

## 研究報告

### 前頭葉機能検査が心拍変動に与える影響 — 青年期を対象に —

岩 佐 幸 恵

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部

**要 旨** 人は精神的ストレスによって自律神経活動に影響を受け、ストレスの程度が大きければ自律神経失調などの症状を引き起こす。そこで、前頭葉機能検査を負荷試験として自律神経活動の変化を心拍変動でとらえ、前頭葉に対する負荷が自律神経活動に与える影響について検討した。その結果、前頭葉機能検査前に CVRR が高く検査が始まると低下するタイプと、検査前には CVRR が低く、検査が始まると CVRR が高くなるタイプの2つのパターンがあることが示唆された。また、前頭葉機能検査の種類によって反応は異なり、Stroop test 時には LF や LF/HF は低下していたが、WCST 時では Stroop test 時に比べて LF/HF は高値であった。Stroop test の成績は自律神経活動に反映されており、高次処理依存ストレスラーとして利用できる可能性が示唆された。

キーワード：心拍変動，前頭葉機能，ストロープ・テスト，ウイスコンシン・カード・ソーティング・テスト，青年期

#### はじめに

人は精神的ストレスによって自律神経活動に影響を受け、ストレスの程度が大きければ自律神経失調などの症状を引き起こす。精神的負荷により生体が刺激されると、大脳皮質にてまず負荷が認知され、続いて大脳辺縁系、視床下部、脳幹神経核の神経活動が生じ、自律神経・神経分泌・内分泌活動の反応を起こすと考えられている<sup>1-3)</sup>。このような情動刺激や認知的精神活動を誘発するさまざまな刺激は、高次処理依存ストレスラーと呼ばれている<sup>4)</sup>。

精神的負荷試験は、ストレスラーを用いて生体を刺激し、その急性反応を評価するもので、その代表的なものとして暗算負荷試験<sup>1)</sup>がある。暗算の内容は被検者の教育程度に合致したものをを用いるが、一般には3桁から2桁の引算が用いられ、負荷が十分でない場合には、4桁から2桁を引算させる。暗算負荷によって血圧の上昇、

心拍の増加など自律神経系の反応がみられる<sup>5)</sup>。

また、Hansen ら<sup>6)</sup>は前頭葉機能の迷走神経への影響を調べている。ベースラインの root mean square successive differences (rMSSD) を中央値で高 rMSSD グループと低 rMSSD グループに分けて continuous performance test (CPT) を行なったところ、高 rMSSD グループは、低 rMSSD に比べて、平均反応時間が速く、正解反応が多く、エラーが少なく、どちらのグループも回復期に比べて検査中は心拍数の増加と rMSSD の抑制を示したと報告している。rMSSD は隣り合う R-R 間隔の差の2乗の平均の平方根で、迷走神経活動の指標であり、値が高いことは迷走神経が活性化していることを示す<sup>7)</sup>。また、CPT は衝動性や持続的注意を評価する課題で、パソコン画面にランダムに一つずつ刺激が提示されるが、特定の刺激に対してのみできるだけ速かつ正確に反応ボタンを押すことが求められる<sup>8)</sup>。

しかし、コンピュータゲームを精神的負荷とした場合には、昇圧反応は全く見られなかったという報告や<sup>9)</sup>、交感神経活動が活性化された<sup>10)</sup>など結果の異なった報告がなされている。これは、前頭葉機能が実行機能に代表されるように、意欲、ワーキングメモリー、計画、仮説設定、認知的柔軟性、意思決定、抑制、判断、フィード

2012年1月20日受付

2012年2月13日受理

別刷請求先：岩佐幸恵，〒770-8509 徳島市蔵本町3-18-15  
徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部

バックの利用, および効率的で文脈的に適切な行動に必要な自己知覚を含み, 相互にゆるやかに関連しあうさまざまな高次認知過程に属する多次元的構成行為<sup>11)</sup>, 複合的であるため, 負荷の内容によって自律神経反応が異なるためであると推測される. しかし, 負荷の内容によって自律神経反応に違いがあるのか, どのように自律神経系に影響するのかについては十分には検討されていない.

一方, 循環機能は, 交感神経系と副交感神経系によって拮抗的に調節される. 心電図 RR 間隔を利用することによって, 自律神経機能を測定する方法が開発され, 非侵襲的で客観的な定量検査法として評価され普及してきた. 心拍は呼吸によって調節され, 心電図 RR 間隔は吸気時に短縮し, 呼気時に延長する. この呼吸によって生ずる周期性変化は心拍変動 (heart rate variability: HRV) とよばれる. 現在 HRV は多くの分野で自律神経の指標として用いられている<sup>12,13)</sup>.

