝坊、朝食の欠食なども午前中の不調を考える際には考慮されるべきであろうし、さらにこうした生活習慣は塾、おけいこ事、スポー

ツクラブ、宿題、テレビ、受験準備などという児童・生徒をとりまく生活環境あるいは教育環境によって多大の影響を受けていると思われる。従って、午前中の学校の生活での心身の不調を考えるには病態生理的原因とともに家庭生活での心身の調節の乱れをも考慮しておくべきかもしれない。このようにOD児の午前中の不調の原因としてはきわめて広範囲の問題が存在しており、その本態の1つとして自律神経系の不調が考えられる。

本研究ではこのような点のうちから、まず実態としてOD児が「学校生活」の中でどのような不調状態であるのかを自律神経機能の点から把握しようとした。そのために、登校時から1時間ごとに午後2時まで、OD児の自律神経機能の測定を行い、その結果を検討した。

2. 方 法

【対 象】

埼玉県内の小学校にて953名（男子482名，女子471名）の標本を用いてODスクリーニングテスト（調査票方式）を行い，OD陽性，偽陽性と判定された児童について，個別面談と安静時心電図，血圧測定と起立試験の結果から，ODと判定された13名のうち9名，および健康児5名である（実際にはOD児は13名であったが被験児および学校側の事情により測定の全てを実施できなかった児童を検討の対象から除外したなお，1名は起立試験のみ実施できた。）

【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3～4年生は30秒間，5年生は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OD研究会が定めたOD基準に準拠している。なお血圧測定には較正済の自動血圧計を用いた。

【測定日時】

昭和59年6月下旬に児童・生徒が登校の後，充分に測定内容の説明をしてから5分間の安静を保たせた後に，第1回目の測定を行う。測定時間は以下の通りである。

- 第1回目……8：50～9：30
- 第2回目……9：50～10：20
- 第3回目……10：50～9：20
- 第4回目……11：50～12：20
- 第5回目……12：50～1：20
- 第6回目……1：50～2：30

第1回目と第6回目は安静時と起立時の測定を，第2回目～第5回目は安静時のみの測定を実施した。

【自律神経機能測定方法】

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心拍分の心電図波形成分の平均値を下記のOHSAWA（1985）の推定式に代入して得点化した。また，心電図の計測方法もOhsawaの方法を用いた。

副交感神経緊張得点（ \bar{P} ）の計算方法

$$\begin{aligned} \bar{P} = & 0.456 \left(\frac{RR_i - RR_m}{RR_s} \right) + 0.200 \left(\frac{PQ_i - PQ_m}{PQ_s} \right) \\ & + 0.404 \left(\frac{QT_i - QT_m}{QT_s} \right) - 0.079 \left(\frac{P_i - P_m}{P_s} \right) \\ & + 0.397 \left(\frac{T_i - T_m}{T_s} \right) \end{aligned}$$

交感神経緊張得点（ \bar{s} ）の計算方法

$$\begin{aligned} \bar{s} = & -0.046 \left(\frac{RR_i - RR_m}{RR_s} \right) + 0.693 \left(\frac{PQ_i - PQ_m}{PQ_s} \right) \\ & + 0.021 \left(\frac{QT_i - QT_m}{QT_s} \right) + 0.519 \left(\frac{P_i - P_m}{P_s} \right) \\ & + 0.176 \left(\frac{T_i - T_m}{T_s} \right) \end{aligned}$$

3. 結 果

【OD児の午前中の自律神経平衡の変動について】

午前8：50～9：30の \bar{P} ， \bar{S} 得点は9：00として，9：50～10：20の得点は10：00の得点として2次元座標上に布置した。図1は被験児ごとの午前中の \bar{P} ， \bar{S} 得点の変動である。なお，この時の \bar{P} ， \bar{S} 得点の粗データについては表1，表2に示した。図中のF. K.（女子，3年生）は午前9：00に \bar{P} = 0.569， \bar{S} = 1.328と副交感神経優位，交感神経抑制の状態にある。10：00になると， \bar{S} 得点は抑制が若干減少し， \bar{P} 得点はさらに促進する。11：00，12：00では著変はないが，午後1：00になると（.343，-.998）と \bar{P} 得点が減少し，副交感神経系の抑制が緩和された状態になったが，交感神経系もやや抑制された状態にある。午後2：00（下校時）になると，わずかに \bar{S} 得点は上昇し，逆に \bar{P} 得点が減少した。

