

2020 年度 若手・女性研究者奨励金 レポート

研究課題	意思を表出できない「寝たきり」高齢者のストレス評価
キーワード	① ストレス、② 意識障害、③ NIRS

研究者の所属・氏名等

フリガナ 氏 名	モリヤ マサミチ 守屋 正道
配付時の所属先・職位等 (令和2年4月1日現在)	帝京平成大学 健康医療スポーツ学部 助教
現在の所属先・職位等 (令和4年7月1日現在)	帝京平成大学 健康医療スポーツ学部 助教
プロフィール	【学歴】 2011 年 帝京平成大学健康メディカル学部理学療法学科 卒業 学士（理学療法学） 2015 年 帝京平成大学大学院健康科学研究科理学療法学専攻 修了 修士（健康科学） 2022 年 東京慈恵会医科大学大学院医学研究科医学系専攻 修了 【職歴】 2011 年 日本大学医学部附属板橋病院理学療法室 理学療法士 (2019 年迄) 2019 年 帝京平成大学健康医療スポーツ学部理学療法学科 助教 (現在) 2020 年 東京大学大学院新領域創成科学研究科 客員研究員 (現在)

1. 研究の概要

世界で最も高齢化率が高い本邦において「寝たきり」が社会問題となっており、今後ますます深刻化すると予想される。報告者はこれまで理学療法士として病院に勤務し、多くの「寝たきり」患者に対しリハビリテーションを実施してきた。近年では、「寝たきり」の予防に注目が集められ、運動療法や集団体操などを導入している施設が多くなっている。しかし、それでも「寝たきり」の増加は本邦の高齢化率から勘案すると不可避な情勢である。

臥床時間が長期化すると褥瘡などの皮膚トラブルが発生するだけでなく、認知機能や注意機能の低下につながり、さらには意識障害へと発展することが報告されている。このような状況では、意思の疎通が困難となり意思の表出さえも不可能となり兼ねない。

そこで「寝たきり」高齢者の意思を簡便に評価するための一助として、ストレス評価が可能かどうか、本研究では近赤外分光法(NIRS) (図 1) を用いて検証した。

2. 研究の動機、目的

報告者はこれまで救命救急センターや新生児集中治療室でのリハビリテーション経験から、意思表示が困難な患者・患児のストレス評価の実現可能性について模索してきた。本研究は、様々な原因で意思の表出が困難となった「寝たきり」高齢者を対象としたものであるが、今後の発展性として、新生児や乳児などのコミュニケーションが不十分であり意思の表出が困難な場合や、救急集中治療分野における鎮静中の意思表示が困難な場合などへ応用可能ではないかと構想している。

意思表示が困難な症例に対する「意識」の解析に関する研究は、2006 年頃から Brain-machine Interface が注目されたのを契機に数多くの報告が fMRI によって実施された。しかし、大型で莫大な資金を要する研究手法であるため基礎研究の知見としては大変貴重であるが、臨床的には実用性が乏しかった。

本研究では、軽量・小型の NIRS を用いて前頭前野（図 2）を測定することで、日常の臨床に汎化しやすい簡便かつ正確な評価法を開発することを目的とした。



図1. HOT-1000 (NeU社)

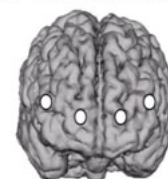


図2. 測定観察部位

3. 研究の結果

（論文作成投稿中であるため概要のみ記載する）

本研究では前頭前野の安静時神経活動による酸素化ヘモグロビン濃度変化（ $\Delta \text{oxy-Hb}$ ）の左右非対称正性 laterality index at rest (LIR) をストレスの評価として使用可能か検証した。

$$LIR = \frac{\sum_{t \in \text{analysis interval}} ((\Delta \text{oxy}R_t - \Delta \text{oxy}R_{\min}) - (\Delta \text{oxy}L_t - \Delta \text{oxy}L_{\min}))}{\sum_{t \in \text{analysis interval}} ((\Delta \text{oxy}R_t - \Delta \text{oxy}R_{\min}) + (\Delta \text{oxy}L_t - \Delta \text{oxy}L_{\min}))}$$