そこで, 本研究では前頭葉機能検査を負荷試験として自律神経活動の変化を心拍変動でとらえ, 前頭葉に対する負荷が自律神経活動に与える影響について検討した. 今回は前頭葉機能のなかでも概念ないし“セット”の転換障害と関係する Wisconsin card sorting test (WCST) と, ステレオタイプの抑制機能の障害と関連する Stroop test の 2 種類で, 対象とする前頭葉機能の障害の形式の違った検査<sup>14)</sup>を選定した. いずれもコンピュータを使用して行う. 前頭葉機能検査の種類による自律神経機能への影響の違いを知ることによって, 前頭葉機能障害に有効な負荷試験を見つけ出すことが可能になると考える.

看護の対象者には, 高次脳機能障害や高機能広汎性発達障害など前頭葉機能が障害されている人々がいる. 前頭葉の障害つまり脳の高次機能の障害が自律神経機能にどのように影響を与えているか理解することは, そういった人々の看護に役立つと考えられる.

## 方 法

### 1 被験者

男性10名, 女性43名の, 計53名を対象とした. 被験者の年齢は18歳~25歳で, 平均と標準偏差は $21.0 \pm 1.2$ 歳であった. 被験者には今回の研究の目的, 方法, 参加は自由意志によるものであり, 断った場合にも不利益を生じないこと等を文書により説明し同意を得た. なお, 本研究は徳島大学医学部・歯学部付属病院臨床研究倫理審査委員会の承認を得ている.

### 2 期間

2004年12月~2008年7月

### 3 手順

被験者を15分以上安静に保った後に, Stroop test と WCST を実施し, その間の心電図を記録した. 食後2時間以内は避けた.

#### 1) Stroop test

刺激には赤, 青, 緑, 黄の4色を用いた. 第1課題は4色に塗られた円の色名を可能な限り速く呼称するカラーネーミング課題である. 第2課題は黒字で書かれた4種類の平仮名の色名を読むというワードリーディング課題である. 第3課題は, 4色の色名が不一致の4色の色で書かれており, その色を呼称するカラーワードネーミング課題である. 刺激は, コンピュータ画面に表示され, 被験者は文字名または色名を口頭で答え, ボイスキー機能を用いて反応時間を測定した. 刺激の提示及び反応時間の計測にはマルチトリガーシステム (MTS 社) を使用した. それぞれの課題ごとに30の刺激を提示しその反応時間の平均を代表値とした. 刺激は $6000 \pm 985$ msec の間隔で提示し, 各課題は約3分間で終了するよう設定した.

#### 2) WCST

カードを1枚ずつ色・形・数という3つの分類方法のいずれかに準じた分類をすることを教示した. 検査者が求める分類のカテゴリーは被験者には告げられず, 行った分類に対して「正しい」か「誤り」のフィードバックのみを与えた. カテゴリー達成数 (categories achieved: CA) や総誤反応数 (total errors: TE), カテゴリーが変更されたにも関わらず, 直前に達成されたカテゴリーに固執し, その分類を続ける場合の誤反応数 (Milner 型の保続性の誤り, perseverative errors of Milner: PEM), 直前の誤反応を同じカテゴリーに続けて分類された誤反応数 (Nelson 型の保続性の誤り, perseverative errors of Nelson: PEN) を測定した. セットの転換障害と関連しており, 認知機能の柔軟性を評価する. 今回は, WCST をコンピュータ化した慶応版 (WCST-Keio version)<sup>15)</sup>を使用した.

### 4 心拍変動解析

心電波形の記録にはホルター心電計 FM-150 (フクダ電子) を用いた. ホルター心電図解析ソフト SCM510J (フクダ電子) で RR 間隔時系列データを作成し, Mem

Calc/CHIRAM (GMS 社) を用いて心拍変動の解析をおこなった。15分間の安静後、検査前(Pre), stroop test のカラーネーミング課題時 (C), ワードリーディング課題時 (W), カラーワードネーミング課題時 (CW), WCST 時、検査終了後 (Post) の各区間を対象に分析した。検査前、カラーネーミング課題、ワードリーディング課題、カラーワードネーミング課題、及び検査終了後は約3分間、WCST は応答時間 (60秒~147秒) のデータを用い、8拍毎のセグメントにわけて解析し、その平均値を各区間の代表値とした。そして、各区間の心拍数 (heart rate: HR), R-R 間隔変動係数 (coefficient of variation in the R-R: CVRR), 高周波成分のパワー値 (power of high frequency component: HF, 0.15~0.40Hz), 低周波成分のパワー値 (power of low frequency component: LF, 0.04~0.15Hz) と HF の比 (ratio of powers

of the low and high frequency: LF/HF) を抽出した。

## 5 統計

男女の比較および前頭葉機能検査の結果による比較には Welch の検定を、心拍変動の各指標の時系列の比較には反復測定による分散分析 (repeated measure ANOVA) を行い、その後の多重比較には Bonferroni の検定を用いた。統計ソフトは SPSS Advanced Models 15.0 を使用した。

