

# 音声病態解析アプリケーションで 評価した心理的ストレスと 歯周病との関連性について解明

学術研究院医歯薬学域 予防歯科学分野  
丸山 貴之

## 発表のポイント

- 心理的ストレスは歯周病のリスクであることから、心理的ストレスを把握して歯周病の発症や悪化に備えたいものです。しかし、従来使用している心理的ストレスの評価方法はアンケートによるもので、客観性が問題となります。
- 今回の音声病態解析アプリケーション「MIMOSYS®」を用いて測定した「朝の元気圧」の変化と歯周組織の炎症の変化との間に相関を認めました。MIMOSYS®により評価した朝の元気圧は、アンケートにより評価した心理的ストレスとも相関していました。
- 音声病態解析アプリケーションを用いて心理的ストレスの変化を評価することで、歯周病の状態を予測できるかもしれません。

- 歯の喪失の主な原因
- 歯周組織における慢性炎症 (Williams, 1990) (Papapanou, 1996)
- 糖尿病、メタボリックシンドローム、循環器疾患などの全身疾患との関連が指摘 (Monsarrat et al., 2016)



歯周病の予防、早期発見は重要である。

2

## 歯周病と心理的ストレスとの関係

- 長期にわたる心理的ストレスへの曝露により、口腔衛生管理の悪化や服薬に伴う唾液分泌減少、歯科受診の中断を招く。  
(Cormac et al., 1999; Kisely et al., 2015)
- 心理的ストレスは免疫システムにも影響を及ぼし、歯周組織が影響を受ける可能性がある。(Peruzzo et al., 2007; Warren et al., 2014)
- 精神疾患を有する患者は、健康な患者と比較して、歯周疾患の罹患率が高い。(Julita et al., 2019)



歯周疾患を予防するためには、  
心理的ストレスの評価が重要である。

3

- 個人の心理的ストレスレベルを評価する方法として、自己記入式質問票が一般的であるが、バイアスを避けることができない。  
(Buchan et al., 2015)
- 心理的ストレスに関連するバイオマーカーを測定する方法もあるが、その多くは侵襲を伴うとともに、解析に煩雑な操作が求められる。(Allen et al., 2014)



バイアスを避け、侵襲がなく簡単な  
心理的ストレスの評価法が求められる。

4

### • Mind Monitoring System

東京大学大学院医学系研究科音声病態分析学講座が開発した、声の周波数の変動パターン等から心の状態を分析するスマートフォンアプリ

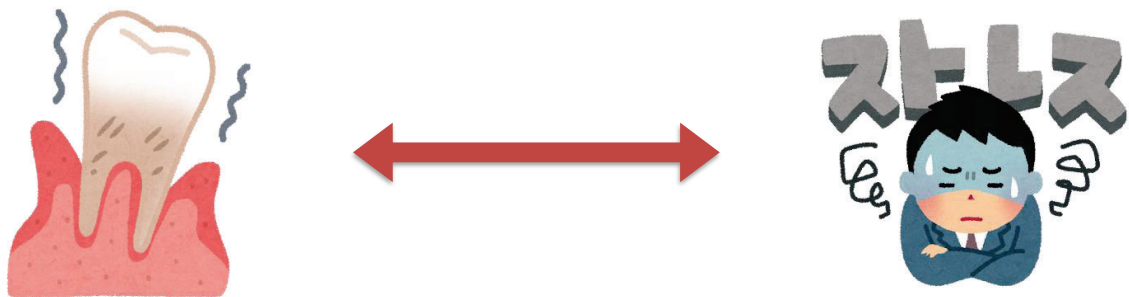
=心の声を可視化し、音声により健康状態をモニタリングする。

(Hagiwara et al., 2017)



5

歯周状態とMIMOSYS<sup>®</sup>により評価した心理的ストレスとの関連性について検討する。



6

## 研究の方法

- 対象者  
岡山大学医療系学部学生 40名
- 評価項目
  - ①口腔内の状態: 初日および14日後に評価
    - 歯周ポケット深さ (Probing Pocket Depth: PPD)
    - プロービング時出血 (Bleeding on Probing: BOP) の有無
    - 歯周組織の炎症部位面積 (Periodontal Inflamed Surface Area: PISA)
    - O'Learyのプラークコントロールレコード (PCR)

