

令和元年6月19日現在

機関番号：22101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K11471

研究課題名(和文)MRI検査時に生じるストレスによる心拍変動に関する研究

研究課題名(英文)Study on heart rate fluctuation by the stress to occur at MR imaging

研究代表者

門間 正彦(Monma, Masahiko)

茨城県立医療大学・保健医療学部・教授

研究者番号：10274987

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：健康ボランティア19名に対し、MRI検査時に映像および音楽を呈示することで、被験者のストレスを、MRI検査前、検査中(映像視聴なし・あり)、検査後のそれぞれの心拍変動を解析し、CV-RR値、L/T値、FStress値を用いて定量化するとともに、アンケートによる主観的評価を用いた検討を行った。心拍変動解析で得られた、CV-RR値、L/T値、FStress値の3つの指標より、映像視聴を行うことでMRI検査時のストレスが軽減される傾向がみられた。被験者19名のうち18名が検査中、映像視聴をしていないときに比べ、映像視聴したことで快適になった(9人)、どちらかといえば快適になった(9人)と回答した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

MRI装置の導入が急速に広がり、画像診断の中でMRI検査は日常的な検査になってきた。MRI装置の進歩は必然的に高い騒音や比吸収率(SAR: Specific Absorption Rate)、高磁場特有の浮遊感等が身体に影響を及ぼす。さらに狭いガントリ内では、閉所に閉じ込められることによる圧迫感、空気の流通具合、検査台の硬さや振動、検査時の長い拘束時間、ベルトによる身体固定が心理的苦痛をもたらす。本研究においては、新たに「MRI検査時に生じるストレスに起因する自律神経活動を捉えることにより、適切なストレスの緩和策を検討し、ストレスに対する有効な対応策を提唱することである。

研究成果の概要(英文)：By presenting images and music to 19 healthy volunteers, each heart rate fluctuation was analyzed before and during the MRI examination (with and without image viewing). While quantifying using CV-RR value, L / T value, and FStress value, examination using subjective assessment by questionnaire was also conducted.

From the three indices of CV-RR value, L / T value, and FStress value obtained in heart rate variability analysis, it was found that the stress at the time of MRI examination is reduced by performing the video viewing. 18 out of 19 subjects became more comfortable (9 people), or rather more comfortable (9 people), compared to when they did not watch the video during the examination.

研究分野：放射線技術学

キーワード：MRI検査 心理的苦痛 心拍変動

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、MRI 装置の導入が急速に広がり、画像診断の中で MRI 検査は日常的な検査になってきた。また、最近の MRI 装置の著しい進歩により、磁場強度が高磁場となり画質の向上や fMRI や SWI といった新たな有用性が注目されている。さらに、非常に短い TR、TE を用いた超高速撮像法は高い SN 比を有するため、心血管や腹部領域に使われはじめている。これらの MRI 装置の進歩は高磁場、高スルーレートがもとになっているため、必然的に高い騒音や高い比吸収率 (SAR: Specific Absorption Rate)、高磁場特有の浮遊感等が身体に影響を及ぼす。さらに狭いガントリ内では、閉所に閉じ込められることによる圧迫感、空気の流通具合、検査台の硬さや振動、検査時の長い拘束時間、ベルトによる身体固定が心理的苦痛をもたらす。一般的に、MRI 検査は他の検査と比べ非侵襲的で安全な検査と考えられているが、実際は治療のための処置や手術と同様に、患者に不安や恐怖などの心理的苦痛をもたらすことがあり、10%程度の方が何らかのパニック状態に陥ると言われている。そのような心理的苦痛は検査時の一過性のものでなく、検査後にも空間恐怖や閉所恐怖が誘発されたりすることが報告されている。これまでの MRI 検査時の心理的苦痛に関する研究として、鹿浦らは MRI 検査中の騒音についてのアンケート調査を行っており、静音化対策を搭載した MRI 装置の騒音や閉所の不安感を調査している。また、Harris らは MRI 検査中の不安を予測するための簡易的な測定法の有用性を示している。しかし、これらの研究はアンケート調査であるがゆえ、客観性に関して十分とは言えない。

このため本研究においては、新たに「MRI 検査時に生じるストレスの緩和」を目的として、リアルタイムに自律神経活動を捉えることにより、適切なコミュニケーションのあり方を検討し、ストレスに対する有効な対応策を検討する。

最近、人間の興奮状態や安静状態を測定するのに、心電図の R-R 間隔を測定することにより、興奮状態を表す交感神経活動と安静状態を表す副交感神経活動を測定する方法が用いられている。また、心理状況の把握を行うため、意識下に生じる情動変動やストレス、快・不快を主観・認知系指標 (状態・特性不安尺度) を用いて定量的に評価する方法が用いられている。本研究では非侵襲計測可能な心拍変動から得られる特徴量を指標としたストレス定量分析手法の構築を行う一方、コミュニケーションツール (ヘッドフォンやマイク) の活用による効果の検証を目指したものであり、臨床の現場では大いに本研究成果が期待されることである。