図中のK. N.（男子，6年生）は登校時に既に全自律神経系がかなり促進された状態にあった（ \bar{P} = 1.231， \bar{S} = .624）。以後午前10：00には \bar{P} 得点が上昇し，11：00に \bar{S} 得点が減少し，12：00では \bar{S} 得点は減少したにもかかわらず，副交感神経系の緊張は依然として高い。午後1：00には再び午前9：00の水準に戻り，2：00には \bar{P} 抑制された。

S. Z.（男子，5年生）の例では，午前9：00か

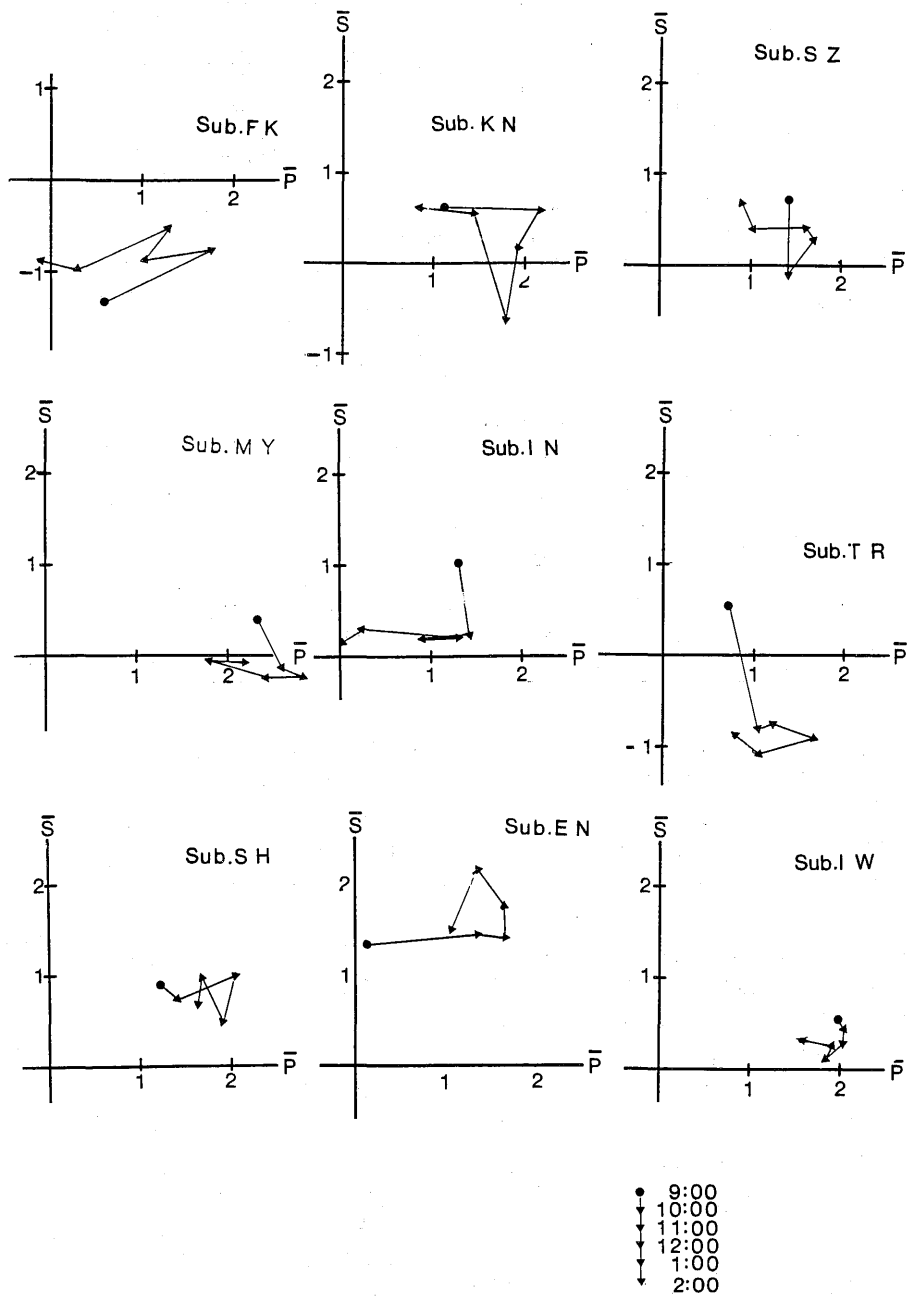


Fig. 1 \bar{P} & \bar{S} Configuraton on 2-Dimensional Space (9: 00 AM → 2: 00 PM)

