

研究者：渡邊 幸慧（所属：愛知学院大学短期大学部 歯科衛生学科）

研究題目：歯肉局所微小循環から健康増進を支援する試み —正常な歯肉血流指標の解明—

目 的：

本邦では、加齢に伴い歯周病有病率が増加していることから、国民の歯周病予防が大きな課題である。その歯周病診断の際に、歯肉炎症評価として頻用される指標は、プロービング時の出血（bleeding on probing：BOP）、発赤腫脹の有無等の質的尺度であり、炎症の存在を示す簡便で有用な指標であるが、定量的に評価する指標ではない。歯周組織は主に微小循環で構成されており、炎症に伴って、血流量、酸素消費量、形態学的変化、毛細血管密度に変化を及ぼすことはすでに研究が行われているが、血流速度（blood flow velocity：BFV）に着目した研究はない。そこで、本研究では、歯周炎の診断指標として広く用いられている BOP に加えて、BOP が観察された部位の臨床的歯肉炎症所見に基づいて分類された歯肉毛細血管の BFV に着目し、歯肉炎の重症度を定量的に評価することを目的とした。

対象および方法：

1. 研究デザインと対象者

対象者は 2023 年 6 月から 2024 年 8 月の間に、本研究への参加に同意した愛知学院大学短期大学部歯科衛生学科学生 23 名で、除外基準は、現在喫煙者、服用薬剤のある者とした。本研究は探索的研究であり、事前のサンプルサイズ計算は行わなかった。

本研究のデータは、食物摂取頻度調査票（food frequency questionnaire：FFQ）による栄養摂取状況の評価、喫煙状況に関する質問票、および歯周組織検査（歯周ポケット深さ（probing pocket depth：PPD）、BOP、歯肉毛細血管顕微鏡動画の BFV 評価）から得られた。栄養摂取量は、専用のソフトウェア（Eiyoplus、株式会社建帛社、東京、日本）を使用して分析した。

2. 歯周病検査データ

歯周病検査は、上顎・下顎ともに前歯唇側の遠心、中央、近心を含む 36 部位を対象とした。歯肉炎は、病因論的因子に基づき、全身状態、服薬状況、栄養摂取、妊娠などを考慮して分類した。歯周検査は、臨床経験のある歯科衛生士がキャリブレーションに従って実施した。

3. 毛細血管顕微鏡動画の評価

毛細血管顕微鏡（Bscan-ZD、GOKO 映像機器株式会社、神奈川県、日本）を用いて、各参加者の歯肉毛細血管を約 720 倍の倍率で観察した。測定は 23℃ に保たれた室内で行い、歯科用ユニットに仰臥位の状態で記録を行った。記録箇所は、上顎と下顎の各 2 部位で、BOP の有無別に血流動画を記録した。画質を向上させるため、無色透明の口腔保湿ジェル（バトラー、サンスター、大阪、日本）を媒介剤として観察部位に塗布した。歯肉毛細血管 BFV は、専用ソフト

ウェア（GOKO-VIP、GOKO 映像機器株式会社、神奈川県）を用いて解析した。計測線は、記録映像で血流が目視で確認できる3本の血管に設定した。これら3つの血管の平均値を歯肉毛細血管 BFV とし、その平均値をそれぞれの部位の BFV とした。

4. 統計解析

BOP と BFV はともに非正規分布を示した。栄養状態は歯周組織の健康に影響を与えるため、BOP と栄養レベル、および BOP と BFV の関連を評価するために Spearman の相関分析を行った。さらに、上顎と下顎の BFV を BOP の有無で比較するために Mann-Whitney U 検定を用いて分析を行った。また、BOP を有する部位に限定し、臨床的炎症所見の有無別の比較においても、Mann-Whitney U 検定を用いた。データ分析は、Statistical Package for Social Sciences version 28（IBM Corp.）有意差検定は両側で行い、 $P < 0.05$ を統計的に有意とみなした。

結果および考察：

1. 結果

1) 対象者の属性

23 名の研究参加者のうち、現在喫煙している 1 名を除外し、22 名が分析対象となり（有効回答率 95.7%）、全て女性であった（平均年齢 20.9 ± 2.4 ）。喫煙状況については、参加者の 95.5% が非喫煙者であり、4.5% が過去に加熱式タバコを使用していた。

また、参加者の中には、歯頸部にコンポジットレジン修復を受けた者、薬剤を服用している者、妊娠している者はいないことから、歯肉炎はすべて細菌性デンタルバイオフィルムに起因すると判断した。歯周組織の状態については、PPD 平均 1.9 ± 0.2 mm、平均 BOP $16.4 \pm 10.2\%$ であり、歯の動揺は認めなかった。

2) 歯周病検査データと歯肉毛細血管 BFV の関係

BOP と歯肉 BFV の間には相関がみられなかった。

3) BOP の有無と歯肉 BFV の関係

BOP と各栄養素レベルとの間に有意な関連はみられなかった。そのため、BFV と炎症の関係を解析する際に栄養の交絡因子としての影響は考慮せず行った。

BOP がある部位では、BOP がない部位と比較して BFV が低下していた（ $P < 0.001$ ）。特に上顎では、BOP がある部位での BFV が BOP のない部位よりも有意に低かった（ $P < 0.001$ ）。一方で、下顎においては、BOP の有無による BFV の有意な差はみられなかった（図 1）。

