

自律神経指標を用いた発達障害者のコミュニケーション支援-エアロビック競技指導における一考察-

メタデータ	言語: jpn 出版者: 明治大学理工学部 公開日: 2016-06-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小野, 弓絵, 嶋田, 総太郎, 岸川, 学, 田中, 暢子 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10291/17916

Ⅱ-396 自律神経指標を用いた発達障害者のコミュニケーション支援：エアロビック競技指導における一考察

小野弓絵¹, 嶋田総太郎¹, 岸川 学², 田中暢子³

Evaluation of autonomic nervous activity as communication aid for people with developmental disorder: a study in coaching aerobic dance player

Yumie Ono^{*1}, Sotaro Shimada^{*1}, Manabu Kishikawa^{*2} and Nobuko Tanaka^{*3}

Author affiliations

School of Science and Technology, Meiji University, Kanagawa 214-8571, Japan

School of Social Work, Kanagawa University of Human Services, Kanagawa 238-8522, Japan

Faculty of Culture and Sport Policy, Toin University of Yokohama, Kanagawa 225-8503, Japan

Abstract

Verbal communication between athletes and their trainer during sports training plays a significant role in establishing efficient and appropriate performance. Athletes with developmental disorder, however, have difficulty in verbal communication with others, which prevents smooth communication with their trainer. In order to provide the aid of communication between such a trainee and a trainer, we propose utilizing a telemetry electrocardiogram (ECG) to physiologically evaluate the emotional states of a trainee from the heart rate variability (HRV) analysis. An adult, aerobic dance player with autism spectrum disorders (ASD) participated in the study. ECG responses were continuously monitored during her practice of teaching choreography to novice trainees. A time-frequency analysis of the HRV determined the time-course change in her sympathetic autonomic nervous activity. Among 3 circumstances in which the trainee received guidance from her trainer during the 8-minutes of practice, the first and the second guidance induced an increase in the sympathetic activity of the trainee but no guidance-related sympathetic activation was observed with the third guidance. Post-experiment interview confirmed a good correlation between these physiological changes in the sympathetic nervous activity and the emotional state of the trainee in which she reached to a full comprehension of the guidance with the first two circumstances but not with the third circumstance. Our results suggest that monitoring autonomic nervous activity could be useful for both trainers and trainees with communication disorder to objectively assess the effect of verbal guidance.

Key Words: Measurement, Heart rate variability, emotional response, autonomic nervous activity, autism spectrum disorders

(1) 研究背景

東京オリンピック・パラリンピック競技大会を2020年に控え、スポーツ競技者の適性に沿った効果的なトレーニング手法の開発が期待されている。特に発達障害など

を背景とするコミュニケーション障害をかかえる選手は、自らや他者（コーチ、同僚）の意志や感情を理解したり伝えたりすることに困難をかかえている場合が多い。すなわち潜在能力が高い選手であっても、指導者やチームメイトとの言語・非言語コミュニケーション（表情・ジェスチャなど）が確立できないことで、競技スポーツにおける本人の能力が十分に発揮できていない可能性がある。一方で、発達障害者の多くは日常生活でしばし

* 1. 明治大学理工学部電気電子生命学科

* 2. 神奈川県立保健福祉大学保健福祉学部

* 3. 桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部

ば直面するコミュニケーションの不便を切り抜けるために、「わかりましたか?」というステレオタイプな質問に対して理解できたか否かにかかわらず形式的に「わかりました」と答えてしまうことも実務者のレベルでは多く経験されている。発達障害をかかえるスポーツ選手に対して行われた指導が本人に「明確に意識されたかどうか」を、言語によらない手段で定量的に評価する手法が確立できれば、スポーツのみならず日常生活の場面においても、個人の特性を踏まえた効果的な指導が可能となり、発達障害のある競技選手の育成に大きく貢献できると考えられる。

