
 ≪原著≫

リラクセーションプログラムが自律神経活動および 精神神経内分泌免疫学的反応へ及ぼす影響

百々 尚美

Effects of Relaxation Program on Autonomic Nervous System Functions and Psychoneuroendocrinoimmunological Indicator.

Naomi Dodo

Abstract : Current study reported the effect of relaxation program on the physiological reaction. The previous findings demonstrated that this relaxation program was effective in controlling anxiety for patients with Dementia of Alzheimer's Type (Dodo & Sakano, 2009). However, effects on the autonomic nervous activity and psychoneuroendocrinoimmunological indicator by relaxation program is still unclear. Healthy university students were randomly assigned to relaxation program condition and the control condition. Comparing to control condition, relaxation program significantly increased parasympathetic nervous system activity and significantly reduced cortisol levels.

Key words : 自律神経活動 (autonomic activity), 心拍変動 (heart rate variability), ローレンツプロット (Lorenz plot), 唾液中コルチゾール (salivary cortisol), リラクセーション (relaxation),

本研究では、リラクセーションプログラムによる生理的反応への影響を検討した。本研究で行ったリラクセーションプログラムはアルツハイマー型認知症患者の不安反応の軽減に効果的であった(百々・坂野, 2009)。しかしながら、リラクセーションプログラムの自律神経活動ならびに、精神神経内分泌免疫学的反応への影響にまでは検討できていない。健康大学生にリラクセーションプログラムと統制条件を実施した。その結果、リラクセーションプログラムによる副交感神経活動の有意な亢進、コルチゾールの有意な減少が認められた。

はじめに

リラクセーションプログラムの生理的変化を検討する非侵襲的な指標として心電図を用いた自律神経活動の解釈が行われることが多い(例えば、三島・久保田・永田・松岡, 1995)。心電図の周波数解析は心拍数そのままを採用するよりも鋭敏に自律神経活動を反映するとされている(稲盛, 1998)、副交感神経の緊張を反映する

とされている高周波成分は呼吸の影響を受けてしまうため(Eckberg, Kifle, & Roberts, 1980; 稲盛, 1986)、呼吸統制が必要である(Grossman, Karemaker, & Wieling, 1991)。政本・齋藤・依田・久我(2003)は、呼吸統制を課すリラクセーションプログラムの効果検討の指標として従来の指標よりも心電図のローレンツプロット解析が適していると報告している。

リラクセーションプログラムの代表的なものとして自律訓練法(Autogenic Training; AT)があげられる。しかしながら、ATは修得するまでの訓練期間が必要である。そのため知的能力が劣っている時には効果がないとされている(松岡・松

岡, 1999)。認知機能障害を有するアルツハイマー型認知症患者へのリラクゼーションプログラムとして、百々・坂野 (2009) は漸進的筋弛緩訓練法 (Progressive Muscle Relaxation : PMR) を取り入れたプログラムの効果を報告している。百々・坂野 (2009) によるリラクゼーションプログラムは、腹式呼吸, PMR, スキット「あなたの特別な場所」(GAS 研究会, 2000) の読み聞かせにより構成されている。対象者が日々の生活を営む上で慣れ親しんでいる呼吸調整から始まるので、プログラム内容を理解しやすく導入が容易である。また対象者は腹式呼吸を通して身体部位の動きに注意を向けるようになり、手, 顔, 肩, 腹, 足の順に行う PMR の練習へ移行しやすい。PMR の練習では筋弛緩の過程を言葉で伝えるだけでなく、プログラム実施者もしくは補助者が実際に各部位の筋弛緩を実践しながら指導するので、対象者は筋弛緩のための動作を模倣することでリラクゼーション効果を得ることが可能である。さらにスキット「あなたの特別な場所」は、PMR にて練習した身体の各部位を順に弛緩する内容であり、対象者自身のペースで一連の PMR を復習することができるようになっていいる。しかしながら百々・坂野 (2009) では、リラクゼーションプログラムによる生理的变化を検討する指標として、対象者への負担を少なくするために、協力施設において普段から使用している機器と類似した自動血圧計による心拍数の変化などを用いており、自律神経活動の詳細な解釈にまでは至っていない。