## 結 果

### 1 前頭葉機能検査による心拍変動の変化

前頭葉機能検査中の心拍変動の変化について表1に示した。心拍変動の各測定値を男女に分けて比較した結果

表1 前頭葉機能検査中の心拍変動の変化及び男女による比較

		全体 (n=53)		男性 (n=10)		女性 (n=43)		p 値
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
HR (beat/min)	Pre	83.6	11.0	78.4	10.7	84.9	10.8	0.110
	C	82.1	11.2	75.5	10.2	83.6	11.0	0.043*
	W	81.4	10.5	77.2	11.8	82.4	10.1	0.218
	CW	82.6	11.1	75.7	10.1	84.2	10.9	0.033*
	WCST	81.0	10.0	73.6	10.2	82.7	9.2	0.023*
	Post	81.4	9.9	77.9	11.1	82.2	9.5	0.274
CVRR (%)	Pre	3.9	1.1	3.5	0.9	4.0	1.1	0.161
	C	4.1	1.2	4.2	1.4	4.1	1.1	0.933
	W	4.1	1.2	3.9	1.3	4.1	1.2	0.580
	CW	3.9	1.2	3.7	1.2	3.9	1.2	0.630
	WCST	3.8	1.1	3.8	1.3	3.8	1.1	0.973
	Post	3.8	1.1	3.6	0.7	3.8	1.1	0.439
LF (msec <sup>2</sup> )	Pre	589.9	464.4	612.0	362.2	584.8	488.6	0.845
	C	373.2	237.0	465.5	214.6	351.7	239.2	0.161
	W	402.2	283.4	609.9	410.8	353.9	225.0	0.085
	CW	366.1	224.0	443.0	196.8	348.2	228.2	0.203
	WCST	657.4	761.5	420.2	243.2	712.6	829.9	0.054
	Post	741.6	688.0	764.4	472.5	736.3	733.5	0.882
HF (msec <sup>2</sup> )	Pre	192.7	235.0	188.9	177.7	193.6	248.2	0.946
	C	334.0	395.1	352.4	260.9	329.7	422.6	0.830
	W	336.0	377.7	319.7	218.4	339.7	407.8	0.831
	CW	284.9	330.2	289.8	237.5	283.8	350.5	0.949
	WCST	221.6	249.7	317.8	399.9	199.2	200.5	0.383
	Post	218.1	200.7	207.1	148.7	220.7	212.3	0.814
LF/HF	Pre	4.6	3.3	4.6	2.8	4.6	3.5	0.975
	C	1.9	1.7	2.2	1.8	1.9	1.7	0.601
	W	2.1	2.0	3.2	3.1	1.8	1.6	0.199
	CW	2.2	1.9	3.1	2.9	2.0	1.6	0.249
	WCST	4.8	4.9	3.0	2.6	5.3	5.2	0.061
	Post	4.6	3.3	5.2	4.0	4.4	3.2	0.601

Welch の検定, \* = p < 0.05

Pre: 検査前, C: カラー・ネーミング, W: ワード・リーディング, CW: カラーワード・ネーミング, WCST: Wisconsin card sorting test, Post: 検査後。

(Welch の検定), 心拍数については, 体格を反映して男性の方が女性よりも 5% の水準で有意に少なかった (C:  $p=0.043$ , CW:  $p=0.033$ , WCST:  $p=0.023$ ). しかし, その他の自律神経の活性状態を示す CVRR, LF, HF, LF/HF については, 有意な差があるとはいえなかった.

1) 心拍数の推移

心拍数について各区間の推移を図 1 に示す. 反復測定による分散分析の結果 (Greenhouse-Geisser 検定), 有意な差があったが ( $F=3.982$ ,  $p=0.002$ ), その後の多重比較 (Bonferroni の検定) では, 有意な差が見出せず, 前頭葉機能検査による心拍数への影響があったとはいえなかった.