我々の研究グループはこれまで、生理心理学的な情動評価の手法である心電図心拍変動 (heart rate variability: HRV) 解析と行動観察結果との比較検討を通じて、発達障害のひとつである自閉症スペクトラム障害 (Autistic spectrum disorder: ASD) をもつエアロビック競技者の内的状態の可視化研究を行ってきた¹⁾。HRV 解析とは、呼吸などの生体揺らぎによって生じる心拍数変動の0.04~0.4 Hz 付近の周波数成分のパワー変化を用いて、交感神経あるいは副交感神経の活動による自律神経活動のバランスを解析する手法であり、神経遮断薬を用いた実験などからその有効性が確認されている²⁾。これまでの研究¹⁾ から、(1) 激しい運動を伴うエアロビック競技者においても、小型の無線テレメトリ心電計の利用によって安静時だけでなく、競技中、レッスン中の HRV 指標が長時間にわたり計測可能であること、(2) 競技の開始・終了に伴う交感神経活動の増大・減少といった運動生理学的に妥当な自律神経指標の変化が追跡できること、(3) ソロ競技開始前やインタビュー時などに選手に生じる精神的な緊張感を感度よく評価できること、を明らかにしてきた。本研究ではこの HRV 指標の変化を ASD 者本人にフィードバックとして呈示することが、指導者からの言語的指導に対して形式的な返答になってしまったのか、それとも指導内容が理解され、内省が促されたかどうかの認知の助けとなるかを検討した。

(2) 対象と方法

(2.1) 被験者

被験者は障害者エアロビックのチームレッスンに継続的に参加している神奈川県在住の成人女性 A である。表-1 に被験者の詳細を示す。すべての計測は、明治大学工学部倫理委員会の承認を得たうえで (理工安倫13第516号)、本人並びに家族へ書面と口頭で実験の趣旨を説明し、インフォームドコンセントを得た上で行われた。

表-1 被験者情報の詳細

年齢	25歳
性別	女性
療育手帳 ¹⁾	B2 (軽度)
エアロビック歴	13年
練習頻度	2回/週
エアロビック技能検定 ²⁾	4級

1) 神奈川県療育手帳交付時における知的障害の程度を表す。障害の程度はA1 (最重度)・A2 (重度)・B1 (中度)・B2 (軽度)の4段階に区分されている。

2) 2011年度公益社団法人日本エアロビック連盟認定エアロビック技能検定における等級を示す。

(2.2) 心電図測定

本実験は、2013年6月、障害者スポーツ文化センター横浜ラポールにおける障害者エアロビックのレッスンにて行われた。日本光電社製テレメトリ装置 WEB-1000 を用い、胸部第二誘導心電図をワイヤレス環境で計測した。サンプリング周波数は1kHzとし、1.6~30 Hz のバンドパスフィルタを適用して計測した。A氏は指導者としてのトレーニングを受けており、計測当日はA氏の指導者B氏の監督のもと、実技指導の練習を、A氏の他のチームメイトを対象として行った (図-1)。この実技指導は、エアロビックの初心者に対してエアロビックの基本動作を複数教示し、連続した動作として音楽に合わせて演技できるように一定時間内で振付指導するという内容である。レッスン参加者全員の承諾を得て、心電図とともにレッスン風景のビデオを連続的に撮影した。なお心電図とビデオは、レッスン後にA氏に対して行ったインタビューの終了まで継続して記録した。

(2.3) HRV 解析

約8分間の実技指導の中で、A氏はB氏から3回口頭



図-1 A氏による実技指導練習の概観

A氏の指導者B氏は後方よりA氏の実技指導について確認を行っている。同じレッスンを受講しているチームメイトが生徒役となって指導を受けている。

表-2 1回目の指導時における競技者と指導者のダイアログ

A:	(まだ詳しく説明していない振付を入れて指導しようとする)
B:	「Aさん、」 (Aさんの指導を中断する)
B:	「これは誰に対する指導ですか？」
A:	「初心者...」
B:	「初心者の？」
A:	「成人選手。」
B:	「エアロビックをよくわかっている人ですか？」
A:	「全然わかってないです。」
B:	「わかってない人にわかるように指導してください。」
A:	(指導に戻り、振付の詳細な説明を始める)