4) BOP のある部位における臨床的炎症所見の有無と歯肉 BFV の関係

BOP のある部位において、臨床的炎症所見が認められる部位では、炎症が認められない部位と比較して BFV が低下していた（ $P < 0.05$ ）（図 2）。

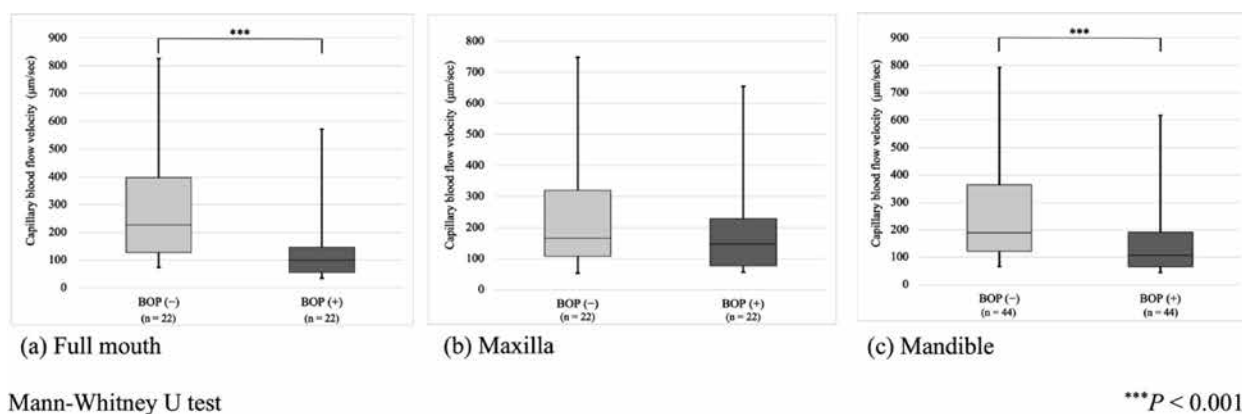


図1 BOP 有無別の毛細血管血流速度

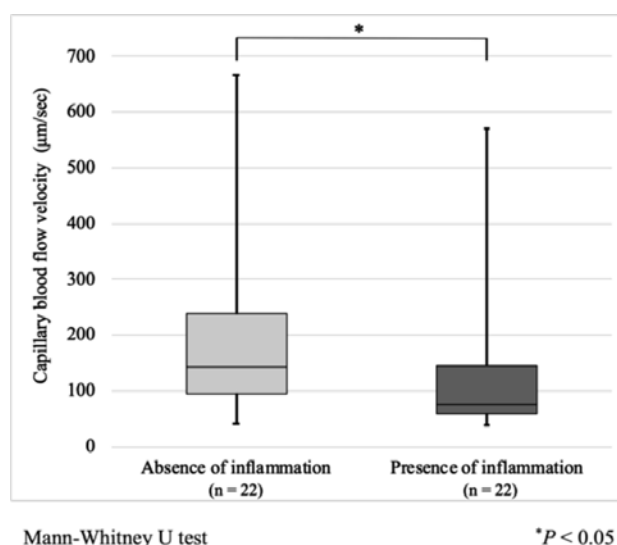


図2 BOP を有する部位の臨床的炎症所見有無別の毛細血管血流速度

2. 考察

本研究は、口腔内の血流速度（BFV）をビデオ毛細血管スコープで評価した初めての研究であり、従来の研究で主に評価されてきた毛細血管密度や形態変化とは異なり、BFV に着目した点に意義がある。

本研究では、特定の歯の部位を固定せず、測定当日に BOP が観察された部位の BFV を比較し、薬剤使用や妊娠の影響がないことを確認した上で、歯肉炎がプラーク誘発性であることを前提に解析を行った。その結果、BOP がある部位では BFV が低下していることが確認された。これは、炎症に伴う血管透過性の亢進や白血球の付着、血流停滞が微小循環に影響を及ぼしているためと考えられる。

一方で、過去の研究では歯肉表層の毛細血管 BFV は炎症の影響を受けないとの報告もあったが、本研究では先行研究と比較し、サンプル数を増やしたことで統計的に有意な差を確認できた。また、上顎では BOP の有無による BFV の差が認められたが、下顎では有意差がなかった。これは下顎前歯部の血流量が上顎前歯部よりも低いとすでに報告されていることから、炎症

がない状態における BFV が低く、BOP による影響が統計的に検出されにくかった可能性がある。また、BOP の割合と BFV には相関がなかったが、上顎・下顎ともに BOP の有無で BFV が異なっていたことから、BFV は局所的な歯肉微小循環における炎症の影響を定量的に評価する有用な指標となる可能性が示唆された。

本研究で使用した毛細血管顕微鏡は、体表面の毛細血管を観察するための装置であり、歯周ポケット内の炎症を直接観察することはできない。しかし、BOP は歯肉の色調変化よりも早期に現れる炎症の兆候であり、本研究では BOP がある部位と、肉眼的な炎症の有無にかかわらず BOP がいない部位との間で BFV に差が認められた。この結果は、歯肉表面に顕著な炎症が現れる前に、BFV が炎症の程度を評価する有効な指標となる可能性があることを示しており、既存の研究結果を支持するものであり、歯肉溝内の限局性炎症を定量的かつ早期に評価するのに有用な非侵襲的指標となる可能性があることが示唆された。

成果発表：（予定を含めて口頭発表、学術雑誌など）

現在英語論文投稿のための準備中