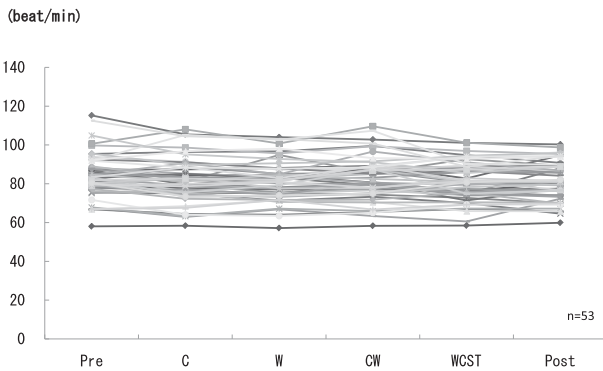


図 1 HR (heart rate) の推移

Pre: 検査前, C: カラー・ネーミング, W: ワード・リーシング, CW: カラーワード・ネーミング, WCST: Wisconsin card sorting test, Post: 検査後

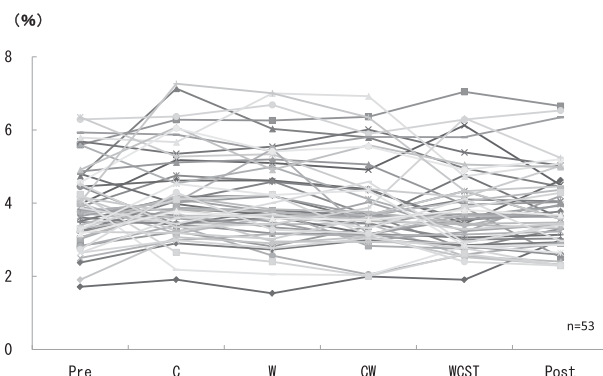


図 2 CVRR (coefficient of variation in the R-R) の推移

Pre: 検査前, C: カラー・ネーミング, W: ワード・リーシング, CW: カラーワード・ネーミング, WCST: Wisconsin card sorting test, Post: 検査後

2) CVRR の推移

CVRR は R-R 間隔の変動係数であり副交感神経活動の指標となる. CVRR について各区間の推移を図 2 に示す. 反復測定による分散分析の結果, 有意な差があったが ( $F=3.720$ ,  $p=0.003$ ), その後の多重比較では, 有意な差が見出せなかった. 個々の被験者の反応をみると, 図 3 のとおり検査前に CVRR 値が高く検査が始まると低下するタイプと図 4 のとおり検査前には CVRR 値が低く, 検査が始まると CVRR 値が高くなるタイプの 2 つのパターンが存在していた.

3) LF の推移

LF は交感神経と副交感神経の両方の活動の総和である. LF についての各区間の推移を図 5 に示す. 反復測定による分散分析の結果, 有意な差が認められ ( $F=$

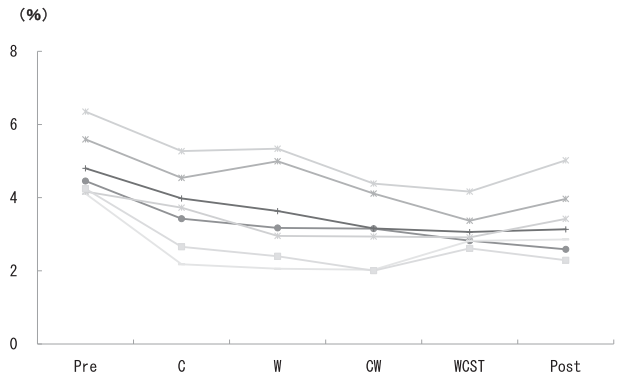


図 3 CVRR (coefficient of variation in the R-R) が検査前には高く検査が始まると低下するタイプの代表例

Pre: 検査前, C: カラー・ネーミング, W: ワード・リーシング, CW: カラーワード・ネーミング, WCST: Wisconsin card sorting test, Post: 検査後

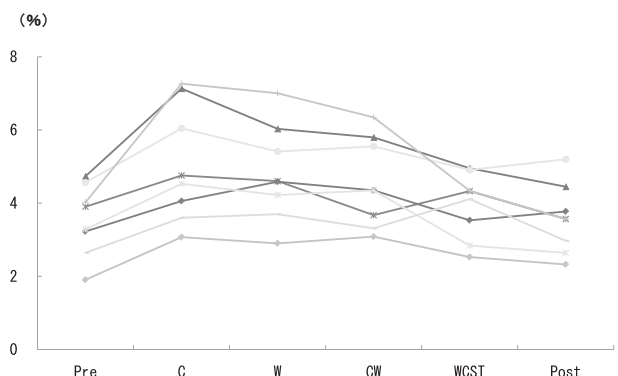


図 4 CVRR (coefficient of variation in the R-R) が検査前には低く検査が始まると高くなるタイプの代表例

Pre: 検査前, C: カラー・ネーミング, W: ワード・リーシング, CW: カラーワード・ネーミング, WCST: Wisconsin card sorting test, Post: 検査後