また昨今ではリラクゼーションプログラムの生理的变化を検討する非侵襲的な指標として、精神神経内分泌免疫学的反応である唾液中コルチゾール濃度を用いる研究も増えている (例えば、近藤・小板橋・金子・小林, 2011)。副腎皮質から分泌されるコルチゾールはストレスの影響を鋭敏に反映する。唾液中コルチゾール濃度は血液中のコルチゾール濃度と非常に類似しており、唾液中コルチゾールの方が副腎皮質機能を測定するのに適していると言われている (Vining, McGinley, & Sympons, 1983)。例えば、急性ストレス課題

の一つであるスピーチ課題終了 20 から 30 分後に唾液中コルチゾールの増加が報告されている (Kudielka, Buske-Kirschbaum, Hellhammer, & Kirschbaum, 2004)。

本研究では、百々・坂野 (2009) によるリラクゼーションプログラムの生理的变化を検討するために、健常大学生を対象としたアナログ研究を行うことを目的とする。百々・坂野 (2009) と同様に映像鑑賞を統制条件とし、リラクゼーションプログラムと統制条件での生理的变化を、自律神経活動および唾液中のコルチゾール濃度を指標として比較する。

方法

実験協力者 実験協力者は健康な大学生 33 名 (男性 19 名, 女性 14 名, 平均年齢 20.73 ± 1.84 歳) であった。実験協力者へは本研究の目的と方法について書面で説明した後、書面にて同意を得た。

生理的指標 1) 自律神経活動の指標：実験室入室後、心電図電極を実験協力者の胸骨 (上側, 下側), 左肋間下部の 3 箇所装着し、ニホンサンテック株式会社製の携帯型心電図アンプ (Polyam (EGC)) にて心電図を測定した。リラクゼーション条件, 映像鑑賞条件ともにプログラム前後 5 分間、閉眼安静状態での心電図をインプットモニタープログラム (MPL-IM : ニホンサンテック株式会社製) を用いて AD 変換し、同社製の自律神経解析プログラム (MaP1060) により心電図 R-R 間隔 (msec) を計測した。連続した心電図 R-R 間隔をもとに Toichi, Sugiura, Murai, & Sengoku (1997) に従い 1 分毎の CVI (cardiac vagal index), CSI (cardiac sympathetic index) を算出した。一般的に運動をしている時ならびに緊張を強いられる場面では交感神経活動の働きが優位になり、休息時には副交感神経の働きが主となる。交感神経活動が興奮すると CSI 成分は高くなり、心臓活動が促進されるので心電図 R-R 間隔は短くなる。副交感神経活動が興奮すると CVI 成分が高くなり、心臓活動は抑制されるの

で心電図 R-R 間隔は長くなる。

2) 精神神経内分泌免疫学的指標：両条件とも、実験室入室後 20 分経過した時点でプログラム前の唾液を、プログラム終了 20 分経過した時点でプログラム後の唾液を採取した。唾液の採取方法は、まず口腔内を洗浄するために、実験協力者にすすぎ用の水を 3 回に分けて口腔内で転がしながら飲んでもらった。その後、実験者によって、実験協力者の舌下にコットンが置かれ、5 分後に取り出された。採取した唾液は遠心分離器 (3000 回転 / 10 分間) にかけて後、全ての実験協力者のデータが揃うまで冷凍保存した。唾液中のコルチゾール濃度は、放射免疫測定法 (radioimmunoassay: RIA) によって測定・分析された。その際、コルチゾール測定用 RIA キット (Salimetrics 社製) を使用した。測定・分析の手順は以下のとおりである。①唾液試料と試薬を室温 (20.0-23.3°C) に戻し、各試薬を調整した。②唾液検体と対照として唾液サンプルの代わりとなる希釈溶液を 25 μ l 添加した。③酵素標識を 200 μ l 添加し、攪拌の後、室温で 55 分間静置することで反応をさせた。④洗浄液でプレートを洗い、発色剤としてテトラメチルベンジジン (TMB) を 200 μ l 添加し攪拌後、室温下の暗所で 25 分間放置し発色させた。⑤酵素反応停止液を 50 μ l 添加し攪拌後、450nm のフィルターを使用した吸光光度計で吸光度を測定した。⑥各唾液検体の総蛋白質濃度で除した値を蛋白補正值とした。

