

〈研究課題〉 インターバル速歩による高齢者の健康寿命延伸と口腔機能の改善の実証研究

代表研究者 新潟大学医歯学総合病院義歯診療科・講師 長谷川陽子
共同研究者 新潟大学医歯学総合病院義歯診療科・医員 善本 祐
信州大学ニューロヘルスイノベーション部門・教授 増木静江
NPO 法人 熟年体育大学リサーチセンター・健康推進コーディネータ
降幡真由佳

【抄録】

高齢化社会では、高齢者の健康寿命延伸と要介護予防が重要である。口腔機能低下は摂食嚥下障害や社会参加の減少に関連する。運動介入の口腔機能や歯周状態への影響は十分に検討されていない。本研究では、インターバル速歩（IWT）の影響を調査した。

対象は50歳以上の地域在住者で、IWTを行う介入群136名（平均年齢66.7歳）と運動習慣のない対照群49名（平均年齢65.5歳）を対象とし、ベースライン時と6か月後に調査した。身体状態としてBMI、最大体力、下肢筋力を評価し、口腔状態として機能歯数、歯周状態、咬合力、咀嚼能力、舌圧、口腔乾燥状態を測定した。介入群には、最大体力の70%以上の速歩と40%以下の緩徐歩行を交互に行うIWTを週4日以上実施するよう指導した。

ベースライン時に両群間で年齢、性別、歯数、歯周状態、舌圧、咀嚼能力、口腔乾燥状態に有意差はなかったが、咬合力は対照群で高い傾向があった。6か月後、介入群では咬合力の有意な向上が認められた（ $F=4.0, p=0.04$ ）。舌圧、咀嚼能力、口腔乾燥状態、歯周状態には有意な変化はなかった。現在、運動介入による身体機能の変化と口腔機能との関連性を解析しており、口腔に影響を及ぼす因子を考慮した多変量解析を予定している。

1. 研究の目的

高齢化社会の進展により、要介護高齢者の増加と健康寿命の延伸は、我が国における重要な課題となっている。高齢者の健康維持には運動や栄養管理のみならず、口腔の健康が重要であり、口腔機能の低下は食べづらさやむせだけでなく、外出機会や社会参加の減少を介した引きこもりの増加とも関連していることが報告されている[1]。

申請者は2020年および2023年に三井住友海上福祉財団の研究助成を受け、「高齢者の引きこもりと口腔機能低下の関連」に関する研究を実施してきた。その結果、口腔機能低下が引きこもりの増悪に関与することや、咬合バランスが転倒リスクに関連することを明らかにした[2]。一方、運動介入が口腔の健康に与える影響については、十分な検証がなされていない。

そこで本研究では、信州大学との共同研究として、体力・筋力の向上だけでなく、生活習慣

病関連指標の改善・血液循環促進に伴う代謝改善および慢性炎症反応の抑制に効果を示すことが報告されているインターバル速歩（Interval Walking Training: 以下IWT）[3]による運動介入が、中高齢者の口腔機能および歯周状態に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法と経過

本研究は、地域在住中高齢者を対象とした前向き比較介入研究として実施した。対象者は、IWTを実施する介入群と、特別な運動習慣を有さない対照群に分類し、ベースライン評価および6か月後の再評価を行った。

本研究は、新潟大学倫理審査委員会（承認番号：4822）ならびに信州大学倫理審査委員会（承認番号：2018-0390）の承認を得て実施した。また、本研究は University Hospital Medical Information Network Clinical Trials Registry（UMIN-CTR）に登録した（登録番号：UMIN000040664）。すべて

の対象者に対して研究内容について十分な説明を行い、文書による同意を取得した。

2.1 対象者の募集

対象者は、IWT を実施する介入群と、特別な運動習慣を有さない対照群の 2 群に分けて募集した。介入群は、熟年体育大学リサーチセンター (JTRC) が発行する広報誌を通じて研究協力者を募集し、IWT への参加を表明した 50 歳以上の松本市在住者を対象とした。対照群については、JTRC の協力のもと、長野県松本市の広報誌に研究参加者募集の案内を掲載し、応募のあった 50 歳以上の地域在住者を対象とした。

解析対象者の包含基準は、対照群/介入群ともに、1) 心疾患や肺疾患の既往がない者、2) 喫煙していない者、3) 質問票を理解して適切に回答できる者、4) 調査期間中に抜歯や義歯新製、歯冠補綴などの歯科処置を行わなかった者とした。除外基準は、対照群/介入群ともに、1) 歩行が困難な者、2) 呼吸・循環器系疾患、整形外科的疾患等を患い、研究責任者が被験者として不適当と判断した者、介入群において運動トレーニングが不十分とみなされた者とした。

