

情動喚起刺激に対する心臓血管系反応と脳波の偏側性¹⁾

本多 麻子* 正木 宏明** 山崎 勝男*

Influence of emotion-inducing film stimuli on hemispheric asymmetry and cardiovascular responses

Asako Honda*, Hiroaki Masaki** & Katuo Yamazaki*

Abstract

The present study investigated the cardiovascular responses and hemispheric asymmetry elicited during the viewing of video-taped stimuli selected to produce positive and negative emotions in the viewer. Neutral footage, designed not to provoke any emotional state, was also used. Fifteen participants viewed three successive 10-minute films; blood pressure (BP), electrocardiogram and electroencephalogram (EEG) were monitored throughout the viewing of the films. The participants completed questionnaire after each film presentation. The questionnaires concerned the emotions that were provoked by the films. To estimate hemispheric asymmetry in each region, the α -power (μV^2) of the EEG were calculated, and the left and right values for each region were compared. Once the provoked emotions were identified by the questionnaires, the physical findings were analyzed; cardiovascular responses decreased during positive and increased during negative emotions. The EEG results showed hemisphere asymmetry in the right parietal regions during the viewing of films that induced negative emotions, suggesting that negative emotions are activated in the right hemisphere. Based on the cognitive aspects of the responses to the film stimuli, the different cardiovascular patterns during positive and negative emotions were explained by the stimulus intake-rejection hypothesis; i.e., the cardiovascular response increases during information intake and decreases during information rejection. Using a model in which different emotions produce different patterns of brain activity, depending on the relative activity of the right posterior and anterior regions, the right posterior region appears to be differentially involved in the arousal dimension, whereas the anterior regions are involved in the emotion valence dimension. In conclusion, the increased cardiovascular response that occurs during the experience of negative emotions reflects a high arousal state, possibly as a result of induced activation in the right parietal region.

Key words: emotion, cardiovascular responses, hemispheric asymmetry

*スポーツ科学科

* *Department of Sports Sciences*

**日本学術振興会

** *Research Fellow of the Japan Society for Promotion of Science*

1) 本研究の一部は、平成11年度日本学術振興会科学研究費基盤研究C (課題番号:11610089 研究代表者 山崎勝男) と2001年度早稲田大学特定課題研究助成費 (課題番号:2001A-149 研究代表者 山崎勝男; 課題番号:2001A-902 研究代表者 本多麻子) の補助を受けて実施した。

中枢神経系には情動に対する偏側性があり、情動価 (valence) の違いが大腦半球の賦活パターンに影響を及ぼすといわれている。大腦賦活パターンの偏側性は、脳波 (electroencephalogram: EEG) の偏側性から検討されてきた。EEGの偏側性は、 α 帯域 (8–13 Hz) パワー値の左右差によって捉えられており、当該部位の賦活は α 帯域パワー値の減衰によって示される。左前頭部の賦活サインは左前頭部の α パワーの低下、また右前頭部の賦活サインは右前頭部の α パワーの低下として把握することができる。

EEGの α パワー値の左右差を用いて、情動と大腦賦活パターンはモデル化されてきた。Davidsonのモデルによると、接近 (approach) 行動をもたらす正の情動は、左前頭部の相対的な賦活に関係し、逆に撤退 (withdrawal) 行動をもたらす負の情動は、右前頭部の相対的な賦活に関する (Davidson, 1992, 1993a, 1993b; Tomarken, Davidson, Wheeler, & Doss, 1992)。Hellerのモデルは、情動価と前頭部の関係に加え、覚醒と頭頂部の関係を統合したものである。このモデルによると、覚醒の上昇は右頭頂部の相対的な賦活に関連し、覚醒の低下は右頭頂部の相対的な賦活の低下に関係する (Heller 1990, 1993; Heller & Nitschke, 1997; Heller, Nitschke, & Lindsay, 1997)。