分子は、分析時間にわたる合計の左右前頭前野 oxy-Hb 濃度変化の差からなる。これを左右の前頭前野 oxy-Hb 濃度変化の和で正規化する。 $\angle \text{oxy-Rt}$ と $\angle \text{oxy-Lt}$ はそれ自体を最小値からの変動の代わりに使用した場合、LIR の定義した指数は、 $[-1, +1]$ の範囲で数値化される（図 3）。正の LIR は、左の前頭前野よりも右の前頭前野が活動的であることを示し、負の LIR は、右の前頭前野よりも左の前頭前野が活動的であることを示す。正の LIR を交感神経活動、負の LIR を副交感神経活動となる。これを心電図から得られた R-R 間変動幅の特性関数を因数分解し R-R 間隔変動幅の要素波を求め、副交感神経が優位にある場合に高周波成分が出現するため、高周波成分の数値を副交感神経の活性度とし、交感神経が優位でも副交感神経が優位でも低周波成分が現れるため、低周波成分と高周波成分の比である低周波成分/高周波成分 (LF/HF) を交感神経の活性度とし関係性を調べた。

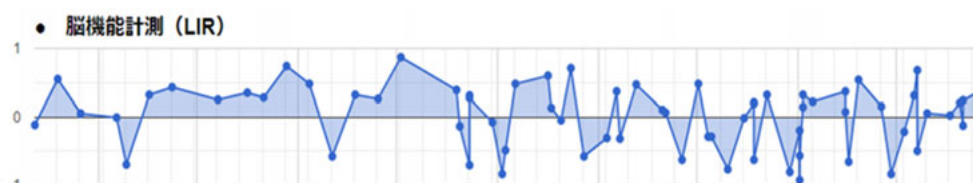


図3 LIR の推移

対象は障害高齢者の日常生活自立度ランク A～C の者で意識障害のため疎通が困難であった 7 名を測定し、そのうち体動などでデータが欠損していなかった 5 名分を解析した。

HR	78.524 bpm	Lt Oxy-Hb	-0.38 a. u.
HF	37.811 ms ²	Rt Oxy-Hb	7.13 a. u.
LF	35.412 ms ²	LIR	0.27
LF/HF	6.488		

先行研究で報告されている交感神経の指標である LF/HF は 6.488 と高値を示していた。報告者が NIRS を用いて評価した LIR は 0.27 でありストレス優位な値を示していた。HR はやや高値ではあるものの、78.5 bpm と標準値であった。

本研究のストレス評価を用いることで、意思表示が困難な高齢者のストレス状況を客観的に把握できる可能性がある。現時点では解析に十分な症例数がないが、傾向としては従来の心拍の周波数解析の結果と同様の結果が得られており、NIRS 評価の妥当性が示された。さらに心拍数だけでは「普通」と捉えられてしまうリスクがあり、これまで「意思表示困難だから」と評価不可であった方の適応が期待される。

4. 研究者としてのこれからの展望

報告者はこれまでリハビリテーション分野に関わるストレス研究を実施してきた。精神的な回復は身体的な回復に比して難渋することが報告されている。報告者は精神的な回復のためにはストレスが大きく影響すると同時に、身体的な回復を修飾するのもストレスであると考えている。本研究ではリハビリテーション現場で悩む意思表示が困難な症例を対象としたが、今後はより多くの対象者へ汎化可能である。

「ストレス社会」という言葉が流行する現代では誰もがストレスに悩み・苦しんでいる。報告者はリハビリテーション分野だけでなく広く一般社会へ貢献可能な研究へ発展させていきたいと考えている。そのためには本研究で実施したような簡易的な方法で客観的にストレス計測できることが望ましい。ストレス予測の観点ではディープラーニングを含む新たな手法を積極的に取り入れていくことも構想している。

5. 支援者（寄付企業等や社会一般）等へのメッセージ

本研究を理解して頂きご支援頂きました日本私立学校振興・共済事業団およびご寄付いただきました関係者の皆様に御礼申し上げます。新型コロナウイルス感染症の影響により予定していた施設での測定が不可となり、急遽別の施設へお願いし測定の許可を頂いた経緯がございます。1年間ではとても完遂することができませんでしたが、繰越し処置をして頂き何とか形にすることができました。

本研究では現場（病院や施設）で評価することを想定し小型で簡易的なものを実装すべく研究に取り掛かりましたが、対象者の体動や予期しない言動によって測定困難な場面も少なくありませんでした。今後は測定方法を検討するとともにディープラーニングによってストレス度を算出するようなシステムを構築できるよう進めていきたいと考えております。本研究を更に発展させ社会へ還元していくよう努めて参ります。今後とも、継続的なご支援を宜しくお願い申し上げます。