7

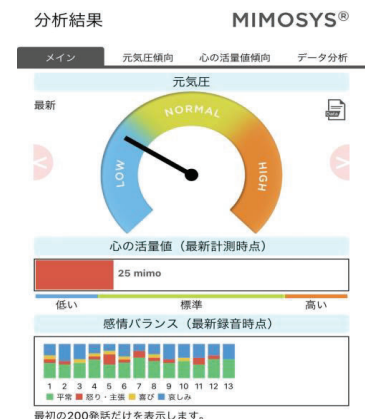
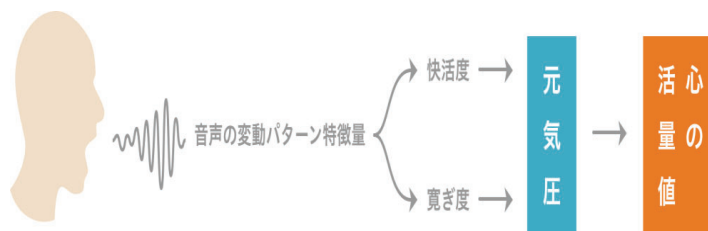
## ② MIMOSYS®を用いた心理状態の評価

14日間、1日3回(朝・昼・夜)定型文を読ませ、

MIMOSYS®をインストールしたスマートフォンに音声を録音

元気圧:計測時の短期的な心の状態

心の活量値:過去2週間の長期的な心の状態



8

## ③ 自己記入式質問票調査による心理状態の評価

初日および14日後に評価

Beck Depression Inventory (BDI) (臼田、2013)

Patient Health Questionnaire (PHQ) -9 (Kroenke et al., 2001)

いずれの指標もうつ病の評価尺度で、スコアが高くなるにつれ、うつ状態が強くなると判定する。

### • 統計解析

14日間における各評価項目の変化量を算出

各評価項目の相関: Spearmanの順位相関係数

有意水準: 5%

9

表1 対象者の特性

評価項目	初回	14日後
平均PPD(mm)	1.91±0.15*	1.82±0.11
BOP陽性率(%)	20.73±15.38	13.72±10.11
PISA(mm <sup>2</sup> )	235.47±184.49	148.34±109.48
PCR(%)	54.88±26.85	48.00±25.22
朝の元気圧	0.35±0.13	0.37±0.12
昼の元気圧	0.39±0.14	0.34±0.13
夜の元気圧	0.39±0.15	0.40±0.15
心の活量値	(0.45±0.18)	0.44±0.13
BDIスコア(点)	5.93±5.39	4.85±6.49
PHQ-9スコア(点)	3.03±3.21	3.03±3.64

\*平均値±標準偏差

10

表2 元気圧、心の活量値とBDIスコア、PHQ-9スコアとの相関

		朝の元気圧	昼の元気圧	夜の元気圧	心の活量値
BDIスコア	相関係数*	<b>-0.219</b>	-0.098	0.016	-0.169
	p値	<b>0.025</b>	0.196	0.448	0.149
PHQ-9スコア	相関係数	<b>-0.221</b>	-0.182	-0.107	-0.128
	p値	<b>0.025</b>	0.055	0.185	0.215