表1 Changes of \bar{P} scores (9:00AM~2:00PM)

Sub.	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00
F.K.	.569	1.751	1.065	1.272	.343	-.106
K.N.	1.231	2.214	1.991	1.81	1.45	.827
S.Z.	1.235	1.411	2.001	1.908	1.653	1.647
M.Y.	2.309	2.636	2.784	2.430	1.802	2.208
I.N.	1.971	2.016	2.050	1.876	1.930	1.579
T.R.	.700	1.039	1.273	1.719	1.058	.794
S.H.	1.448	1.439	1.708	1.613	1.039	.996
E.N.	.243	1.330	1.693	1.613	1.348	1.002
I.W.	1.326	1.421	.891	1.328	.204	.094

表2 Changes of \bar{S} scores (9:00AM~2:00PM)

Sub.	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00
F.K.	-1.328	-.760	-.871	-.563	-.993	-.897
K.N.	.624	.573	.135	-.671	.542	.665
S.Z.	.949	.757	.974	.473	.907	.666
M.Y.	.427	-.194	-.280	-.290	-.073	-.039
I.N.	.554	.403	.259	.102	.224	.374
T.R.	.529	-.848	-1.309	-.927	-1.040	-.893
S.H.	.706	-.163	.298	.400	.407	.624
E.N.	1.343	1.410	1.367	1.722	2.260	1.490
I.W.	1.080	.235	.199	.194	.271	.146

ら10:00にかけて急激に \bar{S} 得点が減少し、以降再び増加してゆく、午後になると交感神経系の水準は9:00に近いレベルへ戻るが、この時に同時に副交感神経系の抑制がみられる。これは前例のF.K., K.N.にもあてはまる現象である。

M.Y. (女子, 6年生), この例は副交感神経系の緊張がかなり強く、交感神経系は緊張が弱い。午前中の変動としては10:00に \bar{S} 得点が減少し、午後までこの水準を維持している。 \bar{P} 得点は午後にも午前9:00水準にある。

I.N. (女子, 6年生) は午前9:00に高い \bar{P} , \bar{S} 得点を示しているが、10:00には \bar{S} 得点が急に減少し、11:00から12:00までは \bar{P} 得点が増動するが、午後になると \bar{P} 得点は大きく減少し、原点近くになる。

T.R. (女子, 6年生) では、 $\bar{P}=0.700$, $\bar{S}=0.529$ であるが、10:00には \bar{S} 得点が激減する。以降この10:00の時点の周辺に(\bar{P} , \bar{S})が布置されている。

S.H. (男子, 6年生) では、これまでの例とは異なる変動を示している。すなわち、時間経過とともに \bar{P} 得点が減少せず、むしろ増加している。 \bar{S} 得点では増減がみられるが大きな変動がない。

E.N., (女子, 6年生) ではS.H.と同じく \bar{P} , \bar{S} 得点ともに増加する。特に、午後1:00では \bar{P} , \bar{S} 得点ともに(1.348, 2.260)ときわめて高進した状態にあった。

I.W. (女子, 6年生) では \bar{P} 得点が高い位置にあり、午前9:00以降では \bar{S} 得点が抑制され、午後になると \bar{P} 得点も若干抑制された状態になっている。

以上の結果からすると、午後9:00から午後2:00までの自律神経系の緊張状態の変動は午前9:00と午後2:00の比較では、交感神経系が抑制される例が5例(MY, IN, TR, SH, IW), 促進する例が2例(FK, EN), どちらも判断しがたい例が2例(被験児K.K.とS.Z.)であり、副交感神経系が抑制される例が6例(MY, IN, IW, FK, KN, SZ), 促進する例が3例(TR, SH, EN)みられた。