手続き 本研究は、条件 (リラクゼーション条件、映像鑑賞条件) \times プログラム前、後 \times 時間の対象者内要因計画である。リラクゼーション条件および映像鑑賞条件は同日中に行うことはなかった。また 2 つの実験条件の実施順序は、順序による影響をコントロールするためにカウンタ・バランスをとった。コルチゾール濃度は日内のどの時刻にあっても変化の方向は一定であるという指摘に基づき (山田, 1998), コルチゾールの測定時間帯が一定になるように配慮し、両条件とも実験時間が 1 時間以内となるように設定した。自律神経機能およびコルチゾール濃度に対する影響

を考慮して、実験開始 2 時間前から喫煙、水以外の飲食、激しい運動は控えるように実験協力者へ伝えていた。両条件とも、百々・坂野 (2009) と同様に 3 ~ 4 名の集団で実施した。実験の手続きは図 1 の通りであった。

プログラムの内容 1) リラクゼーション条件：ビデオ録画された 28 分間のリラクゼーションプログラム (百々・坂野, 2009) を視聴しながら、腹式呼吸からはじめ、次いで手、顔、肩、腹、足の順に PMR を行った。その後スキット「あなたの特別な場所」を聞いてもらった。

2) 映像鑑賞条件：映像は「ザ・ハイ美ジョン旅情 - 日本四季 100 選 (2006a)」を 28 分間視聴してもらった。百々・坂野 (2009) と同様に、映像鑑賞時、参加者同士の会話を許可した。

統計処理 自律神経活動の指標である 1 分毎の心電図平均 R-R 間隔と、CVI, CSI について、条件 (リラクゼーション条件、映像鑑賞条件) とプログラム前後、時間 (5 分) を要因としたパラメトリックな手法を用いた反復測定分散分析を行った。また、精神神経内分泌免疫学的指標であるコルチゾール濃度については、条件 (リラクゼーション条件、映像鑑賞条件) とプログラム前後を要因としたパラメトリックな手法を用いた反復測定分散分析を行った。いずれの指標においても、主効果、交互作用が有意であったときには、パラメトリック多重比較の Bonferroni 検定を行った。有意水準は 5% で行った。

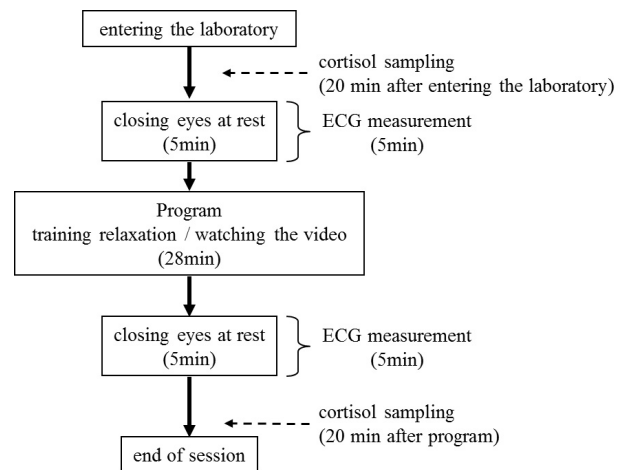


図 1 実験手続き

結果

分析対象 咳や激しい動きによりアーティファクトが心電図へ混入した者（3名）、ならびに映像鑑賞条件実施中に眠ってしまった者（16名）を除き、両条件とも14名（男性5名、女性9名）を分析対象とした。

自律神経活動の比較 **心電図平均 R-R 間隔**：各条件でのプログラム前後の1分毎の心電図平均 R-R 間隔を図2に示す。統計処理の結果、プログラム前後と時間の交互作用が有意であった ($F(4,52) = 3.14, p < .05$)。しかしながら多重比較の結果はいずれにおいても有意差は認められなかった (all *n.s.*)。

