

# 重症心身障害児への足湯の効用について

## 心拍変動への周波数解析による分析

山根康代<sup>\*</sup>・小枝達也<sup>\*\*</sup>

### Evaluation of Footbath Effect - Spectral Analysis of Heart Beat -

YAMANE Yasuyo<sup>\*</sup> and KOEDA Tatsuya<sup>\*\*</sup>

キーワード：健康増進，重症心身障害児，足湯，心拍変動，交感神経，

Key Words: health promotion , severely motor and intellectual disabled children, footbath, heart beat fluctuations , sympathetic nerve

#### はじめに

障害の重い子どもの学習は、個々の実態が多様であり、全て一様の学習を行うことは難しい。また、障害が重度であればあるほど、意思を他者に伝えることは難しく、教師は表情や反応により判断し、学習内容を構成している。そのため、学習内容の有効性については教師の評価や反省は行われているものの主観的であり、客観的な評価や指標により日々の学習の内容について検討していくことは困難である。重症児の学習については、言語による意思疎通性が極めて乏しいことから、顔の表情の変化や発生を主たる反応と捉えて、とくに学習活動が生理的「快」の状態が進められること、見通しをもって取り組めること、日々の活動のリズムを作り出しやすいことなどを考え、学習活動や週時程を工夫する必要がある。

重症児から快反応を引き出すためには、日常的な健康度の向上が不可欠であり、学校教育における目標の重要な課題の一つでもある。いわゆる「健康な身体づくり」について取り組むことは、発達の保障の側面からも重要であるだけでなく、生理的な基礎を整え、身体の健全度を高めていくことは発達の土台となる。

健康な身体づくりの具体的な取り組みにはさまざまなものがあるが、近年多く取り入れられている手法の一つに足湯がある。健康管理の例として（川住 2003）、重症児が就学している養護学校では一般的な手法となっている。

本研究では、重症児の事例を対象として、健康な身体づくりの一貫として取り組んでいる足湯の

---

\* 鳥取県立鳥取養護学校

\*\* 鳥取大学地域学部地域教育学科発達科学講座

効用を捉えうる客観的な生理学的指標について検討した。足湯には末梢血循環の改善や精神的なりラックス効果が期待される。そこで、その足湯効果の評価には自律神経の変化を見るのが大切なのではないかと考えた。交感神経と副交感神経の活動性を簡便に行う方法として、心拍リズム変動の周波数解析が知られている(水田 1996, 早野 2001)。これにより、足湯の効用を交感神経と副交感神経の活性化の状態から検討することとした。

## ．方法

### 1．対象・方法

研究の協力者は、14歳のT, 男児である。低酸素性脳症の後遺症により重度の肢体不自由と知的障害の重複障害がある。障害の程度は、厚生省の分類では 型。大島の分類では1に該当しており、日常生活全般において介助を要する状態である。呼吸障害の既往により、気管切開術が施行され、また、口腔の摂食機能が不十分なために、栄養を確保する手段として胃瘻が設置してある。発達レベルは乳児早期くらいであり、遠城寺式発達検査では、運動0ヶ月、基本的生活習慣4ヶ月、対人関係2ヶ月、発語2ヶ月、言語理解4ヶ月と評価されている。

運動については、首は据わっているが、首の向きを変えたりする等、自力による姿勢変換は難しい。手指についても、触れたものをつかもうとしたりする等の運動は困難である。光を感じて、追視したりすることはできる。環境の変化には敏感で体を硬直させたり、表情をこわばらせたりすることはある。また、母親に対して表情をゆるませたりするが、日常生活の中で声を出して笑ったり、明瞭な笑顔を表出したりすることは難しい。気管切開を行っているため、発声はないが、快・不快の微妙な表情の変化や、身体における筋緊張の様子で、他者とのコミュニケーションを図っている。てんかん発作が1日あたり、数回～十数回の程度で起きているが、ほとんどが数秒から30秒程度の短い発作である。