午前中の状態では、特に登校して1~2時間後(小学校の時間割では2~3時限)では、交感神経系が抑制されるタイプが6例(MY, IN, TR, SH, IW, SZ), 変動しないタイプ2例(KN, EN), 促進されるタイプ1例(FK)となっている。また、全例が副交感神経優位であることと交感神経系の

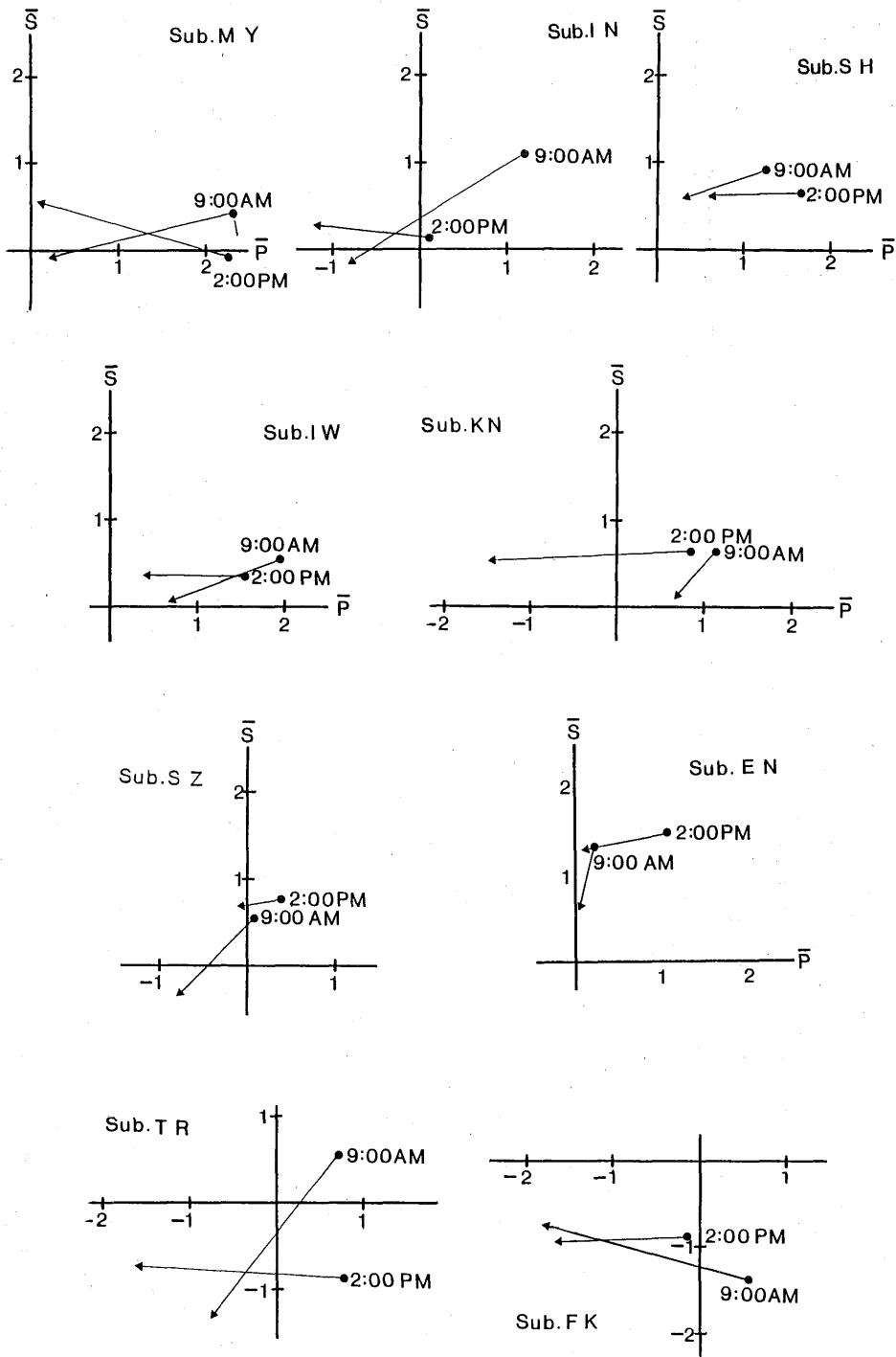


Fig. 3 \bar{P} & \bar{S} Configuration in 2-Dimensional Space (resting supine-standing)