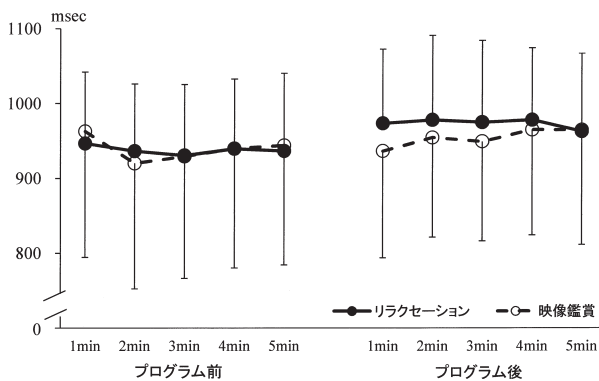


図2 両条件でのプログラム前後での1分ごとの心電図平均 R-R 間隔の変化

図の値は、全実験協力者について両条件でのプログラム前後での1分ごとの心電図平均 R-R 間隔と標準偏差値(平均値より上向きがリラクゼーション条件の標準偏差値、下向きが映像鑑賞条件の標準偏差値)を示している。

CVI の比較：各条件でのプログラム前後の1分毎の CVI 成分を図3に示す。統計処理の結果、時間の主効果 ($F(4,52) = 2.99, p < .05$)、条件とプログラム前後の交互作用が有意であった ($F(1,13) = 8.32, p < .05$)。時間の主効果についても多重比較を行ったところ、いずれの時間においても有意差は認められなかった (all *n.s.*)。条件とプログラム前後の交互作用について多重比較を行ったところ、リラクゼーション条件ではプログ

ラム前よりも後に CVI 成分が有意に増加していた ($p < .05$)。なお、プログラム前での両条件間の差、映像鑑賞条件でのプログラム前後での差は有意ではなかった (all *n.s.*)。

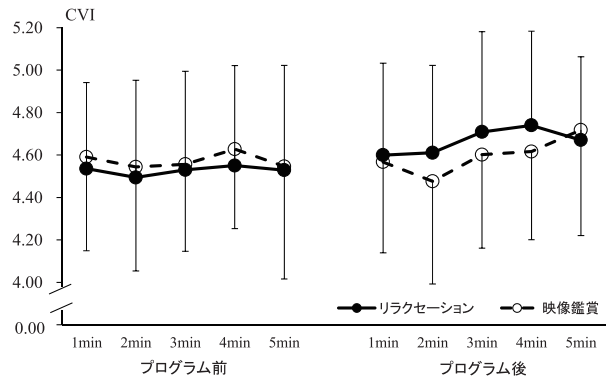


図3 両条件でのプログラム前後での1分ごとの CVI の変化

図の値は、全実験協力者について両条件でのプログラム前後での1分ごとの CVI の平均値と標準偏差値(平均値より上向きがリラクゼーション条件の標準偏差値、下向きが映像鑑賞条件の標準偏差値)を示している。

CSI の比較：各条件でのプログラム前後の1分毎の CSI 成分を図4に示す。統計処理の結果、時間の主効果 ($F(4,52) = 5.58, p < .05$)、条件と時間の交互作用 ($F(4,52) = 3.82, p < .05$) が有意であった。時間の主効果について多重比較を行ったところ、1分目の CSI 成分が2～5分目よりも有意に高かった (all $ps < .05$)。条件と時間の交互作用についても多重比較を行ったところ、映像鑑賞条件の1分目の CSI 成分が最も高かった (all $ps < .05$)。