以下に実験条件とデータ収集の手続きについて記す。心拍数はLRR-03メモリー心拍計(アームエレクトロニクス株式会社)にて、被験者の胸部三点に電極を装置し、測定した。測定条件は、前安静条件;安静仰臥位にて5分間の心拍数記録、足湯条件;安静座位にて15分間の心拍数記録、後安静条件;足湯後再び安静仰臥位にて5分間記録とした。測定は、2005年10月31日より12月1日までの約1ヶ月にわたり計12回行われた。測定時間は、午前9時30分～10時15分までの間とし、測定場所は、T児が学習している教室であり、教室の室温は20前後、湿度は50%～60%に保たれるように設定した。足湯は両膝関節下部までを浸すこととし、湯の温度は39～40に保った。また、心拍数に加えて体温と酸素飽和度(Saturation of Oxygen;以下 SaO<sub>2</sub>)についても同じ3条件下での計測を行った。体温の測定には、テルモ耳式体温計M20を使用し、鼓膜の体温を測定した。酸素飽和度は、SpO<sub>2</sub>・血圧監視装置 TM-2543R(エアアンド・デイ社)を使用した。

なお、本研究は目的と趣旨をT児の保護者に話し、研究協力の同意を得て行われた。

### 2．解析方法

心拍数は心電図上のR-R間隔を変数として、LRR-03メモリー心拍計に自動的に記録される。この心拍数の変動を最大エントロピー法(ME法)によるスペクトル解析にかけた。スペクトル解析にはパーソナルコンピュータソフト「Memcalc(諏訪トラスト社)」を使用した。心拍変動における周波数解析は、自律神経系由来の二種類の変動成分を示すとされている。0.15～0.4Hzの周波数

帯域を高周波成分 (high frequency; HF), 0.04 ~ 0.15Hzの周波数帯域を低周波成分 (low frequency; LF)として区分されており, HFは副交感神経成分を表し, LF/HFは交感神経成分を反映するといわれている (Philippe, 1997; Task force of the European society of cardiology, 1996; Circulation)。本研究においても同様の指標を検査項目として採用した。

データの統計解析は以下の2つの視点から行った。

前安静条件, 足湯中条件, 後安静条件の各条件下における HF, LF/HF, 心拍数 (heart beat; 以下 HB), 体温, SaO<sub>2</sub> の比較

これまでに収集された健常児100名及び健常成人20名 (精神神経センター委託研究報告書参照) HF, LF/HF とT児のデータとの比較

統計処理にはSPSS base system, version 11.5を用いる。

## 結果

### 1. 重症児T児における心拍持続性変動

12回の測定のうち, てんかん発作の大発作及び排便のあった3回は除いた9回の測定を解析した。これは, 本研究の予備研究としてT児のさまざまな状態における心拍変動を記録したが, てんかん発作時及び排便時には HF, LF/HF が大きく変化することが判明しているからである。

各条件下における HF, LF/HF, HB, 体温, SaO<sub>2</sub> の平均と1標準偏差をTable 1に示した。また, Fig. 1からFig. 3には HF, LF/HF, と体温の分布と変化を示した。

#### (1) HF

HFの値は, 前安静条件では $282.27 \pm 83.59$ , 足湯条件では $349.99 \pm 95.54$ , 後安静条件では $213.62 \pm 57.14$ であり, 足湯中はHFの値が上昇し, 足湯後には低下した。

#### (2) LF/HF

LF/HFの値は, 前安静条件では $0.67 \pm 0.10$ , 足湯条件では $0.44 \pm 0.59$ , 後安静条件では $1.34 \pm 0.19$ であり, 対応のあるt検定の結果, 足湯中はLF/HFの値は有意に低下し ( $p < 0.05$ ), 足湯後には有意に上昇 ( $p < 0.01$ ) した。前安静条件と後安静条件との比較でも有意に上昇を示した ( $p < 0.01$ )。

#### (3) HB

HBは, 前安静条件 $101.11 \pm 2.49$ , 足湯条件 $101.33 \pm 2.47$ , 後安静条件 $101.00 \pm 2.54$ であり, とくに変化は見られなかった。