般的には、昼に交感神経優位、夜に副交感神経優位であると言われている（沖中，1948，田多井，1955，横堀，1978）。

本研究で検討したODに関しては、草川と西尾（1974）が“生体リズム”に関する知見を総括している。その中では、ODがうつ病の状態に類似していることを考慮して、Gibbons, (1964) や Brookesbankら, (1967), 千谷 (1957) の業績を参考にしつつODの尿中塩類排泄リズムの研究(丸山, 1969)をとりあげている。それによれば、ODでは24時間サイクルのリズムが36~48時間のリズムであったり、全くなかったりすることを指摘し、その背後に自律神経系の不安定を推定している。

前述したようにODの主訴としては午前中の心身の不調がある。これには午前中、自律神経系の調節が良好でない、あるいは十分に活動できる態勢にないという意味から交感神経系の活動が十分でないことと推定される。また、体位変換や立位の維持といった負荷に対しても調節機能が低下しているために交感神経系が対応しえないということも考えられる。

本研究の結果を考察するとOD児の午前中の自律神経機能は午前9:00の時点でも副交感優位であることに特徴がある。この傾向は全例に見出せる現象である。そして登校後午前10:00となっても著変は見られず、むしろ10:00~11:00になって交感神経の緊張が低下するために、相対的にはさらに副交感優位になる傾向さえうかがえる。ただ、午後になると副交感神経が徐々に抑制される例が9例中6例見出せる。いいかえれば、ベクトルが原点に向かって動いてゆくことによって副交感優位の程度が改善されてゆく傾向が見られる。これはOD児が午後になってようやく体調が好転してくることを示唆しているのではなからうか。

これに対して、健康児童の変動(図2)では午前中、9:00-10:00-11:00と徐々に交感神経の高進がみられており、OD児の副交感優位とは少数例ながら対照的な結果となった。このことにより、ただちに決定的判断は不可能であるとしても、OD児の午前中の不調は副交感優位が起床、朝食、登校といった日常生活の中で持続しつづけるところに1つの原因を求めることはできよう。

また、起立試験による変動を午前9:00と午後2:00で比較したところによれば、午前9:00では起立によって交感神経が明らかな抑制を受け、

同時に副交感神経も抑制されている。しかし、午後2:00になると、交感神経の抑制が減少、あるいは交感神経の変動が減少するようになる。このことから、OD児が午後になると心身の調子が良くなるという表現を理解することができるように思われる。すなわち、OD児は午前9:00では負荷刺激に対して交感・副交感神経がともに抑制的に働き、午後になると交感神経の反応が改善され、負荷に対応できるようになるというように理解される。この時、午前9:00の交感神経がすでに抑制されている場合(図3, 被験児F.K.)では、交感神経が起立によって緊張しているが、これは交感神経が抑制されている場合には刺激によって高進するという一般的傾向を考慮すべきかもしれない。しかし、この際にも午後2:00の交感神経は起立によって大きな変化を示さず、他の被験児とほぼ同じような反応パターン(副交感神経の抑制のみが出現するパターン)になる。一方、健康児を観察すると(図4)、もともと午前9:00に交感神経系が高進している例であるが、起立によって交感神経は抑制されず、副交感神経は抑制されている。この傾向は1例を除いて午後2:00でも同様である。ただし、午後になると安静時の交感神経がより高進している。

これらのことより、健康児では午前中すでに9:00ともなると交感神経の働きかけが相当程度高まることによって活動準備の状態が形成されており、交感優位傾向である。それに対してODは相対的には副交感優位であり、交感神経も負荷に対して抑制的に反応しやすく、午後になって若干改善されるものの副交感優位傾向になりがちである。

5. 総括と結論

OD児の午前中から午後にかけての自律神経機能の動態を検討するために午後9:00から午後2:00まで1時間ごとに \bar{P} , \bar{S} 得点を計算した。また、午前9:00と午後2:00の2回については、安静と起立時について測定し、午前中における刺激に対する自律神経の反応態度と午後のそれを比較した。なお、これらの反応態度が健康児童と比べてどのような特徴があるかを検討した。その結果として以下の結論が得られた。