考察

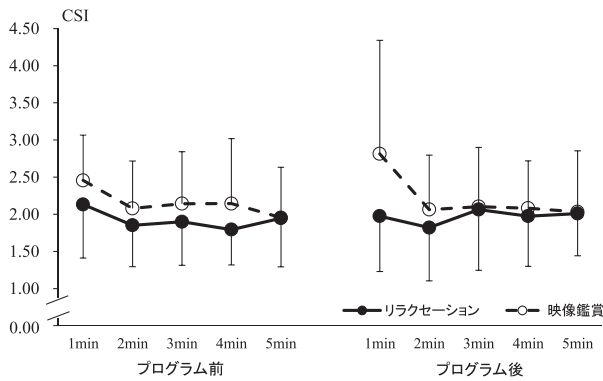


図4 両条件でのプログラム前後での1分ごとのCSIの変化

図の値は、全実験協力者について両条件でのプログラム前後での1分ごとのCSIの平均値と標準偏差値（平均値より上向きが映像鑑賞条件の標準偏差値，下向きがリラクセーション条件の標準偏差値）を示している。

精神神経内分泌免疫学的指標の比較：各条件でのプログラム前後のコルチゾール濃度を図5に示す。統計処理の結果，条件とプログラム前後の交互作用が有意であった ($F(1,13) = 5.42, p < .05$)。多重比較の結果，リラクセーション条件においてプログラム前よりも後のコルチゾール濃度が有意に減少していた ($p < .05$)。なお，プログラム前での両条件間の差，映像鑑賞条件でのプログラム前後での差は有意ではなかった (all *n.s.*)。

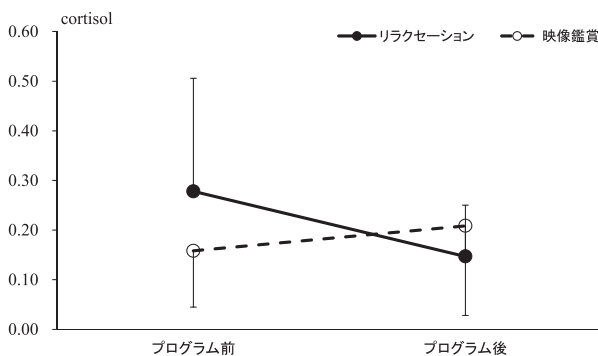


図5 両条件でのプログラム前後でのコルチゾール濃度の変化

図の値は、全実験協力者について両条件でのプログラム前後でのコルチゾール濃度の平均値と標準偏差値（平均値より上向きがリラクセーション条件の標準偏差値，下向きが映像鑑賞条件の標準偏差値）を示している。

アルツハイマー型認知症患者を対象として実施した際，統制条件である映像鑑賞中には同席した者同士で思い出を語るなどの交流が見られた(百々・坂野，2009)。しかしながら，大学生を対象とした本実験では，開始時こそ多少の会話があったが，時間経過とともに会話は途絶え，参加者33名中半数の16名が途中で眠ってしまった。本研究はリラクセーション条件と統制条件での生理的反応を比較することを目的としている。そのため傾眠による影響を統制するために，実験中明らかに眠ったことが観察された者は分析対象から外した。

ローレンツプロット解析による分析の結果，副交感神経系の指標であるCVI成分はプログラム前での両条件間の有意な差は認められていなかったにもかかわらず，リラクセーション条件においてのみプログラム後に有意な増加を示していた。しかしながら，映像鑑賞前後での有意な変化は認められなかった。また，交感神経系の指標であるCSI成分については，両条件ともプログラム前後での有意な変化は認められなかった。なお，時間経過による有意な変化は認められ，1分目のCSI成分が最も高かった。特に映像鑑賞条件において1分目のCSI成分が有意に高かった。

政本他(2003)においても，AT実施後，副交感神経活動の有意な亢進が認められ，交感神経活動には変化はなかったと報告している。本研究における自律神経活動の結果からも，腹式呼吸，PMR，スキット「あなたの特別な場所」の読み聞かせで構成されているリラクセーションプログラムは交感神経活動の抑制に働くのではなく，副交感神経活動を亢進するための効果的なプログラムであることが確かめられた。

なお，時間経過によるCSI成分の変化は，閉眼安静状態の心電図を測定するために行った教示に対する定位反応(OR: orienting response)を反映した結果であると考えられる。本研究では，両条件ともプログラム前に「なるべく身体は動かさな