#### (4) 体温

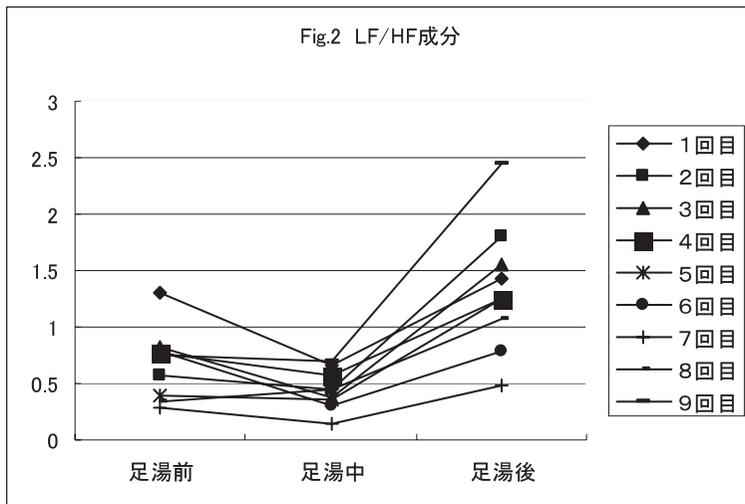
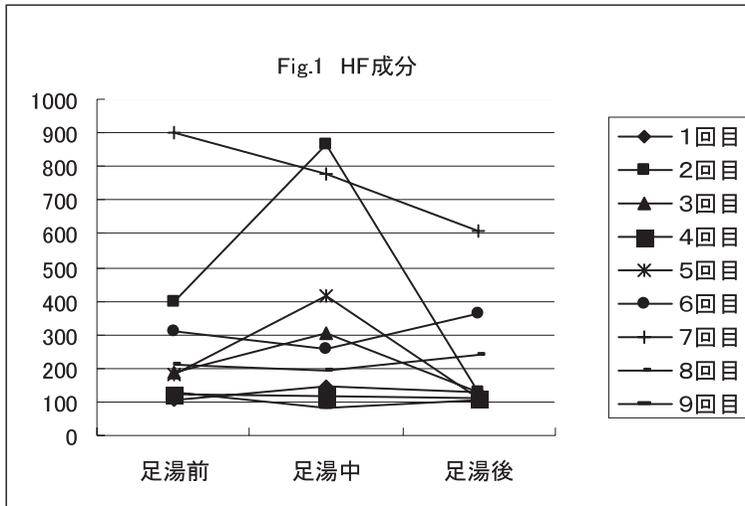
Fig. 3は, 重症児T児の9回の体温の推移である。前安静条件では,  $36.82 \pm 0.74$ , 後安静条件は $36.5 \pm 0.94$ であり, 前安静条件と後安静条件では有意に体温が下がることが示された ( $p < 0.05$ )。

#### (5) SaO<sub>2</sub>

SaO<sub>2</sub>は, 前安静条件 $98.89 \pm 0.26$ , 後安静条件 $99.22 \pm 0.32$ であり, 有意な変化は見られなかった。

Table1 T児の各条件下における各成分の平均値と1標準偏差

	HF	LF/HF	HB	体温	SaO <sub>2</sub>
前安静条件	282.27 ± 83.59	0.67 ± 0.10	101.11 ± 2.49	36.82 ± 0.74	98.89 ± 0.26
足湯条件	349.99 ± 95.54	0.44 ± 0.59	101.33 ± 2.47		
後安静条件	213.62 ± 57.14	1.34 ± 0.19	101.00 ± 2.54	36.5 ± 0.94	99.22 ± 0.32



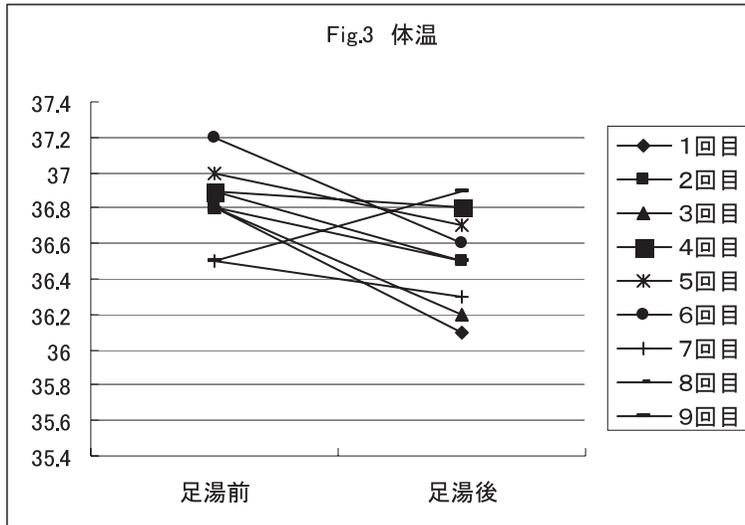


Table2 健常児及び健常成人の自律神経機能の平均値と1標準偏差

	HF	LF/HF
健常児	520.62 ± 47.66	1.58 ± 0.95
健常成人	756.28 ± 128.74	1.05 ± 0.14

## 2. 重症児T児と健常児100名、健常成人との比較

精神神経研究委託費にて行われた同様の研究にて測定した健常児100名と健常成人20名の自律神経機能の平均値を示した (Table2)。その結果と、Table1のT児の自律神経機能と比較した。