中枢神経系には、自律神経系支配に関する偏側性も存在するといわれている。心拍変動 (heart rate variability: HRV) について、低周波数成分 (low-frequency: LF) は交感神経系と迷走神経系の両方に媒介されており、一方、高周波数成分 (high-frequency: HF) は迷走神経系機能を反映する。LFをHFで除した値 (LF / HF ratio) は、交感神経系と迷走神経系のバランスの変化を表現するといわれている (Öri, Monir, Weiss, Sayhouni, & Singer, 1992)。Yoon, Morillo, Cechetto, & Hachinski (1997) は、中枢神経系抑制薬を用いて一側半球のみを賦活させ、その前後にHRVの周波数分析を行った。その結果、HRVのLF / HF ratioにとって、右半球が優位半球であることが示されたことから、心臓血管系の交換神経系機能の調節に関して、右半球が優位であると示唆された。

情動に関する精神生理学的研究は数限りなく存在するけれども、情動に対して、中枢神経系と自律神経系の両側面から同時にアプローチした知見は数少ない。Waldstein, Kop, Schmidt, Haufler, Krantz, & Fox (2000) は、正・負の情動喚起時の心臓血管系反応と前頭部EEGの関係を調べた。幸福感および怒りを喚起するために、イメージ想起と映像刺激呈示を用いた。その結果、怒り想起中に生じた右前頭部EEGの賦活は、収縮期血圧と拡張期血圧の反応性と有意に関連していることが明らかとなった。また、幸福感の喚起中、左前頭部EEGの賦活を示した被験者は、収縮期血圧と拡張期血圧の反応性が最大であった。したがって、情動覚醒時の前頭部EEGの偏側性は、異なる心臓血管系反応パターンを誘発することが示唆された。

本研究の目的は、情動喚起刺激に対するEEGの偏側性と心臓血管系反応の関連を調べることであった。Waldstein et al. (2000) の知見では、大腦賦活パターンの中でも、特に前頭部EEGの偏側性に着目したものであった。本研究では、Davidsonのモデルに加え、Hellerのモデルも考慮したうえで、中枢神経系と自律神経系の両側面から情動反応を捉えることを目的とした。正の情動は左前頭部EEGの賦活に関係し、一方、負の情動は右前頭部EEGの賦活に関係すると予想される。情動喚起刺激が前頭部EEGのみならず、右頭頂部と心臓血管系指標に及ぼす影響も同時に検討しうるものと考えられる。

方法

被験者

常用手が右手で、健康な大学生および大学院生15名を被験者とした (平均年齢 23.9 ± 1.8 歳)。いずれも本実験の趣旨に対する同意を得た。

測定装置および記録方法

血圧 (blood pressure: BP)、心電図 (electrocardiogram: ECG)、EEG、眼電図 (electrooculogram: EOG) を同時測定した。電極は全て銀塩化銀電極を用いた。BPは左手第3指にフィナプレスカフ (オメガ社製 2300型) を装着し、6s毎の平均BPを測定し、高域遮断周波数 (high cut filter: H. C.) 100 Hzで直流記録した。ECGは銀

塩化銀ディスプレイ電極 (NEC三栄製) を用いて胸部誘導により時定数 (time constant: T. C.) 0.01s, H. C. 100 Hzで導出した。EEGは、国際10-20法に基づいてF3, F4, C3, C4, P3, P4より両耳垂結合を基準にT. C. 0.3 s, H. C. 100 Hzで導出した。垂直方向の眼球運動は左眼窩上下縁部よりT. C. 3s, H. C. 30 Hzで導出した。EEGを除く生理指標は、ポリグラフ (日本電気三栄製 360システム) を用いて増幅し、レクチグラフ (日本電気三栄製 レクチホリー 8K23-L) を用いて、紙送り速度3 mm/sでペン書き記録した。EEGは脳波計 (NEC三栄製 Synafit 1000) を用いて、紙送り速度10 mm/sでペン書き記録した。全ての生理指標は、データレコーダ (NF Electronic Instruments製 5870 PCM DATA Recorder) に磁気記録し、オフライン処理に供した。映像刺激の呈示には、29インチのカラーテレビ (SONY製 トリニトロン・カラーテレビKV29HR1) とVTR (東芝製 A-E52) を用いた。

