

## 報 告

## 重症心身障害児の足湯の効用に関する研究

## 第2報：心拍変動の周波数解析などによる検討

山根 康代<sup>1)</sup>, 小枝 達也<sup>2)</sup>

## 〔論文要旨〕

特別支援学校において健康の保持を目的に実施されている足湯の効用について検討した。重症心身障害児4症例を対象に、足湯の前・中・後の3つの時点で心拍数、体温、酸素飽和度、心拍変動を測定して周波数解析を行った。その結果、個々の症例のみでみると有意な変化は得られたが、共通した変化が確認できた指標はなかった。ただし、実態の似通っている2例において足湯後に交感神経が賦活するという共通した変動が認められた。重症心身障害児は個々の実態が大きく異なり、身体に及ぼす影響も大きいことから、個々において有効な働きかけを証明していく必要がある。

Key words：健康の保持，足湯，重症心身障害児，最大エントロピー法，交感神経

## I. はじめに

重症心身障害児は、日々の体調が変動しやすいので、特別支援学校における教育も子どもたちの体調に配慮した工夫が求められている。日々の健康を維持し、さらに向上させることは、重症心身障害児にとって重要な健康教育であると位置づけることができる。特別支援学校の指導要領に記されているように「健康の保持」<sup>1)</sup>を学校教育の中でどのように実現していくか、多種多様な模索が行われている。

こうした「健康の保持」に向けた具体的な取り組みの1つに足湯がある。健康管理の実践例として<sup>2)</sup>、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。

しかし、これまで重症心身障害児の足湯時の状態については主観的な観察のみで実施されてきた。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、本研究では、重症児の足湯時の効用を捉えうる客観的な生理学的指標に関して検討することを目的とした。特に、われわれは心拍変動の周波数解析にて足湯の効用が高まる症例の報告をしており<sup>3)</sup>、本研究ではその普遍性についても検討する。

## II. 方 法

## 1. 対象・方法

研究の対象者は、表1に記すとおりであり、全例がこれまでに教育プログラムとして学校内での足湯を取り入れている。担任教師や保護者による対象者の様子を観察した経験を蓄積し、最適と考えられる湯温や足湯の時間、体位などが設定されている。本報告では、客観的な生理学的指標の可能性を探ることを目的としているため、それぞれの症例に行われている日常的な足

The Evaluation of Footbath Effect In the Second Report  
— Examination by the Spectral Analysis of Heart Beat —  
Yasuyo YAMANE, Tatsuya KOEDA

1) 鳥取県立鳥取養護学校 (教諭)

2) 鳥取大学地域学部 (医師)

別刷請求先：小枝達也 鳥取大学地域学部 〒680-8551 鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101番地

Tel/Fax：0857-31-5155

[2010]

受付 08. 1.21

採用 08. 8.22

表1 対象児のプロフィール

	疾病名	大島の分類	障害の状態
症例1	溺水後遺症	1	気管切開術施行・胃瘻の設置
症例2	髄膜炎後遺症	2	自力での座位姿勢可能
症例3	福山型筋ジストロフィー症	3	顔面および上下肢末梢のみ自力運動可能
症例4	低酸素性脳症後遺症	1	気管切開術施行・胃瘻の設置

湯の条件を変更しなかった。

対象児に特別な負担が加わらない簡便に測定できる生理的指標として心拍数、体温、酸素飽和度 (Saturation of Oxygen; 以下 SPO2) の3つをデータとして収集することとした。加えて、心拍数の変動から算出が可能な交感神経成分と副交感神経成分も検討することとした。

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3点、右第3肋骨部中央、左第3肋骨部中央、左第8肋骨側胸部に電極を装置し、測定した。測定条件は、①前安静条件;安静仰臥位にて5分間の心拍数記録、②足湯条件;安静座位にて15分間の心拍数記録、③後安静条件;足湯後再び安静仰臥位にて5分間記録した。体温については、上述の前安静条件終了時、足湯条件終了時、後安静条件終了時の計3回測定を行った。測定場所は、それぞれ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、湯の温度は保護者および担任と相談してこれまでに行ってきた足湯の経験を基に最も心地よいと推定される温度とした。症例3は簡単な意思表示ができるため、本人とも相談した結果、症例1および3は42℃、症例2および4は40℃という設定になった。

体温とSPO2についても心拍計測と同じ3条件下での測定を行った。体温の測定には、テルモ耳式体温計M20を使用し、重症児にとって負担の少なく、簡便に測定できる鼓膜の体温を測定した。SPO2は、SPO2・血圧監視装置TM-2543R(エーアンド・デイ社)・パルスオクシメトリー(コニカミノルタ社)を使用した。

なお、本研究は目的と趣旨をそれぞれの児の

保護者に口頭にて伝え、研究協力の同意を口頭にて得て行った。対象児は通常の教育プログラムに足湯を取り入れており、今回の研究のために特に足湯を開始したわけではないため、簡易な方法による同意取得とした。