2. 研究の目的

本研究課題は、磁気共鳴画像装置 (MRI: Magnetic Resonance Imaging) を用いて検査を行う場合の被験者の心理的苦痛 (ストレス) の実態をリアルタイムに捉え、苦痛の少ない検査を実施可能とする方法の研究を目的とする。このため、ストレスの生理指標として心拍変動解析を用い、リアルタイムに自律神経活動を捉えることにより、適切なコミュニケーションのあり方を検討し、ストレスに対する有効な対応策を検討する。具体的には、MRI 検査に伴うストレスを (1) リアルタイムな自律神経活動の定量化、(2) コミュニケーションツール (ヘッドフォンやマイク) の活用効果の検証、(3) 苦痛の無い検査を実施可能とする方法の構築を目標とする。

3. 研究の方法

初年度および 2 年目に「(1) リアルタイム自律神経活動による MRI 検査に伴うストレスの定量化」・「(2) 主観・認知系指標による MRI 検査に伴うストレスの定量化」を並行して進め、2、3 年目にかけて「(3) コミュニケーションツール (ヘッドフォンやマイク等) の活用効果の検証」を行い、「(4) 心理的苦痛を緩和して検査を実施可能とする方法の構築」へ移行した。必要に応じて、(4) (3) (1)、(2) のフィードバックをかけて研究を再検討した。

生理指標として測定する心拍変動は、MRI 検査環境下でノイズの影響が大きいため、心電図波形信号をそのまま利用することはできず、そのため指尖脈波を使ってリアルタイムに解析するシステムを使用した。したがって、平成 27 年度は、指尖脈波から心拍変動を解析するためのシステムを構築し、解析方法の妥当性を検証した。また、MRI 検査時に使用可能な非磁性のヘッドフォンやマイクを用いたコミュニケーションツールの活用効果の検証を行った。

(1) リアルタイムに心拍変動を測定・解析するためのシステムの構築

MRI 検査時の心拍変動を有線で指尖脈波測定装置に取り込むための生体信号計測システムを構築した。

データを自動的に解析するために、時系列データ解析プログラムとそれらを動作させるパーソナルコンピュータによる解析システムを構築した。

上記及び で構築した測定システムと解析システムを用いて、被験者に対して心拍変動の低周波成分 (LF) および高周波成分 (HF) より LF と HF の比率 (LF/HF) を求めた。また、アトラクタを用いた新しい解析方法 (L/T および Fstress) を導入して、その有効性を検証した。

(2) リアルタイムに心拍変動を測定・解析することによる MRI 検査に伴うストレスの定量化被験者に対して MRI 検査直前、検査直後、検査後 30 分という時間経過で、心拍変動を測定し、ストレスの定量化を行った。研究対象者は健常者 19 名とし、MRI 検査の経験が無い者およびある者といった対象者の属性を考慮した。

(3) 主観・認知系指標による MRI 検査に伴うストレスの定量化

(2)と並行して、研究対象者に対しMRI検査直前、検査直後、検査後30分という時間経過で、状態-特性不安尺度を示すSTAI(State Trait Anxiety Inventory)を利用してストレスに伴う不安状態を定量化するとともに、検査中の騒音や圧迫感、時間感覚といった単一選択形式または任意記述形式のアンケート調査を行い主観・認知系の間接的な分析を行った。

(4)コミュニケーションツール(ヘッドフォンやマイク等)の活用効果の検証

MRI検査時に患者が簡便に利用できるコミュニケーションツールとして非磁性のヘッドフォンやマイクがあるが、これらのツールを有効に活用することにより、その効果を検証した。

平成28年度以降は、前年度の解析評価結果を確認するとともに必要に応じて見直し作業を行い、アンケート調査および主観・認知系指標である状態-特性不安尺度STAIを利用してストレスに伴う不安状態を検討した。さらに心理的苦痛に対する有効な予防策を検討し構築した。

(5)心拍変動と主観・認知系指標の相関関係の解明

(2)~(4)で得られた成果を基に、アンケート調査および主観・認知系指標であるSTAIの結果と生理的指標である心拍変動の測定結果より、相関関係を調べることによりストレスを客観的にとらえた。

(6)心理的苦痛を緩和して検査を実施可能とする方法の構築

上記(5)で得られた結果をもとに、ヘッドフォンやマイクといったコミュニケーションツールの活用により、不安を回避したり孤立感を無くす方法を検討した。

4. 研究成果

指尖脈波によるリアルタイムに心拍変動を測定・解析するシステムを使用し、ボランティアの被験者19名に対し、MRI検査中に以下のストレス緩和策を用い、その時のストレスの変化を測定した。

MRI検査時に使用可能な非磁性のヘッドフォンおよび液晶モニタを活用し、MRI検査時に映像および音楽(市販DVD、シンフォレスト社製「海中絶景世界 Amazing Blue in the World」)を呈示することで、被験者が感じるストレスがどのように変化するのか、被験者19名のMRI検査前、検査中(映像視聴なし・映像視聴あり)、検査後のそれぞれのCV-RR値、L/T値、FStress値を用いて定量化するとともに、アンケートによる主観的評価を用いた検討を行った。