### (1) HF成分

健常児との比較では、前安静条件の平均値で、低い傾向( $0.05 < p < 0.1$ )にあった。しかし、足湯中も低い傾向にはあるもののその差は減少された。しかし、後安静条件では有意に低いことが示された( $p < 0.01$ )。健常成人と比較すると、前安静条件でも有意に低い値を示した( $p < 0.05$ )。

### (2) LF/HF成分

健常児との比較でT児は、前安静条件及び足湯条件において有意に低い値を示した (両条件共に  $p < 0.01$ )。しかし、後安静条件では、有意差は認められなかった。また、前安静条件と健常成人との比較ではT児の交感神経機能は低い傾向( $0.05 < p < 0.1$ )を示した。

## ・考察

### 1. 養護学校における健康教育の取り組みについて

現在、教育現場では医療的ケアは日常的に実施されており、生命機能の維持・向上と生活機能の改善が日常的に行われている。つまり、学校教育の場で、健康の問題を意識して学習を継続して行うことは重要な教育課題となる。

「教育基本法」第1条(教育の目的)でも、健康の重要性が掲げられ、健康な身体をつくるとい

うことはそれ自体が大切な教育の目的であり、教育の内容となりうるといわれている。「盲学校・聾学校及び養護学校学習指導要領」では、「体育・健康に関する指導は、学校の教育活動全体を通じて適切に行うものとする。」とあり、「生涯を通じて健康に安全で活力のある生活を送るための基礎が培われるよう配慮しなければならない」と掲げている。また、重複障害者は障害が重複しているために心身の発達が著しく阻害されている場合が多く、いわゆる学習レディネスの形成等を重視した指導を展開していくことが重要となる。そのために心身の調和的発達の基盤を培うことをねらいとしている自立活動の指導を中心に行うことが必要である。自立活動の内容に、「健康の保持」という健康に関する内容も含まれており、健康についての指導の重要性を明示している。

つまり、重症児にとって、「健康な身体づくり」は、発達の保障の側面から鑑みても重要である。以上より「足湯」の学習活動としての適合性はあると言える。

## 2. 重症児の体温について

ヒトの体温はある程度環境に左右されるものの体の中心ではほぼ37℃に保たれている。一定の体温に保つ機能を体温調節機能といい、この機能はヒトが生きていくために重要な役割を果たすものである。また、体温には、日周期リズムがあり、それは、早朝3～6時の間に最も低い値となり、午後3～6時に最高値となる。体温の変動は、昼間に活動し、夜間には休息するという活動量に依存するというよりも生体リズムの調節の働きに依存する。年齢による変動が大きく、新生児は体温調節中枢機能が未発達のまま生まれてくるので、環境温によって体温が変動されやすい。また、体重の割合に比して、体表面積が大きく皮下脂肪が少なく基礎代謝量も低値であるため、体温が環境に変化されやすい。経験的ながら重症児もこの新生児の状態と共通する点が多い。安定してくるのは生後6ヶ月くらいからである。体温の日周期リズムは2歳以後になって明瞭に認められる。つまり、体温調節と発達は関連する。また、温中枢は交感神経に属し、血管の収縮、立毛、戦慄を促す。一方、冷中枢は副交感神経に属し、皮膚血管の拡張や呼吸の促進発汗などを促す。このような交感神経と副交感神経の相互作用により、正常体温は保たれている。重症児の場合、健常児と比較すると体温の平均が低く、特に知的障害が重度のものほど低体温を呈しやすい傾向にあるともいわれている(田中 1978)。T児の場合も同様で、寒くなるとかなり厚着を行ったり、環境温度の設定を上げたりするなど低体温にしないよう努められている。しかし、手先や足先は冷たいことが多く、このような状況を解消するために養護学校で継続して「足湯」という「健康な身体づくり」が実施されてきた。