\*Spearmanの順位相関係数

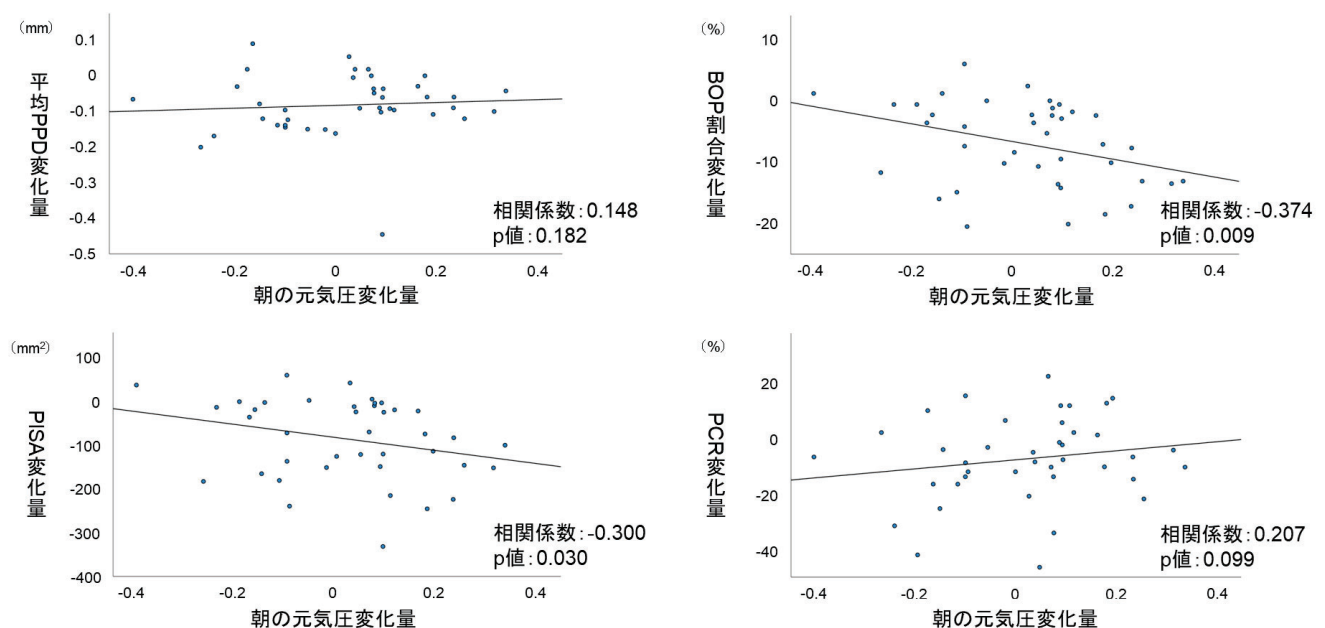
11

## 表3 口腔内状態の変化と朝の元気圧、心の活量値(14日後)、BDIスコア、PHQ-9スコアの変化との相関

		平均PPD 変化量	BOP陽性率 変化量	PISA 変化量	PCR 変化量
朝の元気圧 変化量	相関係数*	0.148	<b>-0.374</b>	<b>-0.300</b>	0.207
	p値	0.182	<b>0.009</b>	<b>0.030</b>	0.099
心の活量値 (14日後)	相関係数	<b>-0.265</b>	-0.037	0.003	-0.210
	p値	<b>0.049</b>	0.410	0.492	0.096
BDIスコア 変化量	相関係数	0.010	0.055	0.050	0.152
	p値	0.476	0.369	0.381	0.174
PHQ-9スコア 変化量	相関係数	0.008	-0.054	-0.053	0.084
	p値	0.480	0.370	0.374	0.303

変化量: 14日後の値 - 初日の値

\*Spearmanの順位相関係数



## 図1 口腔内状態の変化と朝の元気圧の変化との相関

朝の元気圧とBDIスコア、PHQ-9スコアとの間に有意な負の相関を認めた。

一方、昼・夜の元気圧や心の活量値とBDIスコア、PHQ-9スコアとの間に有意な相関は認められなかった。

- 元気圧には日内変動があり、一般的に朝が低く、夜が高い。(Miyashita et al., 2020)
- 朝のMIMOSYS<sup>®</sup>測定時刻は起床時に近いいため、ばらつきが少なかった。  
一方、昼・夜のMIMOSYS<sup>®</sup>測定時刻には、ばらつきが非常に多かった。  
➡測定時刻のばらつきにより、昼・夜の元気圧や心の活量値とBDIスコア、PHQ-9スコアとの間に関連が見られなかった可能性がある。

**MIMOSYS<sup>®</sup>による心理状態の評価のうち、朝の元気圧は、心理状態を評価する指標として有用であると考えられた。**

14

14日間におけるBOP陽性率の変化量やPISAの変化量と、朝の元気圧の変化量との間に有意な負の相関を認めた。

一方、14日間におけるBOP陽性率の変化量やPISAの変化量と、BDIスコアの変化量、PHQ-9スコアの変化量との間に有意な相関は認められなかった。

- BDIやPHQ-9は自記式質問票による回答であるため、報告バイアスが含まれる。  
(Buchan et al., 2015)  
一方、元気圧は声帯の不随意反応を測定するため、バイアスを回避できる。  
(Hagiwara et al., 2017)  
➡報告バイアスの有無によって結果に違いが出たと考えられる。