表-3 2回目の指導時における競技者と指導者のダイアログ

A:	(振付を説明した後、全員で始めから動作をさせるために掛け声をかける)
A:	「ファイブ・シックス・セブン・エイト...」
B:	(Aさんの指導を中断して) 「今の『ファイブ・シックス・セブン・エイト』っていうのも、どう思いますか？」
A:	(8秒ほど沈黙) 「ファイブ・シックス・セブン・エイト、何か変でした？」
B:	(振付の動きを競技者に示して) 「『さーん、はい』の方が入りやすいと思いますけど、どうですか？」
A:	「切り出しのところでですね？切り出しがあまり良くなかったってことですか？」
B:	「対象者は？」
A:	「初心者の一般成人です。」
B:	「エアロビック（競技で多用される掛け声）を知ってる人ですか？」
A:	「知らない人です。」
A:	(指導に戻り、「さーん、はい」の掛け声で振り付け指導を再開)

で指導を受けた。指導時のA氏とB氏とのやりとりについて表-2~4に示す。これらの時間帯において、A氏の精神的な緊張状態の推移を検討するため、心電図のHRV解析を行った。HRV解析の流れを図-2に示す。HRV解析ではまず心電図波形からR波時刻を検出し、直前のR波時刻との差分時間を一心拍ごとのRR間隔として検出する(図-2 a, b)。自律神経活動を反映する0.04~0.4 Hz帯域の心拍変動スペクトルを検出するために、RR間隔の時系列データを10 Hzでリサンプリングして心拍変動データとした。本研究では、レッスン中に発生した指導や演技などの個々のイベントに対する自律神経活動の変化を検出するために、時間情報を保持したまま特定の周波数情報を検出可能な連続ウェーブレット変換による時間周波数解析を行った。時間周波数

表-4 3回目の指導時における競技者と指導者のダイアログ

A:	(一連の振付を説明して) 「まだわからない人はいませんか？」
B:	「そういう質問はしていいんですか？」
A:	(6秒ほど沈黙) 「対象は一般の初心者なので...」
B:	「質問していいんですか？指導者って」
A:	(7秒ほど沈黙)
B:	「習いに来ている人に指導者は質問していいんですか？」
A:	(6秒ほど沈黙) 「指導者じゃなく、対象者が質問する。指導者は指導する。質問しない。」
B:	「今Aさんがやったのは何？」
A:	「質問です。」
B:	「していいの？悪いの？」
A:	「悪い。」
A:	(生徒役のチームメイトに対して) 「〇〇の動きが終わりました。次の動きは...」

解析の詳細は次項に示す。図-2 c は心拍変動データの時間周波数解析の一例である。得られた時間周波数成分に対して、心拍変動の低周波数成分(Low Frequency component: LF)を0.04~0.15 Hz、高周波数成分(High Frequency component: HF)を0.15~0.4 Hzとして抽出し、各時刻における周波数成分強度の総和をその時刻におけるLF, HF成分値とした。本実験においてはB氏の指導を受けたA氏がどのようにその指示を理解していたかを評価するため、交感神経活動の指標であるLF/HF値の時間変化を抽出し、A氏の精神的な緊張状態の変化を検出した(図-2 d)。

言語流暢課題や初対面の他者との面接など、種々の認知科学的・社会心理学的課題を用いた先行研究から、精神的な緊張の高まりはHRV解析によって検出される心臓交感神経活動の増大を引き起こすことがよく知られている³⁾⁴⁾。本実技指導において被験者であるA氏が受ける指導とは、本人が自覚していない動作や指導法の誤りを指導者に指摘してもらう機会ととらえることができる。したがって、指導者からの指示の内容が被験者によって理解され、修正すべき点についての内省が引き起こされれば、被験者に精神的な緊張の高まりが生じると考えられる。一方で、指導者と被験者との間の言語コミュニケーションが確立できず、被験者に指導者の指示の意図が伝わらなかった場合には、被験者に内省が引き起こされないため精神的な緊張度は変化しないと予測できる。