実験刺激

被験者前方約1 mに設置したモニタより、3種類の映画をそれぞれ10 min間に編集した映像刺激をランダムに呈示した。Positive条件、Negative条件、Control条件の3条件を設定した。全て音声付きの映像であった。Positive条件として、「グース」 (copyright; COLUMBIA PICTURES INDUSTRIES, INC., 株式会社ソニー ピクチャーズ エンタテインメント, 1996) を用いた。これは人間に育てられたために、時期が来ても渡ることを知らないグース達に、飛来地までのルートを教えようと試行錯誤した後、少女の操縦する小型飛行機でのグース達の先導に成功するという内容であった。Negative条件として、「乙女の祈り」 (copyright; 松竹ホームビデオ, 1996) を用いた。これは2人の少女が共謀して少女の母親を殺すという内容であった。Control条件として、Virtual trip THE BEACH Hawaii OAHU (copyright; PONY CANYON INC., 1997) を用いた。これは砂浜に打ち寄せる波の映像から構成されたビデオの一部であった。

質問紙

VAS (visual analog scale) による情動評定質問紙を作成した。怒り、恐怖、幸福、嫌悪、悲し

み、驚き、興味、楽しみ、満足、不安の計10項目とした。両端を「全く感じない」、「非常に感じる」とした10 cmの線分において、各情動に対し、主観的に感じた程度を示す位置に印を記入させた。各条件終了後に、喚起された情動について尺度評定させた。また最も印象的だった場面を挙げてもらい、当該場面に対して喚起された情動を思い出し、尺度評定させた。

手続き

実験前にY-G性格検査、STAIの特性不安項目に記入させた後、電極、ピックアップ類を装着した。映像刺激呈示中はなるべく動かないこと、呈示された映像を見終わる毎に、喚起された情動の程度を質問紙に評定すること、評定方法などに関する教示を与えた。実験開始前の被験者の情動状態を得るために、情動評定質問紙に記入をさせた。被験者がVTRの再生ボタンを押すことにより、実験を開始した。各映像終了後3 minの休憩をとり、その間に情動評定質問紙に記入してもらった。3条件とも終了した後、内観報告を聴取した。

分析方法

本実験では、BP、心拍数 (heart rate: HR)、EEG、情動評定質問紙を以下のように分析した。BPは磁気記録した6 s毎の平均BPを、サンプリング周波数1 HzでA/D変換した後、30 s毎に平均BPを求めた。シグナルプロセッサ (日本電気三栄製 7T18型) により、磁気記録したECGのR-R間隔から30 s毎の平均HRを求めた。BPとHRは、測定値から実験前の安静時ベースラインの平均値を引いた変化量を算出した。磁気記録したEEGは、サンプリング周波数250 HzでA/D変換した後、高速フーリエ変換 (fast fourier transform: FFT) により周波数分析を行った。各条件の最後の1 min間からFFTによって α パワー値 (μV^2) を算出した。区間選択の理由は、質問紙とBPとHRの結果から当該区間で正と負の情動喚起が認められたためであった。情動評定質問紙は、「全く感じない」からプロット箇所までをmm単位で計測し、各情動の評定値とした。全体を通して感じた情動と、最も印象的な場面について感じた情動において、条件毎に各情動の平均評定値を算出した。Y-G性格検査とSTAIは、参考程度に留めた。

統計方法

HRとBPに関して、条件(3)×時間(20)の2要因分散分析を行った。EEGの α パワー値は、条件毎に各部位で対応のあるt検定を行った。情動評定質問紙に関して、情動毎に1要因分散分析を行った。分散分析の多重比較にはTukey法を用い、 $p < .05$ の場合に有意とした。