心拍変動解析で得られた、CV-RR値、L/T値、FStress値の3つの指標において、被験者全体の平均値で比べると、映像視聴を行うことでMRI検査時のストレスが軽減される傾向がみられた。しかし、t検定において $p > 0.05$ となり、有意差は得られなかった。

被験者19名のうち18名が検査中、映像視聴をしていないときに比べ、映像視聴したことで快適になった(9名)、どちらかといえば快適になった(9名)と回答した。アンケートの自由記載欄には、「映像を見ることで検査時間が短く感じリラックスできた」、「騒音もあまり感じることなく閉塞感が軽減された」、など映像視聴に好感を持った意見が多かった。呈示した映像は海中の映像であったが、リラクゼーション効果をもたらす映像は他にも数多くある。中でも森林の映像はリラクゼーション効果に関する基礎的検証が既になされており数々の研究報告もあることから、今後は個人の嗜好を重視した映像によって、ストレス軽減効果がどの程度有効なのかについても検討が必要である。

<引用文献>

三田達雄, 中井隆, 村上昌也, 他. MRI検査に伴う心理的苦痛を予防する試み. 精神神経学雑誌. 1995;97(1):64-72.

Benjamin J, Ben-Zion IZ, Karbofsky E, et al. Double-blind placebo-controlled pilot study of paroxetine for specific phobia. *Psychopharmacology (Berl)* 2000; 149(2): 194-196.

鹿浦砂智子, 澤田敏. MRI検査中の騒音について - アンケート調査より -. *臨床放射線*. 2002;47(5):671-674.

Harris LM, Cumming SR, Menzies RG. Predicting anxiety in magnetic resonance imaging scans. *Int J Behav Med*. 2004;11(1):1-7.

Dewey M, Schink T, Dewey CF. Claustrophobia during magnetic resonance imaging: cohort study in over 55,000 patients. *J Magn Reson Imaging* 2007; 26(5): 1322-1327.

Eshed I, Althoff CE, Hamm B, et al. Claustrophobia and premature termination of magnetic resonance imaging examinations. *J Magn Reson Imaging* 2007; 26(2): 401-404.

Alamy S, Wei Zhang, Varia I, et al. Escitalopram in specific phobia: results of a placebo-controlled pilot trial. *J Psychopharmacol (Oxford)* 2008; 22(2): 157-161.

Enders J, Zimmermann E, Rief M, et al. Reduction of claustrophobia during magnetic resonance imaging: methods and design of the "CLAUSTRO" randomized controlled trial. *BMC Med Imaging* 2011; 11: 4.

仙波純一. MRI恐怖症の理解と対応. *日本放射線技術学会雑誌*. 2016;72(10):1027-1032.

5. 主な発表論文等

[学会発表](計 4件)

Masahiko Monma, Rika Kikuti, Naho Mitimura, Suzuka Wakui, Yoshikazu Shimada, Hiraku Kawamura, Yoshiyuki Ishimori, Mitihiko Kawano
Psychological Stress in Patients Undergoing MR Imaging -Plethysmogram analysis-
第 44 回日本磁気共鳴医学会大会 (大宮) 2016 年 9 月

門間正彦, 菊池梨花, 道村奈朋, 泉井鈴香, 嶋田芳和, 川村拓, 川野道宏, 石森佳幸
MRI 検査時に生じるストレス反応
第 18 回日本感性工学会大会 (東京) 2016 年 9 月

Masahiko Monma, Maho Michimura, Suzuka Wakui, Rika Kikuchi, Hiraku Kawamura, Michihiro Kawano, Yoshiyuki Ishimori
Effect of Fragrance in Lowering Psychological Stress during MR Imaging
The Society for MR Radiographers & Technologists (SMRT) 26th annual meeting (Hawaii, USA) 2017 April

Monma Masahiko, Mitimura Naho, Kikuti Rika, Wakui Suzuka, Kawamura Hiraku, Kawano Mitihiko, Ishimori Yoshiyuki
Effect of Fragrance on Lowering Psychological Stress Undergoing MR Imaging
第 73 回日本放射線技術学会総会学術大会 (横浜) 2017 年 4 月

〔図書〕(計 1 件)

門間正彦, 川村拓, 石森佳幸, 八木一夫, 磯辺智範, 佐藤英介, 只野喜一, 水上慎也, 平野雄二, 小見正太郎, 福土政広, 森 浩一, 西尾誠示
「診療画像技術学 b MRI」医療科学社 (東京) 2016 ; 5-20

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名 : 石森 佳幸
ローマ字氏名 : (ISHIMORI, yoshiyuki)
所属研究機関名 : 茨城県立医療大学
部局名 : 保健医療学部
職名 : 准教授
研究者番号 (8 桁) : 30401970

研究分担者氏名 : 川野 道宏
ローマ字氏名 : (KAWANO, michihiro)
所属研究機関名 : 茨城県立医療大学
部局名 : 保健医療学部
職名 : 准教授
研究者番号 (8 桁) : 00404905

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。