

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：22101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24593212

研究課題名(和文)MRI検査時に生じるストレスに関する生理・心理学的研究

研究課題名(英文)Psychological and physiological studies on stress arising during magnetic resonance 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) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：MRI検査の時に被験者がどの程度ストレスを感じるかについて検討した。客観的ストレスの指標として心拍間隔の時系列データから得られる周波数領域指数に着目し、LF/HF値とHF値を計測することによりストレスとの関係を検討した。さらに主観的ストレス(VAS)についても比較検討した。

LF/HF値、HF値の結果から過半数が検査中にストレスを感じているという結果になった。検査前後よりも検査中にLF/HF値が低い値になった被験者もいたが、VASの結果よりほとんどの人が検査中にストレスを感じていたことから、MRI検査時には患者のストレスに注意する必要がある。周波数領域指数とVASとの相関性は確認できなかった。

研究成果の概要(英文)：We investigated the level of stress experienced during MRI. As an indicator of stress, we focused on frequency domain indices obtained from the time-series data on heart rate variability, which indicates autonomic activity in the body. By measuring the low-frequency/high-frequency (LF/HF) ratio and HF, we investigated relationships between simultaneously obtained questionnaire results (visual analog scale [VAS]) and these indicators.

The results for LF/HF ratio and HF obtained from heart rate variability analysis showed that the majority of subjects experienced stress during MRI. Although individual differences in results were seen, and LF/HF ratio was lower during MRI than before or after in some subjects, the survey results showed that most subjects experienced stress during MRI indicates, which indicates the need to pay attention to patient stress when conducting MRI. No correlation between frequency domain indices and VAS could be confirmed for objective assessment of stress.

研究分野：放射線技術学

キーワード：MRI 心理的苦痛 LF/HF VAS 唾液アミラーゼ

1. 研究開始当初の背景

近年、磁気共鳴画像装置 (MRI: Magnetic Resonance Imaging) 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 装置の発展は高磁場、高スルーレートが基になっているため必然的に高い騒音や高い SAR、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及ぼす。

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%程度の人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だけでなく、検査後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「生体信号に基づく MRI 検査時の心理的苦痛に関する研究」を目的としたより広範な検査時の生理反応を統合化する研究を実施することとした。この心理的苦痛を解明するため、人間の心理状況に密接な関係がある生理的な指標を測定し、その解明を試みる必要がある。

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機能と安静状態を表す副交感神経機能を測定する方法が用いられている。また、バイオマーカに着目したストレス測定として、唾液に含まれるアミラーゼを測定する手法が普及しており、非侵襲的で即時性が高く、さらに測定条件に制約が無く簡便な方法として用いられている。

本研究では心拍・唾液等の非侵襲計測可能な複数の生体信号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、同手法を援用して MRI 検査時のストレスの解明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ところである。

2. 研究の目的

MRI 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) の実態を調査し、苦痛の無い検査を実施可能とする方法の研究を目的とする。このために、生理指標および主観・認知系反応等のストレス計測技術を用い、これらを統合した解析による研究遂行を特徴とする。具体的には、MRI 検査に伴うストレスを (1) 自律神経活動による定量化、(2) 主観・認知系の評価尺度による定量化、(3) 生理指標と主観・認知系指標の相関関係および因果関係の解明、を目標としている。

3. 研究の方法

本研究は3年計画である。初年度および2年目に「(1) 心拍・唾液等の生理指標による 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) 生理指標と主観・認知系指標の相関関係および因果関係の解明」を行う。

(1) 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メモリ心電計 (ジー・エム・エス: LRR-03) に取り込むための生体信号計測システムを構築する。MRI 検査に伴う RF パルスは生体信号に干渉するため、収集データは大きなノイズを伴うことが予想される。フィルターやケーブルのシールド等によりノイズ除去を行うことにより、信頼性のあるデータ収集を試みる。

データを自動的に解析を行うために、時系列データ解析プログラム (ジー・エム・エス: MemCalc/Win ver.2) 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する。

上記の 及び で作成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) さらに LF と HF の比率を求める。

(2) MRI 検査に伴うストレスの定量化

心拍変動によるストレスの測定は、研究に同意が得られた健常者 14 名(男性 9 名、女性 5 名)に対し、MRI 検査前・検査中・検査後の被験者の指尖脈波を連続的に測定した。指尖脈波の測定と解析は、BACS Advance((株)TAOS 研究所)を用いて行い、指尖脈波から得られた LF/HF 値、HF 値を比較した。検査前と検査後の測定時間は 3 分間、検査中の測定時間は 20 分とし、被験者を 5 分間安静にした後に指尖脈波の測定を開始した。さらに、検査前と検査後に VAS を用いて主観的ストレスの測定も行った。