結果

情動評定質問紙

各映像刺激呈示後、全体を通して喚起された情動の評定結果をTable 1に示した。Negative条件の嫌悪、怒り、悲しみ、恐怖、不安の評定値はそれぞれ、Positive条件よりも有意に高かった ($ps < .01$)。また、Positive条件の興味、楽しみ、満足、幸福の評定値はNegative条件よりも高かった

($ps < .01$)。最も印象的な場面によって喚起された情動の評定結果をTable 2に示した。Negative条件の嫌悪、怒り、悲しみ、恐怖、不安は、Positive条件よりも高かった ($ps < .01$)。Positive条件の興味、楽しみ、満足、幸福は、Negative条件よりも高かった ($ps < .01$)。したがって、Positive条件とNegative条件ともに、それぞれ標的とした情動が映像刺激呈示によって喚起された。

BP

0.5 min 毎のPositive条件、Negative条件、Control条件の平均BP変化量の推移をFig. 1に示した。条件(3)×時間(20)の2要因分散分析を行った結果、条件の主効果 ($F(2, 28)=10.4, p < .01$) と時間の主効果が認められた ($F(19, 266)=2.51, p < .01$)。交互作用も認められた ($F(38, 532)=4.48, p < .01$)。交互作用が有意であつ

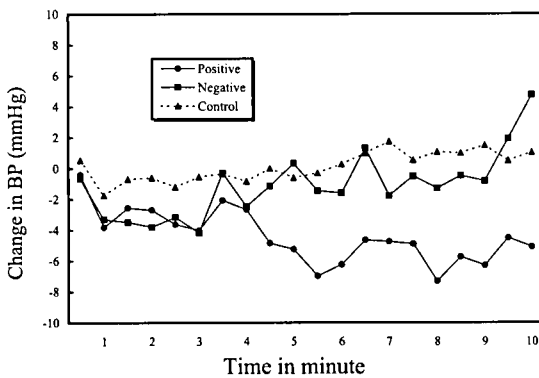


Fig. 1 Change in blood pressure during each condition.

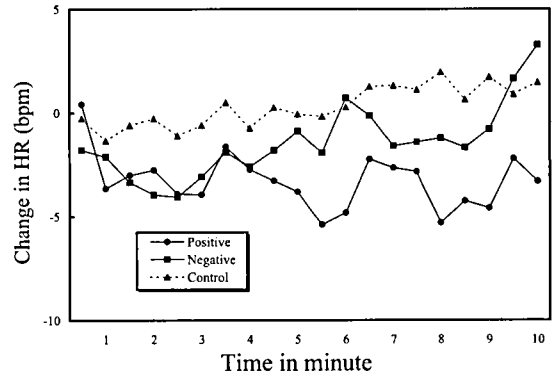


Fig. 2 Change in heart rate during each condition.

Table 1 Mean rating of emotions in each condition (** $p < .01, *p < .05$)

	interest	disgust	amusement	anger	surprise	contentment	sadness	happiness	fear	anxiety
P	7.5	0.5	7.6	0.2	4.5	6.7	0.7	7.3	0.6	1.4
N	6.3	6.5	2.3	2.9	6.3	2.5	5.2	1.1	5.8	5.1
C	4.8	1.8	4.2	1.0	1.6	4.1	0.9	4.5	0.7	1.3

Note. P; positive condition, N; negative condition, C; control condition.

Table 2 Mean ratings of emotions about the most impressive scene in each condition (** $p < .01$)

	interest	disgust	amusement	anger	surprise	contentment	sadness	happiness	fear	anxiety
P	8.0	0.6	6.6	0.2	5.7	6.9	0.8	7.1	1.0	2.1
N	5.1	6.5	2.3	3.4	6.4	2.0	5.7	1.6	7.4	5.9
C	5.5	0.4	4.6	0.3	2.0	4.4	0.7	5.8	0.2	0.7

Note. P; positive condition, N; negative condition, C; control condition.