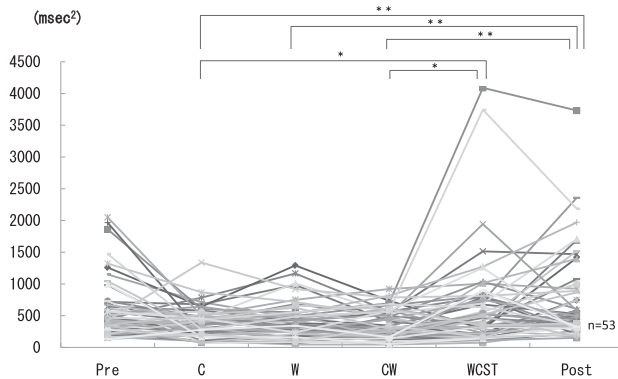


図5 LF (power of low frequency component) の推移  
多重比較 (Bonferroni 検定), \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$   
Pre: 検査前, C: カラー・ネーミング, W: ワード・リーシング,  
CW: カラーワード・ネーミング, WCST: Wisconsin card sorting  
test, Post: 検査後

8.814,  $p = 0.000$ ), その後の多重比較の結果, Stroop Test 時と検査終了後の間に 1% の水準で有意な差があった (C vs Post:  $p = 0.002$ , W vs Post:  $p = 0.007$ , CW vs Post:  $p = 0.002$ ), また, カラーネーミング課題時と WCST 時の間, カラーワードネーミング課題時と WCST 時の間にも 5% の水準で有意な差が認められた (C vs WCST:  $p = 0.048$ , CW vs WCST:  $p = 0.038$ ).

#### 4) HF の推移

HF は副交感神経活動の指標となる。HF についての各区間の推移を図 6 に示した。反復測定による分散分析の結果, 有意な差があったが ( $F = 6.035$ ,  $p = 0.000$ ), その後の多重比較では有意な差は見出せなかった。

#### 5) LF/HF の推移

LF 値は交感神経活動と副交感神経活動の総和であるため, LF 値を HF 値で除した値が交感神経活動の指標

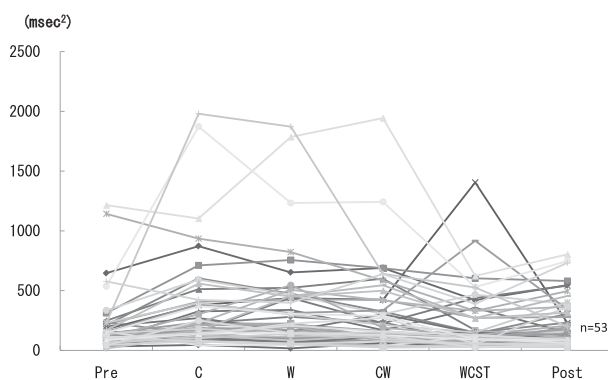


図6 HF (power of high frequency component) の推移  
Pre: 検査前, C: カラー・ネーミング, W: ワード・リーシング,  
CW: カラーワード・ネーミング, WCST: Wisconsin card sorting  
test, Post: 検査後

となる。LF/HF の推移を図 7 に示した。反復測定による分散分析の結果, 有意な差が認められ ( $F = 16.638$ ,  $p = 0.000$ ), その後の多重比較の結果, 検査前と Stroop Test 時の間, Stroop Test 時と検査終了後の間に 1% の水準で有意な差が認められた。 (Pre vs C:  $p = 0.000$ , Pre vs W:  $p = 0.001$ , Pre vs CW:  $p = 0.001$ , C vs Post:  $p = 0.000$ , W vs Post:  $p = 0.001$ , CW vs Post:  $p = 0.001$ ), また, Stroop Test 時と WCST 時の間にも 1% の水準で有意な差が認められた (C vs WCST:  $p = 0.000$ , W vs WCST:  $p = 0.000$ , CW vs WCST:  $p = 0.000$ )。検査前後や WCST 時に比べて Stroop test 時は LF/HF が低値で, 交感神経活動の活性状態が低下していた。個々の被験者の反応をみると, WCST 時に極端な高値をとる者がいた。