## 3. 心拍リズム変動について

私たちの心臓は一般には規則正しいものとされているが、外部からの刺激に対して、刻々と変動している。こうした変動の中での加速あるいは減速方向への変化は一過性の心拍反応とされ、定位反射の有効な指標のひとつとして用いられてきた。一方持続性変動は覚醒水準がよく反映され、環境条件化の変化による現われとみることができる。特に新生児や重症児にとっては外的環境に対する反応としての「持続性変動」に注目することによって、定位反射系活動の発生と発達過程を明らかにできる(片桐 1993)と指摘された。また、水田(1996)は重症児を対象に心拍変動への周波数解析適用の妥当性について報告している。これらはME法により検討しており、比較的短い分析時間でも周波数の成分分離が可能であることが示された。また精神的あるいは肉体的な負荷に伴って呼吸性の変動成分は減少した(榊原1992, 田辺 1993)。その結果、注意の生理学的検討の方法と

して注目されてきた（廣田ら1993）。

本研究の結果では、HBやSaO<sub>2</sub>には大きな変化は認められなかったが、自律神経機能を反映しているとされるHFとLF/HFに大きな変化が見られた。このことは、HBやSaO<sub>2</sub>よりもHFとLF/HFの方が変化に対して鋭敏に反応する指標である可能性を示している。

T児の足湯前後におけるHFとLF/HFの変化及び健常児と健常成人との比較の結果をTable3にまとめた。LF/HFつまり、交感神経成分では、足湯の前後における変化や対健常児、対健常成人とも違いが明らかであった。一方HF、つまり副交感神経成分では、足湯の前後における変化がないこと、Fig.1に示したように測定の日によってばらつくことが多いことから、自律神経の変化を知る指標としては、LF/HFよりも有用性が低いと考えられた。

Table3 各成分の平均値で比較した場合の有意差の有無

	足湯条件	後安静条件	健常児	健常成人
HF (T児の前安静条件)	なし	なし	傾向	あり
LF/HF (T児の前安静条件)	あり	あり	あり	傾向

#### 4．重症児T児における足湯の有効性

重症児はT児に限らず、学校にいる時間中にも覚醒度が低いことが多い。学校生活では、覚醒している状態を多くすることが、その子どもの発達に良い影響を与えると考えて、日々の指導にあたっている。子どもにとって、無理なく、継続的に学習が行われることは生活リズムを整える上で重要となる。よって、足湯を登校後毎日、定時に行うことはT児にとって生活リズムを整えやすい。

T児は頻回に発作も起こしている。予備研究では、T児の発作時の自律神経機能について分析しており、発作の前後では交感神経成分の値は高値になることを把握しているが、今回の結果が示したように発作時以外では健常児と比較すると非常に低い値となる。三田ら（1996）の研究によると、「重症者は循環調節に関わる自律神経活動が低下しており、それはより副交感神経に進行している。これは寝たきりであり、日々の生活の中で重力負荷の経験の少なさが起因している」ものと考えられており、T児が示した自律神経系の異常もこうした日常的な寝たきりの状態が関与していることも考慮すべきである。

本研究により、T児では足湯を行うことで交感神経の活性化が生じていることが確認された。しかも、足湯後には健常児と同等の値を呈していることも確認された。この交感神経の活性化は、環境温と皮膚温とのより大きな温度差に温熱感覚や熱痛覚の受容器が刺激され、体温調節のネガティブ・フィードバック機序が働いたためか、あるいは足湯中に抑制された交感神経が足湯後に再賦活化された、いわゆるリバウンド効果である可能性が考えられる。いずれにしても、足湯後の効用として、交感神経の活性化が確認できたことはT児の日常生活の中に足湯を積極的に取り入れてよいことを示している。

足湯中に副交感神経機能が高まるのは、足下への静水圧による上半身及び頭部方向への体液移動により動脈圧受容器の入力が高まり、交感神経活動を抑制し、副交感神経活動を一過性に賦活化させたためとも考えられるが、精神的にリラックスしているという心理的な影響も考慮すべきであろう。T児でどちらがより大きな影響であるかどうかについては今回の研究では特定できない。

一方、足湯後において体温が下がっていたが、これは、下肢末梢の冷えた血液が、静水圧により中心部へ集中し、体温（鼓膜音）を低下させたためとも考えられるが、足湯の湯温が一般の入浴温

と比べて低く設定されていることから、これが主要因と考えることは無理がある。それよりもT児の防寒服からの解放が大きいのではないかと推測した。T児は体温が低くなりやすいため、冬季になるとかなり温かくして登下校を行う。登校直後はその状態から解放されるので、足湯をするといえども一時的に体温が下がるのではないかと考える。