Table 3 α power (μV^2) and standard deviation at each condition corresponding to region ($*p < .05$)

	Frontal		Central		Parietal	
	α power	SD	α power	SD	α power	SD
Positive	Left	13.24 (5.28)	11.17 (3.89)	12.11 (5.69)		
	Right	13.53 (4.48)	11.81 (3.53)	11.63 (6.10)		
Negative	Left	14.06 (5.18)	10.98 (5.04)	11.21 (4.58)]	*
	Right	15.09 (4.69)	10.89 (4.20)	10.22 (3.73)		
Control	Left	16.23 (11.57)	14.55 (10.51)	14.47 (8.84)		
	Right	16.49 (8.97)	15.12 (9.50)	14.94 (10.43)		

たので単純主効果を調べた結果、Positive条件は時間の経過に伴ってBPが低下したのに対し、Negative条件は映像呈示後3min間ではPositive条件と同様に低下を示した後、ベースラインまで回復し、さらに最後の1minで急激な上昇を示した ($ps < .01$)。交互作用は条件間でBPの推移が異なることに起因したものであった。

HR

各条件の平均HR変化量の推移をFig. 2に示した。条件(3)×時間(20)の2要因分散分析を行った結果、条件の主効果が認められ ($F(2, 28) = 15.0, p < .01$)、時間の主効果も認められた ($F(19, 266) = 4.30, p < .01$)。交互作用も認められた ($F(38, 532) = 2.83, p < .01$)。単純主効果を調べたところ、Positive条件では最初の0.5minが高く、急激に低下したが ($p < .01$)、その他はPositive条件とNegative条件間で前半5min間のHRに変化はなかった。後半部では、Positive条件のHRにあまり変化がなかったものの、Negative条件では最後の1min間で急激な上昇がみられた ($ps < .01$)。BPの推移と同様に、交互作用は、Negative条件の急激なHR上昇に起因したものであった。

EEG

各条件における測定部位毎の α パワー値 (μV^2) をTable 3に示した。条件毎に、各測定部位で対応のある t 検定を行った結果、Negative条件では、P4の α パワー値がP3よりも有意に減衰していた ($t(13) = 2.50, p < .05$)。したがって、Negative条件では、右頭頂部が左頭頂部よりも賦活していた。Positive条件とControl条件では、いずれの測定部位にも α パワー値の左右差はなかった。

考察

本研究では、情動喚起刺激に対するEEGの偏側性と心臓血管系反応の関連を調べた。コンテクストを利用して10minに編集した映像刺激によって情動を喚起した。Negative条件では、特に9min目に起こる殺人場面で恐怖と嫌悪が強く喚起された。一方、Positive条件では、9min目に始まる場面で正の情動が喚起されたものの、楽しみ、満足、幸福に細分するには至らなかった。この時間帯の心臓血管系の指標は、正の情動喚起時では低下し、負の情動喚起時では上昇した。映像刺激毎に最後の1minにおいて、EEGの偏側性を調べた結果、Negative条件では右頭頂部が左頭頂部よりも賦活していた。

映像刺激呈示後約4min間の心臓血管系指標には、Positive条件、Negative条件ともにベースラインからの低下がみられた。心臓血管系指標は、環境からの刺激を取り込むことで低下し、環境からの刺激を拒絶することで上昇するという取り込み-拒絶仮説がある (Lacey & Lacey, 1978)。取り込み-拒絶仮説では、刺激に対する認知的側面と心臓血管系指標との関連性が強調されている。刺激呈示後4min間は、映像刺激の導入部分であり、正・負の情動に関係なくその後のストーリーを把握するうえで重要な期間であった。したがって、積極的に刺激を取り込み続けることになり、両条件ともに心臓血管系指標に低下が生じたものと考えられる。その後、Positive条件では、一貫してベースラインから低下した推移であった。一方、Negative条件ではベースライン近傍に回復した後、9min以降に急激な上昇が認められた。強い情動喚起が確認された場面において、Positive条件では映像刺激に興味を抱き、環境刺激を取り込んだために心臓血管系指標が低下した。一方、