A氏が与えられた言語指示に対して内省している際の交感神経活動指標の変動傾向を確認するため、レッスン後に研究者よりインタビューを行った。インタビュー

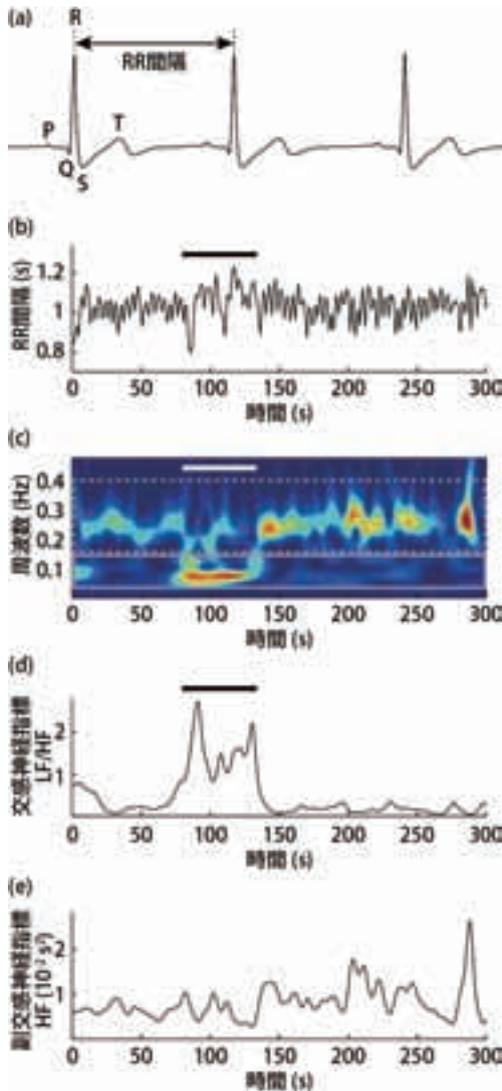


図-2 心電図 HRV 解析による交感神経活動指標の抽出方法

(a) 心電図波形の名称と RR 間隔の定義。(b) RR 間隔の時間変化の一例。黒線部分で心拍間隔の周期性が変化している。(c) ウェーブレット変換による心拍変動データの時間周波数解析の結果。色が赤に近いほど該当する周波数成分が大きいことを示している。白線部分は (b) における黒線部分と同じ時間帯を示している。この時間帯に、心拍変動揺らぎの周波数成分が 0.2~0.3 Hz 帯域から 0.1 Hz 付近に変化していることがわかる。低周波数成分 LF を 0.04~0.15 Hz 帯域のパワー値 (灰色実線部分)、高周波数成分 HF を 0.15~0.4 Hz 帯域のパワー値 (灰色点線部分) として自律神経活動の指標を算出する。(d) 交感神経指標 (LF/HF) の時系列変化の抽出結果。黒線部分は (b, c) に表示された時間帯を示している。(e) 副交感神経指標 (HF) の時系列変化の抽出結果。

では、内省が必要な質問と必要ではない質問を与え、その際の交感神経活動指標の変化について検出した。質問の内容を表-5 に示す。択一形式の質問を 2 問、自由回答の質問を 2 問とした。このうち最初の 3 問 (質問 1~3) は、本計測日を含む 2013 年度のレッスンにおいて、レッスン後に習慣的に A 氏が質問された事項であり、事前に準備ができるものであった。よって質問 1~3 に対する交感神経活動指標の変化パターンは、質問を受け

表-5 レッスン後のインタビュー内容

質問 1	今日のレッスンはどうでしたか?
選択肢 :	とてもよくできた/よくできた/ ふつう/よくなかった/できなかった
質問 2	今日のレッスンで (よかった/よくなかった) ことは? ※質問 1 の回答により、肯定的あるいはふつうの回答の場合はよかったこと、否定的な回答の場合はよくなかったことを質問
質問 3	今日の先生はどうでしたか?
選択肢 :	よこんでいた/やさしかった/ かなしんでいた/おこっていた
質問 4	実技指導時に、先生になぜ怒られたと思いますか?