いでいてください。目を軽く閉じてください。」という教示の後、心電図が安定したのを確かめから5分間測定した。しかしながらプログラム後では、映像鑑賞条件では鑑賞していた映像を中断し、同様の教示をした後に測定した。一方、リラクゼーション条件では、スキットの初めに「静かに目を閉じてください」と指示し、スキット終盤では閉眼安静状態を維持する内容であったため、教示は行わず、スキット終了後に心電図を測定した。聴覚、視覚刺激いずれにおいても中程度以下の刺激に対しORは生じる(道広・三橋, 1997)。映像鑑賞条件の1分目において交感神経活動の亢進が認められたのは、閉眼安静状態を指示する教示に対する定位反応が反映されたものと推察する。

また、百々・坂野(2009)では両条件ともプログラム後に脈拍数が減少したが、本研究ではいずれの条件においても心電図平均R-R間隔は有意に増加しなかった。この点については、本研究の実験手続き上、致し方なかったことと考える。本研究ではプログラム前の唾液中コルチゾール濃度を測定するために、実験室へ入室してから20分間安静に過ごしてもらった。その間に心電図平均R-R間隔は安定したため、プログラム後の顕著な拡張にまでは至らなかったのではないだろうか。リラクゼーションプログラム後に副交感神経活動の指標であるCVI成分は有意な増加が認められたが、プログラム前後での変化量はわずかであった。この点についても、プログラム開始前に20分間の安静状態を課したためと考える。また、心電図平均R-R間隔は測定および分析が簡便であり比較的多くの研究において用いられているが、その値にはさまざまな要因の影響も指摘されており、鋭敏な反応が得られにくいという指摘もある(持尾・桑田・浅野・岡・野原, 1983)。そのため、ローレンツプロット解析で認められた有意な副交感神経活動の変化が心電図平均R-R間隔では見いだされなかったといえる。

本研究では、精神神経内分泌免疫学的反応である唾液中コルチゾール濃度についても比較した。

その結果、プログラム前での両条件間の有意な差は認められていなかったにもかかわらず、リラクゼーションプログラム後ではコルチゾール濃度は有意に減少していた。なお映像鑑賞においてはプログラム前後での有意な差は認められなかった。Pawlow & Jones (2005), 近藤他(2011), ならびに大平・町浦・斎藤・村本(2013)においてもリラクゼーションプログラムによる唾液中コルチゾール濃度の有意な低下を報告している。本研究結果からも、腹式呼吸から始まりPMR, スキットを取り入れた一連のリラクゼーションプログラムは、ストレス反応の軽減に効果的なプログラムだといえる。

最後に、今後の課題として以下の2点をあげる。本研究では統制条件として映像鑑賞を用いたが、鑑賞中に多くの実験協力者が眠ってしまった。本研究は認知機能障害を有するアルツハイマー型認知症患者を対象とした百々・坂野(2009)の追試を目的としたアナログ研究であったため、統制条件を百々・坂野(2009)と同様に行った。しかしながら、大学生を対象としたリラクゼーションプログラムの統制条件としては、例えば政本他(2003)で用いられたような「読書」などの積極的課題を用いた方が望ましいといえる。今後さまざまな対象者へリラクゼーションプログラムの適応を検証する際、統制条件として対象者の能力に応じた課題を設定するべく検討する必要がある。次に、リラクゼーションプログラムの効果は、反復することでより効果的であると指摘されている(例えば、政本他, 2003; 百々・坂野, 2009)。本研究では、1回のリラクゼーションプログラムの効果を検討したのみなので、反復によりさらなる副交感神経活動の亢進が認められるのかを検討する必要がある。

(本研究の実施にあたりご協力いただいた実験協力者の皆様に感謝いたします。本研究の一部は、日本心理学会第73回大会(2009)において発表されました。本研究は平成19-21年度科学研究費補助金若手研究(B)(#19730447)の補助

を受けました。)