Negative条件では不快な映像刺激を拒絶したことによってそれらが上昇したものと考えられる。条件間にみられた心臓血管系指標の分岐は、映像刺激のもつストーリー性やコンテキスト操作がもたらした結果であると考えられる。この推察は、質問紙から同定された標的情動喚起場面と、生理指標の分岐時点が時間的にほぼ合致していることから裏付けられる。

質問紙と心臓血管系指標の結果から、各条件の最後の1 min間で、正と負の情動喚起が認められた。そのため、この時間帯をEEGの解析区間として選択した。条件毎に、各測定部位でEEGの左右差を調べたところ、Negative条件では、右頭頂部が左頭頂部よりも賦活していた。

情動と大脳賦活パターンは、EEGの α パワー値の左右差から検討されてきた。一側半球部位の α パワーが対側半球の同部位に比較して相対的に減少を示すときは、その一側半球部位が賦活したサインと理解されている。情動価と前頭部EEGの関係を強調するDavidsonのモデルによれば、接近行動をもたらす正の情動は左前頭部の相対的な賦活に関係し、逆に撤退行動をもたらす負の情動は右前頭部の相対的な賦活に関係する (Davidson, 1992, 1993a, 1993b; Tomarken et al., 1992)。また、Heller (1990, 1993) は、Davidsonのモデルに情動と自律神経系の覚醒の次元を加味したモデルを提唱した。Hellerのモデルは、情動価と前頭部の関係、および覚醒と頭頂部の関係に着目したものである。右頭頂部の相対的な賦活は覚醒の上昇に関連し、右頭頂部の相対的な賦活の低下はそれらの覚醒の低下に関係する (Heller 1990, 1993; Heller & Nitschke, 1997; Heller, Nitschke & Lindsay, 1997)。例えば、同じ負の情動価をもつ情動であっても、覚醒の高い嫌悪は、右前頭部と右頭頂部の賦活を示し、一方、覚醒の低い抑うつは、右前頭部の賦活と、右頭頂部の賦活の低下を示すと考えられている。

Hellerのモデルによると、右頭頂部は情動のみならず、自律神経系の賦活レベルを反映すると考えられている。このことは、中枢神経系には自律神経系支配に対する偏側性が存在することを意味している。中枢神経系が自律神経系にもたらす偏側性を裏付ける知見がある。臨床的知見によると、

右半球の損傷は、左半球の損傷と比較して自律神経系の機能不全につながりやすいといわれている (Andersson & Finsett, 1998; Gainotti, Caltagirone, & Zoccolotti, 1993)。解剖学的知見では、右半球の星形神経節への刺激はHR上昇を引き起こしたのに対し、左半球の星形神経節への刺激ではHRに変化がみられなかったことから、HRは左半球よりも右半球によって影響をうけることが示された (Lane, Novelly, Cornell, Zeitlin, & Schwartz, 1988; Lane & Schwartz, 1987)。また、心臓血管系の交感神経系コントロールについて、HRVのLF / HF ratioと、心筋動作からも右半球が優位性をもつことが示唆されている (Wittling, Block, Schweiger, & Genzel, 1998; Yoon et al., 1997)。したがって、右頭頂部は心臓血管系コントロールについて優位性をもつと考えられる。

本研究のNegative条件で喚起された情動は、情動的覚醒の高い嫌悪と恐怖であった。情動価と前頭部の関係を強調するDavidsonのモデルに、覚醒と右頭頂部の関係を統合したHellerのモデルと照合すると、強く喚起された覚醒の高い負の情動が、心臓血管系指標と頭頂部EEGの偏側性に影響を及ぼしたものと推察される。本研究のNegative条件では、質問紙から判明した情動的覚醒と、心臓血管系指標の上昇を引き起こした自律神経系の覚醒が、右頭頂部の賦活に影響を及ぼしたものと考えられる。