た際の内省をほとんど必要としない場合の特徴を表すと仮定した。また最後の 1 問 (質問 4) は被験者にとって予期しないアドリブの質問であり、またレッスン時の心理状況を聞く内容であるため、内的な思考が生じた際の HRV 指標の特徴を示すと仮定した。

指導や質問時における交感神経活動指標の変動の傾向を調べるため、指導や質問の前後における平均交感神経活動指標の変化を算出した。指導や質問が始まる前 5 秒間、指導・質問中に交感神経活動指標値が最大値をとった時刻の前後 5 秒間、指導・質問終了直後の 5 秒間の交感神経活動指標値を平均し、各イベントの発生に伴う交感神経活動の変化を図示した。

(2.4) HRV 解析結果のフィードバック

HRV 解析による交感神経活動の変化を被験者にフィードバックすることにより、指導内容の理解についての本人の振り返りが促されるかどうかを検討するため、実験日から半年後の 2013 年 12 月、競技者 A 氏本人とその保護者 (母親)、指導者 B 氏、ならびに ASD 者の行動観察を専門とする社会福祉士の同席のもとで面談を行った。計測実施日と面談日との期間の設定については、本研究は 2013 年 4 月から 9 月まで継続的に行った実技指導の慣れや上達に伴う HRV 指標変化の追跡調査と並行して行われたこと、また ASD 者は注意を惹かれた一つの事柄 (直前に受けた注意など) のみに強く固執する傾向があるため⁷⁾、ある程度の時間を開けたほうが、本人にとって指導全体の振り返りが容易であると想定されたことから半年間とした。面談ではまず、研究者より本実験の計測の目的について改めて本人に説明し、「交感神経活動指標は緊張や思考によって増大する身体のサイン」であると教示した。次に、当該の実技指導時のビデオを本人とともに視聴し、あとに述べる、本人が受け

た3回の指導について、当時の状況を想起してもらった。そのうえで、交感神経活動指標の時間変化をグラフ化した資料(図-3 a)を提示し、再度該当箇所のビデオをともに確認した。最後に、覚えていない・わからない場合はそのように申告するように伝え、この3回の指導のそれぞれについて、Aさんはどのように感じていましたか?という自由回答形式の質問を行った。形式的な回答を避けるため、面談では「はい」「いいえ」で答えられる択一質問を用いることは避けた。

(2.4) 連続ウェーブレット変換によるHRVの時間周波数解析

連続ウェーブレット変換は、解析信号(心拍変動データ)を $s(t)$ 、マザーウェーブレット関数を $\Psi(t)$ 、 $\Psi(t)$ の周波数を決定するスケールパラメータを a 、時間シフトを決定するシフトパラメータを b として下記の式(1)で表される。

$$W(a, b) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{|a|}} \overline{\Psi\left(\frac{t-b}{a}\right)} s(t) dt \dots\dots\dots (1)$$

連続ウェーブレット変換は、スケールパラメータでマザーウェーブレットを拡大・縮小することで低周波から高周波までの信号を表現し、シフトパラメータを移動させながら $s(t)$ と $\Psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$ の畳み込み積分を計算していくことにより、 $s(t)$ に含まれる各周波数成分の時間変化を得る手法である。本実験においては、シフトパラメータを時間、スケールパラメータを対応する周波数として、時間-周波数成分への分解を行った(図-2 c)。本研究ではマザーウェーブレットとしてHRV解析への適応が報告されている複素Morletウェーブレット(式(2))⁵⁾を用いた。

$$\Psi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{t^2}{2\sigma^2}\right) \exp(i\omega_0 t) \dots\dots\dots (2)$$

ここで i は虚数単位である。式(2)からも明らかなように、Morletウェーブレットは角周波数 ω_0 の正弦波を、広がり σ をもつガウス関数の包絡線で切り出した波形となる。

(3) 結果

実技指導中のA氏の心拍変動データから抽出された交感神経活動指標の時間変化と実技指導中に生じたB氏からの指導イベントとの対応を図-3 aに示す。表-2~4に示した会話の内容からは、どの指導においても指導者と競技者のやり取りは問題なく行われているようであったが、競技者の交感神経活動指標は始めの2回の指導時においてのみ上昇がみられ、3回目の指導時に