**MIMOSYS<sup>®</sup>による朝の元気圧は、歯周組織の炎症の程度を反映する指標として有用である可能性が示唆された。**

15



MIMOSYS<sup>®</sup>による心理状態の評価のうち、朝の元気圧は、心理状態を評価する指標として有用であると考えられた。

また、2週間における朝の元気圧の減少は、歯周組織の炎症の増加と有意な関連が認められた。

MIMOSYS<sup>®</sup>による朝の元気圧は、歯周組織の炎症の程度を反映する指標として有用である可能性が示唆された。

## 論文公表

2022年8月2日、  
International Journal of  
Environmental Research and  
Public Health  
(IF=4.614) に掲載されました。

DOI: 10.3390/ijerph19159489  
<https://www.mdpi.com/1660-4601/19/15/9489>



Article  
**Relationship between Psychological Stress Determined by Voice Analysis and Periodontal Status: A Cohort Study**  
Takayuki Maruyama <sup>1,2,\*</sup>, Daisuke Ekuni <sup>1</sup>, Masakazu Higuchi <sup>3</sup>, Eiji Takayama <sup>4</sup>, Shinichi Tokuno <sup>5,6</sup> and Manabu Morita <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Preventive Dentistry, Okayama University Academic Field of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama 700-8558, Japan; dekan@md.okayama-u.ac.jp (D.E.); morita@md.okayama-u.ac.jp (M.M.)  
<sup>2</sup> Advanced Research Center for Oral and Craniofacial Sciences, Okayama University Dental School, Okayama 700-8558, Japan  
<sup>3</sup> Department of Bioengineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, Tokyo 113-8655, Japan; higuchi@bioeng.t.u-tokyo.ac.jp (M.H.); tokuno@bioeng.t.u-tokyo.ac.jp or s.tokuno-wm2@kuhs.ac.jp (S.T.)  
<sup>4</sup> Department of Oral Biochemistry, Asahi University School of Dentistry, Gifu 501-0296, Japan; takayama@dent.asahi-u.ac.jp  
<sup>5</sup> Graduate School of Health Innovation, Kanagawa University of Human Services, Kanagawa 210-0821, Japan  
<sup>6</sup> Correspondence: t-maruta@md.okayama-u.ac.jp; Tel.: +81-86-235-6712

**Abstract:** In modern society, evaluation and management of psychological stress may be important for the prevention of periodontal disease. The purpose of this study was to examine the relationship between psychological stress (vitality and mental activity) evaluated by Mind Monitoring System (MIMOSYS) and periodontal status. Forty students of Okayama University underwent the oral examination and self-reported questionnaire on the first day (baseline) and the 14th day (follow-up). Voice recording was performed every day with the MIMOSYS app during the whole study period. The participants completed the Patient Health Questionnaire (PHQ-9) and Beck Depression Inventory (BDI) at baseline and at follow-up. Spearman's rank correlation coefficient was used to determine the significance of correlations among variables. The PHQ-9 and BDI scores were negatively correlated with vitality in the morning. Change in vitality in the morning was significantly correlated with changes in periodontal inflammation. Mental activity was significantly correlated with change in mean probing pocket depth. This result shows that measurement of psychological stress using a voice-based tool to assess mental health may contribute to the early detection of periodontal disease.

**Keywords:** periodontitis; psychological stress; voice analysis; prospective cohort study

**1. Introduction**  
Periodontal disease is a chronic inflammatory disease caused by oral bacteria [1]. Since periodontal disease is one of the major causes of tooth loss [2], prevention, early detection, and early treatment of periodontal disease are important.  
A relationship between psychological stress and periodontal disease has been reported. Anxiety and depression are associated with altered immune responses and may increase susceptibility to periodontal disease [3–6]. In modern society, evaluation and management of psychological stress may be important for the prevention of periodontal disease.  
In the previous studies, objective methods using biomarkers and subjective methods using questionnaires were used to evaluate psychological stress. Measurement of cytokines in saliva has been shown to be useful as an objective method of assessing psychological stress [7]. The stress response is also associated with increased neural activity in the hypothalamus-pituitary-adrenal axis or the sympathetic-adrenal medulla axis, resulting in the release of cortisol from the adrenal cortex [8,9]. Therefore, it has been reported that the measurement of cortisol in saliva is useful as an evaluation of psychological

check for updates  
Citation: Maruyama, T.; Ekuni, D.; Higuchi, M.; Takayama, E.; Tokuno, S.; Morita, M. Relationship between Psychological Stress Determined by Voice Analysis and Periodontal Status: A Cohort Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 9489. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159489>

Academic Editors: Paul B. Tchicaya and Pawel Javod  
Received: 17 June 2022  
Accepted: 29 July 2022  
Published: 2 August 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).