本研究では、負の情動喚起が確認された時点において、心臓血管系指標の上昇と、右頭頂部EEGの賦活が認められた。正の情動に対するEEGの偏側性はみられなかった。従来の知見では、情動に対して、中枢神経系と自律神経系の両側面から同時にアプローチした例は少ない。本研究の結果から、大脳半球の偏側性と心臓血管系指標の同時記録によって、情動喚起刺激が中枢神経系と自律神経系の相互に及ぼす影響を検討できるものと考えられる。

引用文献

- Andersson, S., & Finset, A. 1998 Heart rate and skin conductance reactivity to brief psychological stress in brain-injured

- patients. *Journal of Psychosomatic Research*, 44, 645-656.
- Davidson, R. J. 1992 Emotion and affective style: hemispheric substrates. *Psychological Science*, 3, 39-43.
- Davidson, R. J. 1993a The neuropsychology of emotion and affective style. In R. Lewis & J. M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotion*. New York: Guilford Press. Pp. 143-154.
- Davidson, R. J. 1993b Cerebral asymmetry and emotion: conceptual and methodological conundrums. *Cognition and Emotion*, 7, 115-138.
- Gainotti, G., Caltagirone, C., & Zoccolotti, P. 1993 Left / right and cortical / subcortical dichotomies in the neuropsychological study of human emotions. *Cognition and Emotion*, 7, 71-93.
- Heller, W. 1990 The neuropsychology of emotion: developmental patterns and implications for psychopathology. In N. Stein, B. L. Leventhal, & T. Trabasso (Eds.), *Psychological and biological approaches to emotion*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum Associates Inc. Pp. 167-211.
- Heller, W. 1993 Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality, and arousal. *Neuropsychology*, 7, 476-489.
- Heller, W., & Nitschke, J. B. 1997 Regional brain activity in emotion: a framework for understanding cognition in depression. *Cognition and Emotion*, 11, 637-661.
- Heller, W., Nitschke, J. B., & Lindsay, D. L. 1997 Neuropsychological correlates of arousal in self-reported emotion. *Cognition and Emotion*, 11, 383-402.
- Lacey, B. C., & Lacey, J. I. 1978 Two-way communication between the heart and the brain. *American Psychologist*, Feb., 99-113.
- Lane, R. D., Novelly, R., Cornell, C., Zeitlin, S., & Schwartz, G. 1988 Asymmetric hemispheric control of heart rate. *Psychophysiology*, 25, 464.
- Lane, R. D., & Schwartz, G. E. 1987 Induction of lateralized sympathetic input to the heart by the CNS during emotional arousal: a possible neurophysiologic trigger of sudden cardiac death. *Psychosomatic Medicine*, 49, 274-284.
- Öri, Z., Monir, G., Weiss, J., Sayhouni, X., & Singer, D. H. 1992 Heart rate variability: frequency domain analysis. *Cardiology Clinics*, 10, 499-537.
- Tomarken, A. J., Davidson, R. J., Wheeler, R. E., & Doss, R. C. 1992 Individual differences in anterior brain asymmetry and fundamental dimensions of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62, 676-687.
- Waldstein, S. R., Kop, W. J., Schmidt, L. A., Haufler, A. J., Krantz, D. S., & Fox, N. A. 2000 Frontal electrocortical and cardiovascular reactivity during happiness and anger. *Biological Psychology*, 55, 3-23.
- Wittling, W., Block, A., Schweiger, E., & Genzel, S. 1998 Hemisphere asymmetry in sympathetic control of the human myocardium. *Brain and Cognition*, 38, 17-35.
- Yoon, B. W., Morillo, C. A., Cechetto, D. F., & Hachinski, V. 1997 Cerebral hemispheric lateralization in cardiac autonomic control. *Archives of Neurology*, 54, 741-744.