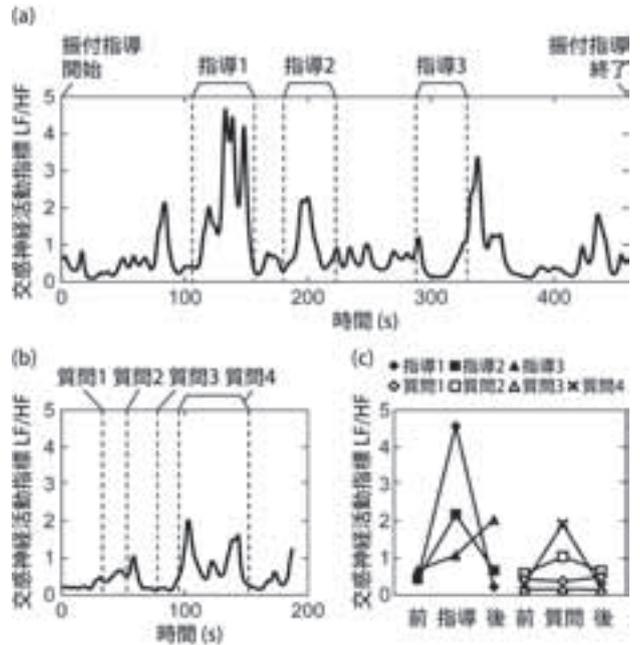


図-3 振付指導中ならびに事後インタビュー中のA氏の交感神経指標(心拍変動 LF/HF)の推移
 (a) 振付指導中の交感神経活動指標の時間変化。
 (b) インタビュー中の交感神経活動指標の時間変化。
 (c) 指導・質問による平均交感神経活動指標の変化。

は逆に減少する結果となった。3回目の指導時では交感神経活動指標のピークが指導終了20秒前ごろから終了後にかけて観察された。

図-3 bにレッスン後のインタビューにおける交感神経活動指標の時間変化と質問のタイミングとの対応を示す。A氏は質問1に対し「よくなかった」、質問2に対し「先生(指導者)に注意された」、質問3に対し「おこっていた」と回答し、振付指導練習でミスがあったこと、ならびに指導者がそのことに対して不服であることの認識は確立されていた。また、質問4に対しては「グループ指導の練習は2分間で行わなければいけないのに、2分以上かかってしまったから(指導者から)注意された」「初心者にそれで伝わるの?と注意された」「指導法の順番は覚えたけれど、後の方の動作の入り方がうまくできなくて困ってしまった」と述べた。交感神経活動指標は質問1~3にかけては大きな変化は見られなかったが、質問4への回答の開始とともに上昇し、回答を続けている間に値が大きく変動した。ビデオと対応させて確認したところ、図-3 bにおける100-110秒付近のピークは「グループ指導に2分以上かかってしまった」こと、120秒付近の小さなピークは「初心者に伝わるの?と注意された」こと、140-150秒付近のピークは「動作の入り方がうまく説明できない」ことについて、それぞれ説明している場面であった。すべての説明において、同

じ言葉を何度か繰り返し、指摘の内容を振り返りながら説明がなされていたが、指導3（指導者が質問してよいか？）に関するキーワードは本人の回答からは得られなかった。

図-3cに指導・質問による平均交感神経活動指標の変化を示した。質問に対する交感神経活動の変動より、内的な思考を伴わない場合（質問1～3）は、質問への回答を行っても交感神経活動指標の増加率は0.8～1.8倍と、2倍以下にとどまっている。一方で、内的な思考を伴う質問4に対しては、質問前に比べて6倍以上の交感神経活動指標の増加がみられた。また指導時では、指導1の場合に11.1倍、指導2の場合に4.8倍の交感神経活動指標の増加となった。一方で、指導3の場合は指導前に比べて指導時の交感神経活動指標は1.6倍にとどまった。しかし指導が終了しても指標値は増加しており、指導時に比べて指導後は1.9倍、指導前に比べて指導後は3.0倍の増加となった。