## ．まとめと今後の課題

本研究では、重症児T児を対象に足湯時の自律神経機能について測定した。重症児T児にとって、継続して足湯を行うことは交感神経機能が高まり、学習に適した状態になるであろうと推測された。今後、T児以外の重症心身障害児にも同様のことが当てはまるかどうかについて、検討していく必要がある。さらに、その効果が持続する時間についても検討していく必要もある。足湯は学習活動の内容としては比較的容易であり、学習活動の中に組み込みやすい。そして、重症児の健康な身体づくりを行い、生理的基盤を快な状態に置き、学習に取り組めるようにしていくことは重要である。

## 謝辞

本研究の趣旨をご理解いただいた上で、ご協力してくださったT児と保護者に心よりお礼申し上げます。そして、本研究のために足湯の学習の場を提供してくださった鳥飼賢志教諭に深く感謝します。

## 文献

- 川住隆一 超重症児の生命活動の充実と教育的対応． 障害者問題研究 2003；31(1)：11-19
- 早野順一郎 心拍変動による自立神経機能解析．循環器疾患と自立神経機能．医学書院；2001.9：71-109
- 水田敏郎 重症心身障害者の持続性心拍変動 - 心拍変動への周波数解析適用の妥当性について - ．社会環境研究 創刊号1996.3：147-153
- Hisato Moritani, Junichi Hasegawa, Akira Marumoto, Akiko Sano, Norimasa Miura Analysis of Heart rate Variability before and after Catheter Ablation for Atrial Flutter with Complicating Atrial Fibrillation Yonago Act Media .2005 ;48:17-25
- Marek M Task Force of the European Society of Cardiology Circulation.1996;93:1043-1065
- Philippe B et al. Relationship Between Repeated Measures of Hemodynamics, Muscle Sympathetic Nerve Activity and Their and Spectral Oscillation Circulation .1997 ;96: 4326-4332
- 注意欠陥/多動性障害の診断・治療ガイドライン作成とその実証的研究 平成14～16年度研究報告書．厚生労働省「精神・神経疾患研究委託費」(印刷中)
- 川住隆一 生命活動の極めて脆弱な重複障害児の健康管理に関する課題と研究動向．特殊教育学研究．1998；36(3)：41-49
- 盲学校、聾学校及び養護学校学習指導要領．文部省；平成11年3月
- 盲学校、聾学校及び養護学校学習指導要領解説 自立活動編/文部省．海文堂出版 2000．3
- 大久保哲也 障害児の教育実践ハンドブック．労働旬報社.1991：69-79 191-205
- 大久保哲也 竹沢清 三島敏夫 障害の重い子どもの教育実践ハンドブック．労働旬報社.1997：98-107
- 中川美穂 小枝達也 重症心身障害児の医療的ケアとQOLに関する研究．鳥取大学地域学部紀要.2004；1(1)：49-84

- 貴邑富久子 根来英雄 シンプル生理学（改訂版第5版）. 南江堂；2005：303-314
- 田中和彦ら 重症心身障害児の体温調節機能について． 医療 1978.6；32(6)：117-121
- 片桐和雄 重度脳障害児の定位反射系活動に関する発達心理学．風間書房1995
- 榊原雅人 心理変動スペクトル分析による自律神経機能の評価 - 鏡映描写課題における検討心理学研究． 1992；63(2)：123-127
- 田辺晃久 心拍変動のパワースペクトルの意義. Medical Topics Series不整脈93 メディカル社 1993:30-37
- 廣田昭久ら 呼吸性不整脈：副交感神経機能の新たな指標． The Psychological Report of Sophia University. 1994; 18 :61-75
- 美和千尋ら 40 入浴60分間がヒトの心血管機能と体温調節機能に及ぼす影響． 自律神経 1994；31：38-46
- 美和千尋ら 入浴時の湯温が循環動態と体温調節に及ぼす影響． 総合リハビリテーション．1998．4；26(4)：355-361
- 三田勝巳ら 心拍変動からみた重症心身障害者の循環機能． リハビリテーション医学．1996．8；33(8)：554-561
- Xue Ming, Peter O. Julu, Michael Brimacombe, Susan Connor, Mary L. Daniels Reduced cardiac parasympathetic activity in children with autism .Brain and Development . 2005; 27 : 509-516
- 高谷清 障害児の傷病と健康への取り組み - とくに重症心身障害児(型)を中心として - .障害者問題研究 1980；24：15-27

(2006年1月10日受付, 2006年1月26日受理)