## 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した。この心拍数の変動を最大エントロピー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。自律神経系への影響については、先行研究と同じく<sup>3)</sup>、心拍のリズム変動を測定し、それを周波数解析することによって交感神経と副交感神経の活動の状況を把握することとした<sup>4,5)</sup>。

心拍変動における周波数解析は、自律神経系由来の2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。本研究においても同様の指標を採用した<sup>6-8)</sup>。

データの統計解析は、前安静条件、足湯中条件、後安静条件という3つの条件下における心拍数、体温、SPO2、LF/HF、HFの5つの指標を比較検討した。

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

## III. 結 果

症例1は5回の測定が、症例2~4は10回の測定が実施できた。症例1においては状態が安

定することが少なく、一定期間内で測定するには5回が限界であった。各条件下における心拍数、体温、SPO2、LF/HF、HFの平均と1標準偏差を表2～表6に示す。

1. 3つの生理学的指標の各症例における変化  
心拍数では、症例2および3において足湯中と足湯後では有意に値が低下していた。症例3においては足湯前と足湯中では有意に値が上昇

表2 心拍数の変化 (平均値±1標準偏差)

	症例1	症例2	症例3	症例4
足湯前	99.4±9.24	97.8±4.89	100.0±3.27	101.11±2.49
足湯中	107.6±8.85	106.4±5.78	108.2±3.91	101.33±2.47
足湯後	98.8±1.10	99.4±6.29	99.4±4.45	101.00±2.54

\*\* : p < .01, \* : p < .05

表3 体温の変化 (平均値±1標準偏差)

	症例1	症例2	症例3	症例4
足湯前	36.50±0.41	36.25±0.36	36.46±0.28	36.82±0.74
足湯中	36.56±0.38	36.25±0.26	36.55±0.26	
足湯後	36.58±0.04	35.96±0.31	36.73±0.17	36.50±0.94

\*\* : p < .01, \* : p < .05

表4 SPO2の変化 (平均値±1標準偏差)

	症例1	症例2	症例3	症例4
足湯前	87.4±1.14	97.4±1.35	97.4±0.70	98.89±0.26
足湯中	87.0±1.73	97.2±1.69	97.4±0.97	
足湯後	93.0±1.00	98.3±0.94	98.7±0.48	99.22±0.32

\*\* : p < .01

表5 LF/HFの変化 (平均値±1標準偏差)

	症例1	症例2	症例3	症例4
足湯前	0.97±0.23	1.21±0.75	2.09±0.87	0.67±0.10
足湯中	0.60±0.19	1.46±0.84	2.17±0.92	0.44±0.59
足湯後	1.30±0.22	1.80±0.74	1.91±0.69	1.34±0.19

\*\* : p < .01, \* : p < .05

表6 HFの変化 (平均値±1標準偏差)

	症例1	症例2	症例3	症例4
足湯前	945.01±1660.30	671.96± 719.84	201.63±190.94	282.27±83.59
足湯中	795.16±1186.40	278.79± 195.56	116.07± 69.85	349.99±95.54
足湯後	533.20± 674.46	716.80±1065.49	175.63± 80.71	213.62±57.14

\* : p < .05

した。体温では、症例3において足湯前と足湯後、足湯中と足湯後では有意に値が上昇した。また、症例2および4においては足湯前後で有意に値が低下していた。SPO2では、症例1および3において足湯前と足湯後、足湯中と足湯後で有意に値が上昇している。

## 2. 交感神経成分と副交感神経成分の変化

LF/HFでは、症例1および4において、足湯前と足湯中を比較すると有意に値が低下し、足湯前と足湯後、足湯中と足湯後とを比較すると有意に値が上昇していた。HFでは、症例3において足湯中と足湯後では有意に値が上昇しているものの、他の3児では有意な変化は見られなかった。

## IV. 考 察

### 1. 3つの生理学的指標の客観性について

特別支援学校の肢体不自由分野において、足湯が広く行われるようになった背景には、指導要領に示されている「健康の保持」がある。如何にして健康を保持するかという模索の中で、重症心身障害児は体温が低いことが多く<sup>9)</sup>、この低い体温が活動性を低めているのではないかと、足湯により体温を少しでも上げることが「健康の保持」につながるのではないかとという考えが基本となり、足湯が広く行われるようになったと考えられる。

しかし、今回の結果から足湯により深部体温は上昇していると考えられるが、鼓膜体温では、その状態を的確には把握できなかった。この結果は、研究を始める段階では想定していなかった。体温が下がる理由として、足湯にひたした足部末梢から冷えた血液が、静水圧によって上昇し、体部へと循環することが報告<sup>10)</sup>されていることから、体温の上昇には熱を摂取する足湯の温度と時間が重要な関連因子と考えられる。症例3のように、高めの湯温であれば、深部体温同様上昇する可能性が示唆される。一方、症例2および4のように湯温が低めであれば、深部体温は上昇しても鼓膜体温が低下する場合もある。つまり、冷たい足の血液が身体に循環しているときに足湯を終了することは、体温を上げることを期待する効果から見れば、逆に不適