唾液アミラーゼによるストレスの測定は、研究の同意が得られた男性 11 名(平均年齢 27.1 歳, SD=4.9)、女性 5 名(平均年齢 24.0 歳, SD=3.0)の計 16 名が参加した。MRI 検査前に STAI (日本版 State-Trait Anxiety Inventory) と唾液アミラーゼの測定、検査後に STAI と唾液アミラーゼの測定、さらに独自に作成したアンケートを実施した。唾液アミラーゼの検査前採取は、口腔内を清潔にするためうがいをし、5 分間安静の後に実施した。また、検査後の採取は、MRI 検査直後に実施した。唾液採取時間は 30 秒間に統一し、採取後すぐに唾液アミラーゼモニターで分析した。得られた結果から、それぞれの相関性を検討した。

4. 研究成果

(1) 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メモリ心電計(ジー・エム・エス:LRR-03)に取り込むための生体信号計測システムを構築し検証した。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(ジー・エム・エス:MemCalc/Tarawa)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。上記及びで作成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)、さらに LF と HF の比率を求めた。

研究上の問題点として、MRI 検査に伴う RF パルスは生体信号に影響を及ぼすため、心拍変動の収集データは大きなノイズを伴い、メモリ心電計に取り込んだ R 波を正しく認識できず、解析システムが正しく動作しなかった。フィルターやケーブルのシールド等によりノイズ除去を行う必要があることがわかった。しかしながら、完全なノイズ除去を行うことができなかったため、ノイズに影響さ



Fig. 1 Finger plethysmography equipment

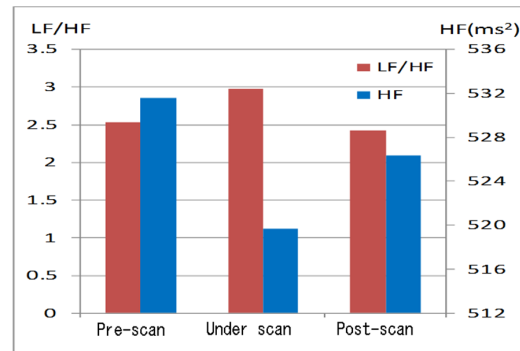


Fig. 2 Changes in LF/HF and HF values

Table 1. 各測定法の相関

MRI 検査前			
	唾液アミラーゼ活性	状態不安尺度	VAS
唾液アミラーゼ活性		0.28	-0.286
状態不安尺度			0.012
VAS			
MRI 検査後			
	唾液アミラーゼ活性	状態不安尺度	VAS
唾液アミラーゼ活性		0.147	-0.34
状態不安尺度			-0.153
VAS			

れない測定システムを改めて検討した結果、指尖脈波測定システム((株)TAOS 研究所:BACS Advance)が使用可能であることがわかり、指尖脈波から得られた LF/HF 値、HF 値を使用することにした(Fig.1)。

(2) MRI 検査に伴うストレスの定量化

心拍変動によるストレスの測定:被験者 14 人を MRI 検査の前中後で比較すると、LF/HF 値は 10 人が検査中に値が大きくなり、また HF 値は 7 人が検査中に値が小さくなった。

Fig.2より、LF/HF 値とHF 値の平均値を見ると、LF/HF 値は検査中に値が大きくなり、HF 値は検査中に値が小さくなっていった。主観的ストレス(VAS)の測定からは、ほとんどの被験者において検査中の方がストレスを感じているということが分かった。LF/HF 値やHF 値と主観的ストレスとの相関を調べるために t 検定を行った結果、t 値・p 値ともに棄却できず、相関が無いという結果になった。

心拍変動解析から得られた LF/HF 値、HF 値の結果では過半数が検査中にストレスを感じているという結果になった。結果には個人差があり、検査前後よりも検査中に LF/HF 値が低い値になった被験者もいたが、アンケート結果より、ほとんどの人が検査中にストレスを感じていたことから、MRI 検査の際には患者のストレスに注意する必要がある。ストレスを客観的にとらえるための周波数領域指数と VAS との相関性は確認できなかったが、心拍変動に影響を及ぼす室温や時間帯といった要因を排除する必要がある。さらに、被験者数を増やす等の検討が必要がある。