後日の面談においてA氏へ確認を行ったところ、振付指導練習において（1）3回目の指導の際だけ、交感神経活動指標が増加していないので、「自分が考えていなかった」（オウム返しに返事をしていた）ことが理解できた（2）その上でビデオを見直すことによって指導者の意図した内容（初心者を対象とした実技指導において、指導者から質問をすることが適切ではないこと）を自覚できた、という自発的な言語での回答を得ることができた。

（4）考察

本研究ではワイヤレス心電図計測技術を用いて、実際のアロピック指導の場における競技者の心電図を連続計測し、心拍変動解析によって検出される交感神経活動指標をもとに競技者の内的状態を客観的に評価し、これを競技者へフィードバックすることによる指導者-競技者間のコミュニケーション支援の手法について検討した。交感神経活動の推移は競技者の内的状況を良く反映しており、与えられた指導に対して競技者本人の交感神経活動が増大するかどうかという指標を用いることにより、言語コミュニケーションに困難を抱えるASD選手が指導者の指示を的確に理解できたかどうかを追跡できる可能性が示された。

ASD者は一般的に言語よりも視覚からの情報の判別能力が高く、記憶や認知のプロセスとして視覚情報を活用する傾向がある⁶⁾。図-3のように、指導が理解でき、内省が促された最初の2回の指導時の交感神経活動指標と、指導が理解できずに表面的な会話に終わってし

まった3回目の指導時の交感神経活動指標とが異なるふるまいをしていたことがHRV解析を通じて視覚化されることで、競技者が自らの内的状況を確認できたことは、指導を受けている最中に無意識に生じた形式的な返答についての本人の認識を可能にするという意味で意義が大きい。面談では自由回答にて聴取を行っており、またASD者はその社会性の障害から、研究者の意図を汲んで認知状態の申告を修正したり偽ったりした可能性は低い。また一般的にASD者は生活における記憶、特に失敗や指摘を定型発達者よりも長期間、鮮明に覚えている傾向があり⁸⁾、今回の被験者も指導者から指摘を受けた経験として、半年後の面談においても想起が可能であったと考えられる。加えて一定期間をあけて面談を行ったことで、特定の指摘に対する過度の集中が緩和され、指導全体への振り返りが可能となったと考えられる。しかし指導効率の観点からは、指導者の意図と競技者の理解のずれは、指導が行われている場において即時に修正されることが重要である。交感神経活動指標を指導者と競技者に即座にフィードバックした場合のASD競技者の認知の修正効果、ならびに指導の効率性の向上についても今後検討していきたい。

指導時とインタビュー時の交感神経活動指標の時間変化より、内的な思考が促されたと考えられる場面では、交感神経活動指標値が4倍以上増加することが示唆される。例数が少ないため統計的な検定は行わなかったが、今後データ数を増やしていくことで、内省が生じたかどうかについて、個人ごとの閾値を設けて判定するといった応用が期待できる。3回目の指導においては、前の2回の指導時と異なり、指導の中盤から指導後にかけて交感神経活動が活発となる傾向があった。これはインタビューにおいては確認されなかった傾向であり、理解できなかった指導に対する困惑の状態を示しているとも考えられるが、これについてもより多くのケースを計測することで今後確認していきたい。

ASD者は自らの感情の自覚ならびに表出に困難を抱えるとされている⁷⁾、HRV解析によって本人の情動を客観的な生理指標の計測によって数値化することで、「受けた指導によって誤りに気が付き緊張が高まっている」「指導者に指摘を受けているのにその要点が理解できていない」ことの自覚を促進できる可能性がある。この「気づきの可視化」は競技者本人のみならず、その指導者にとっても競技指導の場において非常に有効な手段となると考えられる。与えた指導に対して競技者の理解や内省が得られなかったということがわかれば、教示方法などを変えて理解が促されるように再度指導を試みる事が