2.2 身体状態および口腔状態の評価

調査は、ベースライン評価および 6 か月後の再評価の計 2 回実施した[4]。身体の状態は、身長、体重、Body Mass Index (BMI)、血圧、既往歴・現病歴に加え、運動機能の評価として、最大体力(最大酸素摂取量)および下肢筋肉量の評価を行った。

口腔状態の評価は、機能歯数・義歯の有無・口腔衛生状態・歯周状態の評価に加え、口腔機能として、咬合力・咀嚼能力・舌圧・口腔乾燥状態の評価を行った。機能歯数は、天然歯、第 3 大臼歯、歯冠のある現在歯に加え、ブリッジのポンティック、口腔インプラント、義歯を含めた固定性ならびに可撤性補綴装置により人工的に補われた歯を加えた歯数とした。

歯周状態は、大臼歯部歯周ポケット検査時の出血の有無により評価した。また、歯周病の変化を比較するため、参加者を 4 群に分類した。すなわち、歯周病の状態が「陽性」から「陰性」へと変化した「改善群 (improved group)」、状態が「陰性」のままであった「変化なし陰性群 (unchanged negative group)」、状態が「陽性」の

ままであった「変化なし陽性群 (unchanged positive group)」、および状態が「陰性」から「陽性」へと変化した「悪化群 (aggravated group)」である (図 1)。

図 1 ベースラインから再評価時までの歯周状態の変化分類

Pre \ Post	Positive	Negative
Positive	Unchanged positive	Improved group
Negative	Aggravated group	Unchanged negative

咬合力は、咬合力測定システム用感圧フィルム (デンタルプレスケール II : G.C., Tokyo) を用いて測定した。フィルムを上下の歯列の間に挟み、可及的に強い力で 3 秒程度咬みしめてもらい、咬合力分析ソフト (バイトフォース アナライザ:G.C.) によって咬合力を評価した[5]。

咀嚼能力について、対象者は咀嚼能力評価用グミゼリー (UHA 味覚糖社製) を 30 回噛み、吐き出したものを 10 段階スケール (0~9 = 最小~最大) で評価した[6]。

舌圧は、バルーンプローブタイプの機器 (JMS 舌圧計) を使用して 2 回測定し、その平均値を最大舌圧値とした[7]。

口腔乾燥状態は、口腔水分計 (ムーカス®: パナソニック) を用いて測定した。舌背部の口腔内水分を 2 回測定し、その平均値を測定値とした[8]。

2.3 運動介入プログラム

介入群では、ベースライン評価時に携帯型カロリー計 {JD Mate (熟大メイト); Kissei Comtec, Matsumoto, Japan} を使い、安静、低速、中速、高速の順に 3 分間ずつ歩行し、最速歩行時の最後の 1 分間のエネルギー消費量を個人の最大体力 (VO₂peak) の指標に設定した。対象者には、最大体力の 70% 以上に相当する「早歩き」と 40% 以下の「ゆっくり歩き」を 3 分間ずつ交互に行う IWT を、1 日 30 分以上、週 4 日以上実施するように指導した。

介入期間中の歩行データは、携帯型カロリー計を介して定期的に収集され、JTRC が運用する Health Trinity Net システムにより解析された[9]。対象者は松本市内の拠点施設にて定期的に

データ抽出を行い、その際に担当コーディネータまたは保健師による個別運動指導およびフィードバックを受けた。

2.4 解析方法

ベースライン時点における介入群と対照群の比較には、対応のない t 検定または χ^2 検定を用いた。

すべての連続変数について、ベースラインから再評価までの変化率を算出した。

$$\text{変化率(\%)} = \{(\text{再評価値} - \text{ベースライン値}) / \text{ベースライン値}\} \times 100$$

口腔機能の変化率について介入群と対照群を比較するために共分散分析 (ANCOVA) を用い、群を固定因子、年齢を共変量として解析した。

介入群と対照群における歯周病の改善度を比較するため、 χ^2 検定を用いた。

さらに、口腔機能評価項目および歯周状態を主要アウトカムとして、群 (介入群・対照群) および時間 (ベースライン・6 か月後) を要因とした 2 元配置反復測定分散分析を行い、IWT の介入効果を検討した。交互作用が有意であった項目については、変化量と身体機能指標との関連を相関分析により検討し、有意な関連を認め変数を共変量として加えた ANCOVA を追加実施した。