唾液アミラーゼによるストレスの測定：唾液アミラーゼ濃度は、MRI 検査前後で比較すると 65.3 ± 44.9 KU/L から 67.6 ± 40.3 KU/L と上昇し、STAI の状態不安尺度は、 44.9 ± 8.1 点から 45.8 ± 4.7 点と上昇した。また、VAS では 26.2 ± 15.8 から 52.2 ± 19.0 と大きく上昇した。それぞれの相関性を求めた結果を Table 1 に示す。検査前唾液アミラーゼ - 状態不安尺度と唾液アミラーゼ - VAS、検査後の唾液アミラーゼ - VAS の間には、低い相関が見られたが、p 値を算出した結果、棄却されなかったため、相関は認められなかった。

本結果から、検査前後での唾液アミラーゼ濃度、STAI の状態不安尺度にあまり変化が見られなかった原因として、被験者個人の心理状態が大きく影響していると考えられるが、VAS は検査前後で大きく上昇あり、独自に作成したアンケートでも、騒音や閉所による心理的圧迫感、長時間の拘束に対して苦痛を感じる被験者が多いことから、MRI 検査時のストレスは存在していると考えられる。

<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、97 巻 1 号、1995、64-72
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、47 巻 5 号、2002、671-674
Harris LM, Cumming SR, Menzies RG. Predicting anxiety in magnetic resonance imaging scans. Int J Behav Med. 2004;11(1):1-7.

林博史、心拍変動の臨床応用 - 生理的意義、病態評価、予後予測 -、医学書院、1999

山口勝機、心拍変動による精神負荷ストレスの分析、志學館大学人間関係学部研究紀、31 巻、2010

土川奏、古山昌浩、岩倉成志、心拍間隔指標を用いた長距離運転時のストレス計測実験 - AHS の需要予測にむけて -、土木学会第 57 回年次学術講演会、2002

吉富志穂、心拍変動のサーカディアンリズム 姿勢と行動による変化、生活工学研究、第 1 巻、1999

大塚邦明、久保豊、品川亮 他、心電現象のサーカディアンリズム、臨床検査、43 巻、1999

山口昌樹、花輪尚子、吉田博、唾液アミラーゼ式交感神経モニタの基礎的性能、生体医工学、42 巻 2 号、2007、161-168。
肥田野直、福原真知子、岩脇三良、曾我祥子、Charles D.Spielberger、新版 STAI マニュアル、実務教育出版、2000

中井夏子、門間正子、片岡秋子、手術見学実習における看護学生の不安感と唾液アミラーゼ活性に関する研究、日本手術看護学会誌、8 巻 2 号、2012、163

辻弘美、川上正浩、アミラーゼ活性に基づく簡易ストレス測定器を用いたストレス測定と主観的ストレス測定との関連性の検討、大阪樟蔭女子大学人間科学研究紀要、6 号、2007、63-73

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

井上瑞希、福島理菜、門間正彦、川村 拓、川野道宏、石森佳幸、MRI 検査時に生じるストレスに関する研究 唾液アミラーゼ測定とアンケート調査、日本放射線技術学会関東・東京部会合同研究発表大会、東京、2013 年 12 月

福島理菜、井上瑞希、門間正彦、川村 拓、川野道宏、石森佳幸、MRI 検査時に生じるストレスに関する研究 心拍変動解析によるストレスの定量化、日本放射線

技術学会関東・東京部会合同研究発表大会、東京、2013年12月

門間正彦、福島理菜、井上瑞希、川村 拓、川野道宏、石森佳幸、MRI 検査時に生じるストレスに関する研究 - 心拍変動解析 - 、日本放射線技術学会第70回総会学術大会、横浜、2014年4月

門間正彦、井上瑞希、福島理菜、川村 拓、川野道宏、石森佳幸、MRI 検査時に生じるストレスに関する研究 - 唾液アミラーゼ測定 - 、日本放射線技術学会第70回総会学術大会、横浜、2014年4月

Masahiko Monma, Rina Fukushima, Mizuki Inoue, Hiraku Kawamura, Michihiro Kawano, Yoshiyuki Ishimori, Stress arising during magnetic resonance imaging: quantification of stress using heart rate variability analysis. SMRT 23rd Annual Meeting, Milano, May 10, 2014

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

門間 正彦 (MONMA, Masahiko)
茨城県立医療大学・放射線技術科学科・教

授

研究者番号：10274987

(2) 研究分担者

石森 佳幸 (ISHIMORI, Yoshiyuki)
茨城県立医療大学・放射線技術科学科・准教授

研究者番号：30401970

川野 道宏 (KAWANO, Michihiro)
茨城県立医療大学・看護学科・准教授
研究者番号：00404905

(3) 研究協力者

福島 理菜 (FUKUSHIMA, Rina)

井上 瑞希 (INOUE, Mizuki)