- (1) OD児は全般に副交感神経優位であるが、とくに午前中はその傾向が強く、午後になるに

従ってやや衰えてゆく傾向がうかがえた。

- (2) これに対して健康児は午前中のうちに交感神経優位の傾向が発現した。
- (3) 起立試験によっては、午前中ではOD児は交感神経系が変動しやすく（交感神経系が抑制される）、自律神経平衡が不安定であり、午後では、交感神経系はやや安定した反応を示し、副交感神経系の抑制のみが特徴的に発現するようになり、午後になっての反応の改善が推測された。
- (4) (3)に対して健康児では午後9:00にすでに交感神経系が高進しており、起立に対しても抑制的な変動を示さなかった。この時、副交感神経系は著明に抑制されていた。

これらの結果からOD児が健康児に比較して午前中不調であり、その原因の1つとして自律神経系が関与していることが明らかであった。

参 考 文 献

- 1) Aschoff, J. et al. (1967): Desynchronization of human circadian rhythms., *Jap. J. Physicol.*, 17: 450-457
- 2) Brookeshang, B. W. & Coppen, A. (1967); Plasma 11-Hydroxy corticosteroids in Affective Disorders, *B840. J. Phychiat*, 113: 395-404
- 3) 千葉喜彦, 佐々木隆編集(1979); 時間生物学, 朝倉書店, 299-306
- 4) 千谷七郎(1957); 躁鬱病の病体生理“臨床病体生理学大系8巻”, 中山書店, : 360
- 5) Cohen, C. J. (1980); Human circadian rhythms in heart rate response to a maximal exercise., *Ergonomics*, 23: 591-595
- 6) Conhen, C. J. & Muehl, G. E. (1977); Human circadian rhythms in resting and exercise pulse rate., *Ergonimics*, 20: 475-479
- 7) Dean, R. F. A. & MhCance, R. A. (1948); Phosphate clearances in infants and adults., *J. Physiol.* 107: 182-186
- 8) Doe, R. P. et al. (1956); Relationship of diurnal variation in 17)Hydroxycorticosteloid levels in blood and urine to eosinophils and electrolyte excretion, *J. Clin. Endocrinology*, 16: 196-206
- 9) Gibbons, J. L. (1964); Cortisol Secretion Rate in Depressive Illness, *Archives of Georeal Phychiatry*, 10: 572-575
- 10) Kleitman, N. (1949); Biological Rhythms and Cycles., *Physiol. Rev.*, 29: 1-30
- 11) 草川三治, 西尾政子(1974); 起立性調節障害(市橋保雄他編), 中外医学社 129-135
- 12) Manchester, R. C. (1933); The Diurnal rhythm in water and Mineral Exchange, *J. Clinical Invest.*, 12: 955-1008
- 13) 丸田桂子(1969); 起立性調節障害における尿中塩類排泄リズムに関する研究, *東京女子医大雑誌*, 39: 480-493
- 14) Migeon, C. J. et al (1956); The Diurnal Variation of plasma Levels and Urinary Excretion of 17-Hydroxy-Corticosteroids in Normal Subjects, Night Worker and Blind Subjects *J. of Clinic Endocrinology*, 16: 622-633
- 15) Ohsawa, S. (1985) Metric System of Autonomic Balance by Electrocardiograph Analysis, *Technocrat*, 17 (4); 10-16
- 16) 沖中重雄(1948); 自律神経と臨床(6)自律神経機能の周期性, 杏林書院, 39
- 17) Pincus, G. (1943); A Diurnal Rhythm in the Secretion of Urinary Ketosteroids by Young Men, *J. Clinic. Endocrinology*, 3: 195-199
- 18) 武部和夫, 堀内淑彦(1970); 下垂体副腎皮質系の日内リズム, *日本臨床*, 28: 199
- 19) 田多井吉之介(1955); 睡眠と日内変動, *公衆衛生*, 18(4): 21-35
- 20) 山地啓司他 (1981); 心拍数からみた生体リズム, *体育の科学*, 11: 809-813
- 21) 横堀榮(1978); 身体のリズムは変えられる, *日本交通公社*, 61-66