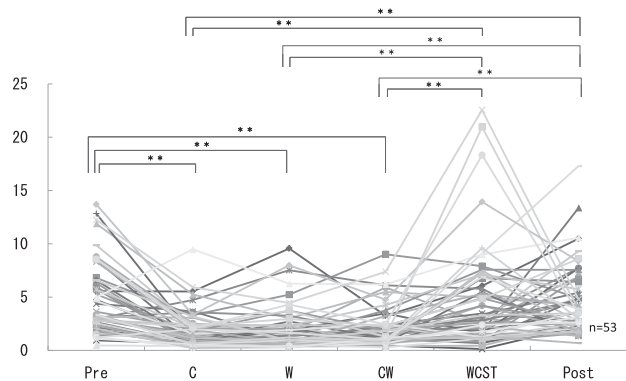


図7 LF/HF (ratio of powers of the low and high frequency) の推移  
多重比較 (Bonferroni 検定), \* $p < 0.01$   
Pre: 検査前, C: カラー・ネーミング, W: ワード・リーシング,  
CW: カラーワード・ネーミング, WCST: Wisconsin card sorting  
test, Post: 検査後

## 2 Stroop test の反応時間

Stroop test の各課題の反応時間の平均と標準偏差を表 2 に示す。各課題の反応時間の平均値は, カラーネーミング課題が  $550.1 \pm 76.2$  msec, ワードリーディング課題が  $469.0 \pm 63.5$  msec, カラーワードネーミング課題が  $628.1 \pm 87.9$  msec で, 反復測定による分散分析の結果, それぞれの反応時間の間にも有意な差がみられた ( $F = 212.196$ ,  $p = 0.000$ )。ワードリーディング, カラーネーミング, カラーワードネーミングの順に反応時間は延長し, カラーワードネーミング課題では Stroop 効果か確認できた。男女に分けて比較するために Welch の検定をおこなったが有意な差があるとはいえなかった。

表2 Stroop test の反応時間及び男女による比較

	全体 (n=53)		男性 (n=10)		女性 (n=43)		p 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
C	550.1	76.2	554.43	83.73	549.11	75.352	0.857
W	469.0	63.5	487.26	84.606	464.77	57.965	0.442
CW	628.1	87.9	651.41	110.39	622.71	82.375	0.455

Welch の検定

C: カラー・ネーミング, W: ワード・リーディング, CW: カラーワード・ネーミング.

### 3 WCST

WCST の結果は表3に示したとおりで、達成カテゴリ数 (CA) が $5.4 \pm 0.7$ 、第1カテゴリ達成までに使用された反応カード数 (NUCA) が $1.7 \pm 2.1$ 個、全誤反応数 (TE) が $11.4 \pm 2.2$ 個であった。カテゴリが変更されたにも関わらず、直前に達成されたカテゴリに固執し、その分類を続ける場合の Milner 型の保続性の誤り (PEM) が $0.5 \pm 0.9$ 個、直前の誤反応を同じカテゴリに続けて分類した Nelson 型の保続性の誤り (PEN) が $1.1 \pm 1.3$ 個、Set の把持障害 (DMS) が $0.5 \pm 0.8$ 回であった。全ての被験者が正常範囲内であった。男女に分けて Welch の検定をおこなったが有意な差があるとはいえなかった。

### 4 前頭葉機能検査の結果による比較

Stroop test のカラーワードネーミング課題の反応時間は、Stroop 効果によって延長し、ステレオタイプの抑制機能の指標となる。カラーワードネーミング課題の反応時間を平均値で短いグループと長いグループに分けて、自律神経活動の各指標を比較した (Welch の検定)。その結果、図8のとおり CVRR が、反応時間の短いグループの方が長いグループよりも5%の水準で有意に大きかった (Pre:  $p=0.027$ , C:  $p=0.030$ , W:  $p=0.029$ , Post:  $p=0.031$ )。また、図9のとおり HF でも、反応

時間の短いグループの方が長いグループよりも5%の水準で有意に大きく (C:  $p=0.008$ , W:  $p=0.025$ )、反応時間の短いグループの方が、つまり結果の良好なグループの方が、副交感神経活動が活性化しており、リラックスして Stroop test を受けることができていた。