切であるということが示唆される。この時期を過ぎれば、暖められた血液が循環し、深部体温のみならず鼓膜体温が上昇することが期待できるので、体温の測定をしながら足湯の時間を決めることが重要であると考えられる。

その他の生理学的指標においては、個々の症例で見ると有意な変化はあったものの、足湯前・中・後において4症例に共通した変化が確認できた指標はなかった。これは、足湯の環境設定が個に応じた調整されていることが大きな要因であるとは考えられるが、今回の報告においては対象児の重症度を考えると足湯の設定を一律にすることは困難であった。重症心身障害児の「健康の保持」を考えた場合、個々の実態が大きく異なり、身体に及ぼす影響も大きいことから、個々においていかに有効に働きかけているのかを証明していく必要がある。

### 2. 交感神経成分と副交感神経成分の変動の普遍性

心臓の拍動は、一般には規則正しいものとされているが、実際には外部刺激に対して刻々と変動を示している。これらの働きを利用し、乳児のような言葉を話さない被験者を対象とした研究の有効な指標の1つとして考えられている。特に一過性の心拍反応では心拍の減速が定位反射または定位反応の1つの指標となり、心拍の加速は防御反応等有害な刺激と結びつけられた<sup>11)</sup>。一方、片桐らの研究によると発達水準が低く、この一過性反応が明瞭に分化していない場合には、長い時間にわたって観察される持続性変動を分析することにより、一過性反応の発生過程を明らかにすることができると指摘されている<sup>12,13)</sup>。これらの研究をもとに、水田らは重症児を対象に心拍変動への周波数解析の適用の妥当性について報告している。これらは最大エントロピー法に基づいて検討されており、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<sup>5)</sup>。その結果、注意における生理学的検討の方法として注目されてきた<sup>14)</sup>。以上が、本研究で心拍持続性変動に注目し、足湯効果判定の指標とした理由である。

今回の結果では、個々の症例では有意な変化はあったものの、足湯前・中・後において4症例に共通した変化が確認できなかった。

ただし、4症例のうち脳の低酸素症の後遺症という共通する病態である症例1,4においてはLF/HFの値で共通した足湯前・中・後の変化が認められた。この2症例のLF/HFの値は足湯前の値も健常児と比して、低い値を示している<sup>3)</sup>。足湯中はその値よりもさらに低下し、足湯後には健常児と同等の値にまで上昇した。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はないかと考えられる。

一方、HFでは足湯の前後のばらつきも多く、症例3以外では有意な変化が見られなかった。症例3においては、心拍数の値が足湯前と足湯中では有意に上昇し、足湯中と足湯後は有意に値が低下していたにもかかわらず、体温は足湯後に有意に上昇している。つまり、症例3の疾患の病態そのものに起因する自律神経の異常<sup>15)</sup>が関与しているものと考えられる。

## V. ま と め

教育的な関わりとして位置づけられている足湯であるが、体温や心拍数などの変化は、実際に測定すると、想定していたような変化をしていないことが明らかになった。足湯の目的を明確にし、それに合った足湯の実施方法を個々の子どもたちに合わせて策定することがもっとも重要であると考えられた。

## 謝 辞

本報告の趣旨をご理解いただいたうえで、ご協力して下さった症例1から4の児とその保護者に心よりお礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 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。

- 2) 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.
- 3) 山根康代, 小枝達也. 重症心身障害児への足湯の効用について～心拍変動の周波数解析による分析～ 鳥取大学地域学論集 2005; 2 (3): 343-351.
- 4) 早野順一郎. 心拍変動による自律神経機能解析. 循環器疾患と自律神経機能. 医学書院 2001; 9: 71-109.
- 5) 水田敏郎. 重症心身障害者の持続性心拍変動一心拍変動への周波数解析適用の妥当性について一. 社会環境研究 創刊号 1996.3: 147-153.
- 6) Moritani H, Hasegawa J, Marumoto A, Sano A, Miura N. Analysis of Heart rate Variability before and after Catheter Ablation for Atrial Flutter with Complicating Atrial Fibrillation Yonago Act Media. 2005; 48: 17-25.
- 7) Marek M. Task Force of the European Society of Cardiolog Circulation 1996; 93: 1043-1065.
- 8) Philippe B, et al. Relationship Between Repeated Measures of Hemodynamics, Muscle Sympathetic Nerve Activity and Their and Spectral Oscillation Circulation. 1997; 96: 4326-4332.
- 9) 田中和彦, 他. 重症心身障害児の体温調節機能について. 医療 1978; 32 (6): 117-121.
- 10) 美和千尋, 他. 40℃の入浴60分間がヒトの体温調節機能に及ぼす影響. 自律神経. 1994; 31: 38-46.
- 11) 内藤 徹, 他. 乳児の可能性一発達の精神生物学一 ナカニシヤ出版 1982.
- 12) 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.
- 13) 片桐和雄. 心拍反応の発達生理心理学. 文理閣 1993; 306-319.
- 14) 廣田昭久, 他. 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.
- 15) 祖父江逸郎, 西谷 裕. 筋ジストロフィー症の臨床. 医歯薬出版 1988; 206-217.