可能となる。表-4のように表面的に問題のない会話が成立しているにも関わらず、競技者が理解していないという状況は、指導者にとっては「(競技者が) わかっているはずなのに改善されない」、競技者にとっては「(指導者が) 意図していることがわからない」という二重のストレスを引き起こす原因ともなる。今回の研究では、ビデオと可視化された自律神経応答を、指導者と競技者が一緒に確認しながら状況を共有することにより、コミュニケーション障害を持つ競技者本人の意思と、指導者の意識とのずれを相互が認識できることを示した。情動の定量化・可視化は、コミュニケーションや社会性の認知機能に障害をもつ者が周囲の状況等の認知を補完し、自己ならびに他者の情動の理解やその言語による表出のサポートを容易にすることが期待され、競技者と指導者の双方にメリットをもたらすと考えられる。また今回はエアロビック競技を対象としたが、指導者から競技者へのコーチングは多くのスポーツ指導で重要な役割を果たしている。この観点から、HRV解析は他のスポーツ指導への応用の可能性もあると考えられる。

今回の実験には研究用の心電図計測装置を使用した。近年では腕時計型の民生品でもBluetoothなどの無線通信を利用して心拍数を連続的にモニタできる製品が安価に入手できるようになってきている⁹⁾¹⁰⁾。スマートホンのアプリなどの形で競技者の自律神経指標のモニタリングを簡易に行えるようになれば、コミュニケーション障害者を対象とするスポーツの指導者にとって、定型発達者と異なる競技者の内的状況をより深く理解し、効果的な指導法を検討するための客観的指標として活用できると考えられる。

本研究は比較的軽度のASD者を対象としており、こうした自律神経活動の追跡が全てのASD者に対して有効であると結論付けることはできない。今後より多くのケースを蓄積していくことで、ASD者に対する効果的な指導につながる生体機能計測技術のさらなる応用を目指していきたい。

(5) 謝辞

本研究は、神奈川県エアロビック連盟 関口美恵子理事長、平野智子事務局長の支援を受けておこなったものである。両氏ならびに研究にご参加いただいた対象者とそのご家族に対し、ここに記して感謝の意を表します。

(6) 参考文献

1) 小野弓絵, 嶋田総太郎, 岸川学, 田中暢子: 自閉症スペクトラム障害 (ASD) を伴う成人のチームエア

ロビック活動時における自律神経指標の動的変化, 自律神経, 51-1 (2014-3), 48~53.

- 2) Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use, *Circulation*, 93 (Mar., 1996, pp. 1043~1065)
- 3) N. Iqlimma, Y. Ono, N. Hara: Stress evaluation based on changes in the pupillary diameter of human eyes, 自律神経, 52-4 (2015-12), 338~343.
- 4) A. Sgoifo, F. Braglia, T. Costoli, E. Musso, P. Meerlo, G. Ceresini, A. Troisi: Cardiac autonomic reactivity and salivary cortisol in men and women exposed to social stressors: relationship with individual ethological profile, *Neurosci Biobehav Review*, 27-(1-2) (Jan.-Mar., 2003, pp.179~188)
- 5) U. Rajendra Acharya, K. Paul Joseph, N. Kannathal, C.M. Lim, J. S. Suri: Heart rate variability: a review, *Medical and Biological Engineering and Computing*, 44-12 (Dec., 2006, pp.1031~1051)
- 6) A. Hillier, H. Campbell, J. Keillor, N. Phillips, D. Q. Beversdorf: Decreased false memory for visually presented shapes and symbols among adults on the autism spectrum, *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29-6 (Aug., 2007, pp. 610~616)
- 7) アトウッド・トニー, 富田真紀ほか訳: ガイドブック アスペルガー症候群 親と専門家のために. (1999), p.133~146, 東京書籍
- 8) L. Goddard, P. Howlin, B. Dritschel, T. Patel: Autobiographical memory and social problem-solving in Asperger syndrome, *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37-2 (Feb., 2007, pp. 291~300)
- 9) J. A. Noah, Y. Ono, S. Shimada, A. Tachibana, S. Bronner: Changes in sympathetic tone during cooperative game play, *Social Behavior and Personality*, 43-7 (Sep., 2015, pp.1123~1134)
- 10) J.A. Noah, D.K. Spierer, A. Tachibana, S. Bronner: Vigorous Energy Expenditure with a Dance Exergame, *Journal of Exercise Physiology online*, 14-4 (Aug., 2011, pp.13~28)