WCST についても、カテゴリ達成数が多いグループと少ないグループに分けて比較したが、自律神経活動の各指標に有意な差があるとはいえなかった。

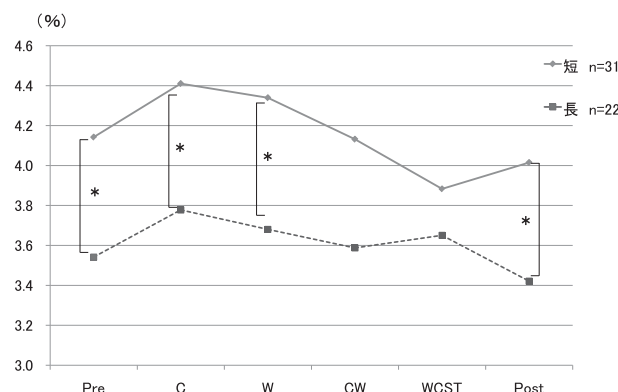


図8 カラーワード反応時間による CVRR (coefficient of variation in the R-R) の比較

Welch 検定, \* $p < 0.05$

Pre: 検査前, C: カラー・ネーミング, W: ワード・リーディング, CW: カラーワード・ネーミング, WCST: Wisconsin card sorting test, Post: 検査後

表3 WCST (Wisconsin card sorting test) の結果及び男女による比較

	全体 (n=53)		男性 (n=10)		女性 (n=43)		p 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
CA	5.4	0.7	5.2	0.8	5.5	0.7	0.308
NUCA	1.7	2.1	2.4	2.3	1.5	2.0	0.266
TE	11.4	2.2	11.8	2.6	11.3	2.1	0.616
PEM	0.5	0.9	0.6	1.0	0.5	0.9	0.848
PEN	1.1	1.3	1.1	1.4	1.0	1.3	0.912
DMS	0.5	0.8	0.6	0.5	0.5	0.8	0.673

Welch の検定

CA: 達成カテゴリ数, NUCA: 第1カテゴリ達成までに使用された反応カード数, TE: 総誤反応数, PEM: Milner 型の保続数, PEN: Nelson 型の保続数, DMS: セットの把持困難.



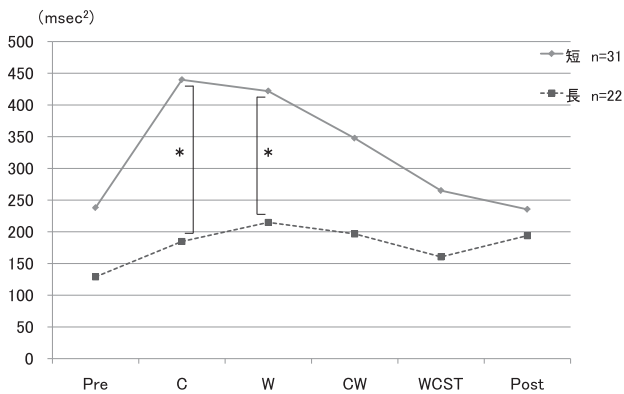


図9 カラーワード反応時間によるHF (power of high frequency component) の比較

Welch 検定, \* $p < 0.05$

Pre: 検査前, C: カラー・ネーミング, W: ワード・リーシング, CW: カラーワード・ネーミング, WCST: Wisconsin card sorting test, Post: 検査後

## 考 察

心拍数や CVRR の推移をみると、前頭葉機能検査による影響を受けたとはいえなかった。一般的には、心理的ストレスによって心拍数は増加し、HRV は減少すると考えられている。例えば、暗算負荷試験では、血圧の上昇、心拍数の増加以外にコントロールに比べて HF 成分がほとんど消失し、LF 成分が著しく増大することも報告されている<sup>16,17)</sup>。しかし、被験者個々の反応をみると、検査前に CVRR 値が高く検査が始まると低下するタイプと検査前には CVRR 値が低く、検査が始まると CVRR 値が高くなるタイプの2つのパターンが存在することが見て取れた。検査前に CVRR 値が高く検査が始まると低下するタイプは Stroop test が暗算負荷試験のようにストレスとして機能したと考えられる。しかし、検査前には CVRR 値が低く、検査が始まると CVRR 値が高くなるタイプでは、検査開始前の不安の方が強く、Stroop test によって沈静されたと考えられる。また、Stroop test の結果の良好なグループでは、検査中に副交感神経活動がより活性化しており、リラックスしている方がパフォーマンスがよいと考えられた。つまり、Stroop test の成績は自律神経活動に反映されており、高次処理依存ストレスとして利用できる可能性が示唆された。

さらに、Stroop test 時には LF/HF が低下し、交感神経活動が抑制されていた。しかし、同じ前頭葉機能検査でも、WCST では交感神経活動の抑制は観察されなかった。むしろ、個々の反応では WCST 時に LF/HF が極端に高値をとる者がいた。Stroop test のルールは単純で