引用文献

- Eckberg, D. L., Kifle, Y. T., & Roberts, V. L. (1980). Phase relationship between normal human respiration and baroreflex responsiveness. *Journal of Physiology*, 304, 489-502.
- 百々尚美・坂野雄二 (2009). アルツハイマー型認知症患者の不安反応を抑制するためのリラクセーションの効果 行動医学研究, 15, 10-21.
- GAS 研究会編 (2000). ストレスしのぎ辞典 関西健康管理システム研究所 Pp.280-289.
- Grossman, P., Karemaker, J., & Wieling, W. (1991). Prediction of tonic parasympathetic cardiac control using respiratory sinus arrhythmia: the need for respiratory control. *Psychophysiology*, 28, 201-216.
- 今里清二プロデューサー・粕谷三夫ディレクター (2006) ザ・ハイ美ジョン旅情～日本の四季 100 選【Motion picture】ピーエスジー.
- 稲森義雄 (1986). 心拍率水準および心拍率変動制に及ぼす呼吸の影響 バイオフィードバック研究, 13, 5-11.
- 稲森義雄 (1998). 心拍の計測と処理 宮田洋監修 新生理心理学 第1巻 生理心理学の基礎 第9章 北大路書房 Pp.158-169.
- Kudielka, B. M., Buske-Kirschbaum, A., Hellhammer, D. H., & Kirschbaum, C. (2004). HPA axis responses to laboratory psychosocial stress in healthy elderly adults, younger adults, and children: impact of age and gender. *Psychoneuroendocrinology*, 29, 83-98.
- 近藤由香・小板橋喜久代・金子有紀子・小林しのぶ (2011). 簡易版漸進的筋弛緩法の作成とがん患者への介入の効果 日本看護研究学雑誌, 34, 87-93.
- 政本香・齋藤雅英・依田麻子・久我隆一 (2003). 初回自律訓練法実施に伴う心理的反応および心臓自律神経機能について 催眠学研究, 47, 15-22.
- 松岡洋一・松岡素子 (1999). 自律訓練法 日本評論社
- 道広和美・三橋美典 (1997). 定位反応と慣れ 宮田洋監修 新生理心理学 第2巻 生理心理学の基礎 第4章 北大路書房 Pp.28-39.
- 三島徳雄・久保田進成, 永田頌史・松岡洋一 (1995). 自律訓練法自習者における自律訓練機能 自律訓練研究, 15, 40-48.
- 持尾聰一郎・桑田隆志・浅野次義・岡尚省・野原勉 (1983). 心電図 R-R 間隔の変動を用いた自律神経機能検査法の問題点—交感神経機能の影響の有無— 神経内科, 18, 403-405.
- 岡孝和・判田正則・松岡洋一・中川哲也 (1994). 自律訓練法標準練習の迷走神経機能に及ぼす影響の検討 自律訓練研究, 14, 1-9.
- 岡孝和・松岡洋一・三島徳雄・中川哲也 (1993). 自律訓練法標準練習の自律神経機能に及ぼす影響の検討 -CVR-R, Microvibration, CVWH100 の同時測定を通しての検討- 心身医学, 33, 293-300.
- 大平肇子・町浦美智子・齋藤真・村本順子 (2013). 月経前症候群の症状を有する女性に対する呼吸法のリラクセーション効果 母性衛生, 53, 497-504.
- Pawlow, L.A. & Jones, G. E. (2005). The impact of abbreviated progressive muscle relaxation on salivary cortisol and salivary immunoglobulin a (sIgA). *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30, 375-387.
- Toichi, M., Sugiura, T., Murai, T., & Sengoku, A. (1997). A new method of assessing cardiac autonomic function and its comparison with spectral analysis and coefficient of variation of R-R interval. *Autonomic Nervous System*,

62, 79-84.

山田富美雄 (1998). 免疫系・内分泌系指標 宮田洋監修 新生理心理学 第1巻 生理心理学の基礎 第17章 北大路書房 Pp.280-289.

Vining, R. F., McGinley, R. A., & Symons, R. G. (1983). Hormones in saliva: mode of entry and consequent implications for clinical interpretation. *Clinical chemistry*, 29, 1752-1756.