統計解析には SPSS (IBM, Statistics 23) を使用し、有意水準は全て 5% とした。

3. 研究の成果

3.1 対象者の概要

介入群は、ベースライン評価に参加した 155 人中、19 人が脱落し、再評価に参加したのは 136

表1.ベースライン評価時の対象者の概要

		介入群 (n = 136)	対照群 (n = 49)	p
年齢 (歳)		66.7 ± 0.8	65.5 ± 1.1	0.47
性別	男 (%)	47 (34.6)	23 (46.9)	0.36
	女性 (%)	89 (65.4)	26 (53.1)	
機能歯数		27.5 ± 0.2	27.2 ± 0.3	0.31
歯茎からの出血	Positive (%)	81 (59.6)	22 (44.9)	0.08
	Negative (%)	55 (40.4)	27 (55.1)	
舌圧 (kPa)		34.3 ± 0.7	33.7 ± 0.9	0.60
咀嚼能力 (スコア)		5.7 ± 0.2	6.0 ± 0.2	0.35
咬合力 (N) *		712.7 ± 41.8	1126.0 ± 80.4	<0.001
口腔乾燥		27.1 ± 0.2	29.0 ± 0.2	0.07

Data are presented as the mean ± standard error or number of participants (%)

p: Two-Group Comparison with the unpaired t-test or the χ^2 test.

*: Significant difference in each measured item by the unpaired t-test or the χ^2 test.

人 (男性 47 人、女性 89 人、平均年齢 66.7 ± 0.8 歳、mean ± S.E.) であった。

対照群は、ベースライン評価に参加した 53 人中、4 人が脱落し、再評価に参加したのは 49 人 (男性 23 人、女性 26 人、平均年齢 65.5 ± 1.1 歳、mean ± S.E.) であった。

表 1 に、対象者の概要を示す。介入開始時における 2 群間の年齢、性別、歯数、歯周状態、舌圧、咀嚼能力、口腔乾燥状態に有意な差は認められなかった。一方、ベースライン時の咬合力は、対照群で有意に高値を示した。

3.2 運動介入による口腔機能の変化

各調査項目における介入群と対照群の変化率の比較結果を表 2 に示す。

表2.口腔機能の変化率

	介入群	対照群	p
舌圧Δ%	-1.96 ± 2.1	-3.7 ± 2.1	0.26
咀嚼能力Δ%	10.6 ± 3.5	7.9 ± 3.5	0.11
咬合力Δ%*	21.6 ± 8.4	-2.5 ± 6.7	0.04
口腔乾燥Δ%	1.74 ± 1.2	-4.4 ± 1.4	0.07

Data are presented as the mean ± standard error

p: An analysis of covariance (ANCOVA) was used to compare the intervention and control groups, with the main effects being between-group difference and time, and age as a covariate.

*: Significant difference in each measured item by ANCOVA.

変化率においては、介入群で有意な咬合力の向上 (F=4.0, p=0.04) を認めた。それ以外の評価項目において、運動介入による有意な変化は認めなかった。

また、歯周状態の改善度においては、 χ^2 検定で検定した結果を表 3 に示す。介入群と対照群との間に有意な差は認めなかった (p=0.31)。

運動介入による筋力・最大体力等への影響と口腔機能との詳細な関係性については、現在データを整理中であり、今後解析を進める予定である。

4. 今後の課題

本研究では、IWT による運動介入が中高齢者

表3.歯周状態の変化

	介入群	対照群	p
Improved group	29 (21.3)	6 (12.2)	0.31
Unchanged negative	51 (37.5)	16 (32.7)	
Unchanged positive	34 (25.0)	15 (30.6)	
Aggravated group	22 (16.2)	12 (24.5)	

Data are presented as the number of participants (%)

p: Two-Group Comparison with the χ^2 test.

の口腔機能に及ぼす影響について検討した。その結果、介入群では咬合力の有意な向上を認めた。一方で、舌圧、咀嚼能力、口腔乾燥状態および歯周状態については、有意な変化を認めなかった。

本報告書作成時点では、一部データについてクレンジングおよび詳細解析が継続中であり、今後の解析結果によっては追加的な知見が得られる可能性がある。特に、運動介入による身体機能の変化（最大体力、下肢筋力、BMI等）と口腔機能との関連性については、交絡因子を考慮した多変量解析による検討を進めていく予定である。

さらに、歯周状態の維持・改善には、運動のみならず全身疾患、定期的な歯科受診、生活習慣等の多因子が関与している可能性がある。今後は、これらの背景因子を含めた包括的な解析を実施し、運動介入が口腔機能および高齢者の健康寿命延伸に果たす役割について、より詳細に検討していく予定である。