あり、先の見通しも立ちやすいが、一方、WCST はルールの理解がやや難しく、検査の途中で分類カテゴリーが変わるなど予測がつきにくい。このようなルールの複雑さや推測の困難さが影響した可能性も考えられた。しかし、Stroop test の後に WCST という順番で検査したことから、順序効果も否定はできない。

## 文 献

- 1) 大塚邦明：精神的負荷試験，臨床医のための循環自律神経機能検査法（今泉勉編），79-85，メディカルレビュー社，1997.
- 2) 新井康光：高次神経機能と大脳辺縁系・視床下部・自律神経系の関係，Clinical Neuroscience, 15(4), 374-376, 1997.
- 3) 伊藤正男：脳の思考システム，脳の働き - 回路網・遺伝子・機能分子をめぐって（伊藤正男編），1-20，講談社，1992.
- 4) 西条寿夫，小野武年：情動行動及び認知課題における自律神経反応調節機構．自律神経, 43(1), 23-29, 2006.
- 5) Brod, J., Fencel, V., Heji, Z., et al.: Circulatory changes underlying blood pressure elevation during acute emotional stress (mental arithmetic) in normotensive and hypertensive subjects. Clin. Sci. 18, 269-279, 1959.
- 6) Hansen, A. L., Johnsen, B. H., Thayer, J. F.: Vagal influence on working memory and attention. International Journal of Psychophysiology 48, 263-274, 2003.
- 7) 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, 1043-1065, 1996.
- 8) Rosvold, H. E., Mirsky, A. F., Sarason, I., et al.: A continuous performance test of brain damage, Journal of Consulting Psychology 20, 343-350, 1956.
- 9) 大久保典子，半沢秋帆，菊池亜希子 他：計算不可とゲーム負荷による心拍変動解析，自律神経, 39(2), 204-209, 2002.
- 10) Takei, Y., Ando, H.: Comparison of heart rate variability during playing video game and cycle exer-

- cise. Bulletin of Health Sciences Kobe 22, 1-7, 2006.
- 11) Spreen, O., Strauss, E.: A compendium of neuropsychological tests, Administration, norms and commentary (2nd ed.), Oxford University, 1998.
  - 12) 岡尚章: 心電図 R-R 間隔変動: 血圧の frequency-domain analysis (スペクトル解析). 自律神経機能検査 (第3版, 日本自律神経学会編), 140-147, 文光堂, 2000.
  - 13) 大塚邦明, 品川亮, 久保豊 他: 心拍変動における加齢・性差・サーカディアンリズム, 時空間心電情報の新しい視点—循環器病診断への応用 (外山淳治, 渡邊佳彦編), 335-363, ライフメディコム, 1998.
  - 14) 鹿島晴雄, 加藤元一郎: 前頭葉機能検査 - 障害の形式と評価法, 神経進歩, 37, 93-109, 1993.
  - 15) 小林祥泰: 脳卒中急性期患者データベースの構築に関する研究, 健康科学総合研究事業平成12年度研究報告書, 2001.
  - 16) Pagani, M., Furlan, R., Pizzinelli, P., et al.: Spectral analysis of R-R and arterial variabilities to assess sympatho-vagal interaction during mental stress in humans. J. Hypertens. 7, 14-15, 1989.
  - 17) Pagani, M., Mazzuero, G., Ferrari, A., et al.: Sympatho-vagal interaction during mental stress: a study employing spectral analysis of heart rate variability on healthy controls and in patients with a prior myocardial infarction. Circulation 83, 43-51, 1991.

## *Influence of frontal lobe tests on heart rate variability in young adults*

Yukie Iwasa

*Institute of Health Biosciences, the University of Tokushima Graduate School, Tokushima, Japan*

**Abstract** We're susceptible to the effects of psychological stress on our autonomic nervous activities, and symptoms including dysautonomia develop if the degree of stress is high. Hence, we conducted a frontal lobe test as a stress tolerance test and the changes in the autonomic nervous activities were determined by heart rate variability to evaluate its effects in the frontal lobe on the autonomic nervous activities. As a result, CVRR values were classified into 2 types, one type in which high CVRR values before the initiation of the test decreased at the initiation, and the other type in which low CVRR values before the initiation increased at the initiation. Furthermore, responses varied with the types of frontal lobe tests: LF and LF/HF values decreased in a Stroop test, while LF/HF values were higher in a WCST compared with the Stroop test. These data indicate that Stroop test may be used as a psychological stressor.

*Key words* : heart rate variability, frontal lobe function, Stroop test, Wisconsin card sorting test, young adult