5. 研究成果の公表方法

本研究の成果については、2026年秋に、日本老年歯科学会での発表および英語論文誌への投稿を予定している。

6. 文献

- [1] Minakuchi S, Tsuga K, Ikebe K, Ueda T, Tamura F, Nagao K, Furuya J, Matsuo K, Yamamoto K, Kanazawa M, Watanabe Y, Hirano H, Kikutani T, Sakurai K. Oral hypofunction in the older population: Position paper of the Japanese Society of Gerodontology in 2016. *Gerodontology*. 2018; 35(4): 317-324.
- [2] Hasegawa Y, Sakuramoto-Sadakane A, Nagai K, Tamaoka J, Oshitani M, Ono T, Sawada T, Shinmura K, Kishimoto H. Does Oral Hypofunction Promote Social Withdrawal in the Older Adults? A Longitudinal Survey of Elderly Subjects in Rural Japan. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Nov 30;17(23):8904.
- [3] Nose H. Interval Walking Training for Middle-Aged and Older People: The Effects and the Evidence. *J. Jpn. Soc. Stomatognath. Funct*. 2012; 19: 1-9.
- [4] Nose H, Morikawa M, Yamazaki T, Nemoto K et

al. Beyond epidemiology: field studies and the physiology laboratory as the whole world; *J Physiol* 587.23 ,2009 .5569-5575.

[5] Horibe Y, Matsuo K, Ikebe K, Minakuchi S, Sato Y, Sakurai K, Ueda T. Relationship between two pressure-sensitive films for testing reduced occlusal force in diagnostic criteria for oral hypofunction. *Gerodontology*. 2022; 39(1): 3-9.

[6] Nokubi T, Yoshimuta Y, Nokubi F, Yasui S, Kusunoki C, Ono T, Maeda Y, Yokota K. Validity and reliability of a visual scoring method for masticatory ability using test gummy jelly. *Gerodontology*. 2013; 30(1): 76-82.

[7] Hayashi R, Tsuga K, Hosokawa R, et al. A novel handy probe for tongue pressure measurement. *Int J Prosthodont*, 15: 385–388, 2002.

[8] Tamaki S, Yamamoto K, Fukutsuji S, et al. Clinical evaluation of oral mucosal moisture using moisture meter. *Jpn Stomatol Soc*, 56: 234–240, 2007.

[9] Yamazaki T, Gen-No H, Kamijo Y, Okazaki K, Masuki S, Nose H. A new device to estimate VO₂ during incline walking by accelerometry and barometry. *Med Sci Sports Exerc*. 2009 Dec;41(12):2213-9.

以上

Effects of Interval Walking Training on Healthy Life Expectancy and Oral Function in Older Adults

Primary Researcher: Yoko Hasegawa, DDS, PhD
Associate professor, Division of Comprehensive Prosthodontics, Faculty of Dentistry & Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata University

Co-researcher: Tasuku Yoshimoto, PhD, DDS
Division of Removable Prosthodontics, Niigata University Medical and Dental Hospital
Shizue Masuki, PhD
Professor, Institute for Biomedical Sciences, Shinshu University
Mayuka Furihata, PhD
Health Promotion Coordinator, Jukunen Taiiku University Research Center

Abstract:

In an aging society, extending healthy life expectancy and preventing the need for long-term care are critical issues. Decline in oral function is associated not only with dysphagia but also with reduced social participation. However, the effects of exercise interventions on oral function and periodontal status remain insufficiently investigated. This study examined the effects of interval walking training (IWT) on oral function in middle-aged and older adults.

Participants were community-dwelling individuals aged 50 years and older, including an intervention group (n=136; mean age 66.7 years) who performed IWT and a control group (n=49; mean age 65.5 years) with no regular exercise habits. Assessments were conducted at baseline and after 6 months. Physical measures included BMI, peak aerobic capacity, and lower limb muscle strength. Oral assessments included number of functional teeth, periodontal status, occlusal force, masticatory performance, tongue pressure, and oral dryness. The intervention group was instructed to perform IWT consisting of alternating 3-minute bouts of fast walking at $\geq 70\%$ of peak capacity and slow walking at $\leq 40\%$, for at least 30 minutes per day, 4 or more days per week.

At baseline, there were no significant differences between groups in age, sex, number of teeth, periodontal status, tongue pressure, masticatory performance, or oral dryness, although occlusal force tended to be higher in the control group. After 6 months, the intervention group showed a significant improvement in occlusal force ($F=4.0$, $p=0.04$). No significant changes were observed in tongue pressure, masticatory performance, oral dryness, or periodontal status. Ongoing analyses are examining the relationship between changes in physical function and oral function.