

平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01058

研究課題名(和文) 歯科治療「力」体感教育システムの開発

研究課題名(英文) The development of experimental force control training machine for the dental treatment

研究代表者

藤井 規孝 (Fujii, Noritaka)

新潟大学・医歯学系・教授

研究者番号：90313527

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：歯科医師に求められる技術には、講義や実習だけでは正確に教えることの難しい要素が存在する。なかでも、処置や操作中に術者(歯科医師)が患者や患歯に加える力の大きさは診断や治療の成否を左右する可能性が高い。しかしながら、力を可視化することは難しく、従来、効果的な学修方法は存在しなかった。そこで、本研究はある程度の臨床経験を有する歯科医師と研修歯科医、歯学生が高頻度一般歯科治療を行う際に発揮する力の大きさを測定し、その違いを明らかにした。本研究で開発した装置は様々な器材を適切に扱うための力をトレーニングするための有用なツールとなり得ることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The technical skills required for the dentist involve a certain difficult factor that cannot explain with words or figures. Generally, the dentists apply a suitable force to the patient or affected teeth during procedure. The control of force acceleration concerning dental practices or diagnosis (the dental force) are important for the dentists to get the successful results. However, there are no effective teaching methods for the dental force although it is essential for reliable dental treatments. The purpose of this study was to investigate the differences of the dental force between experienced dentists and dental trainees or students. The individual dental force were measured by the developed devices during they practiced to the dental simulator. As the result, the dental forces applied by dentists were significantly differ from dental trainees and students. It was suggested that the device might be a useful teaching tool to learn the suitable dental forces.

研究分野：歯科臨床教育

キーワード：歯科臨床 技術教育 力のコントロール

1. 研究開始当初の背景

優秀な歯科医師を育成することは高等教育機関である大学歯学部および歯科大学に課せられる最も大きな社会的使命の一つである。しかしながら、継続的に進化・発展する歯科学や年々複雑化する社会情勢を受け、現在では従来行われてきた卒業時点での歯科医師の完成教育は非常に困難になっている。さらに近年、医療連携や全身と口腔の関わりが注目され始めたことから、現状においては社会の期待に応えることのできる歯科医師養成システムが完成しているとは言い難い。一方、このような流れに対して歯学教育界も様々な対策を講じている。平成 22 年度には文部科学省により全国各大学歯学部、歯科大学における教育の統一の基準である歯学教育モデルコア・カリキュラムが改訂され、「臨床実習」という項目が新たに設置された。さらに、「臨床実習」は歯学部卒業前の学生が担当医の一人として治療に加わり、歯科治療を実地に学ぶ診療参加型の形態で行うことが望ましいとし、現在、全国の大学において診療参加型臨床実習の体制整備が行われている。また、歯科医師臨床研修を司る厚生労働省も 5 年に 1 度研修制度の見直しを行い、歯科医師の質の担保に努めている。医療人の育成に際し、豊かな人間性や幅広い見識、自己省察に基づく生涯学習の姿勢等を学生自らが涵養することのできる環境が必要不可欠であることに異論はない。同時に、これらは医療に携わること志す学生に対しても当然のように求められる資質要件であり、特に歯科医師を目指す歯学生に関しては治療を行うための技術を備えていることが必須であることにも疑いの余地はない。

歯科医師は技術職であり、治療技術の習得にはいわゆる「勘所」が重要且つ比較的大きな要素として占めている部分が少なくない。学習者は、従来から用いられている教科書や VTR などの教材によって、治療に関する知識や処置のイメージを得ることができる。しかしながら、処置を行っている最中に術者（歯科医師）が焦点を当てている極狭いポイントや、治療中に加えている力の加減を説明することは非常に困難であり、ほぼ不可能に近い。これらは大変重要であるにも関わらず、言葉や映像だけでは伝えることができない要素であり、歯科医師という技術職の勘所に相当するものである。このような歯科治療の勘所は、経験を積み重ねることによって術者が自ら涵養せざるをえない領域に存在しているため、学生や研修歯科医にとっては治療の善し悪しに関する判断を難しくするだけでなく、自分が行った治療に対する自信を持つために時間を要する原因にもなっている。歯科医師は知識だけでは如何ともし難い状況をいくつも経験して成熟するといえる。本研究は歯科医師に求められる治療技術を効率よく、確実に教育するための方法を、従来とは異なる視点から確立するために計画した。

2. 研究の目的

一般健常者の噛む力（咬合力）は本人の体重分に相当するといわれている。咬合力の具体的な数値を調べると正常で健康な歯並び（歯列）をもつ成人男性では 50kg を超えることも珍しくない。歯の周りにこれだけの力を受け止める機構が備わっていることについては、歯学を学ぶ者にとっては常識である。一方、他人の体に不用意に力を加える行為は決して好ましくないという社会的常識も厳然として存在する。このような常識のジレンマに悩み、本来必要とされる力を適切に加えることができないため、治療をうまく進めることができずにいる学生や研修歯科医は決して少なくない。各種シミュレーション機器が開発され、技術習得が重点化されているにも関わらず、今現在自分が患者に加えている力を客観的に示す装置は存在しない。そこで本研究ではこのような装置を開発するとともに学生、研修歯科医および指導する立場にある歯科医師のそれぞれが、高頻度に行われる一般歯科治療時に患者に加える力を測定し、得られた結果を比較検討することを目的とした。さらに、その延長線上には処置ごとに術者が患者に加える適切な力の大きさがあることを証明し、この装置を利用してトレーニングを行うことにより、歯科治療技術の早期習得が可能になることを視野に入れている。

3. 研究の方法

(1) 歯科治療時に術者が患者に加える力を計測する装置の開発

シンプルマネキン、顎模型、人工歯（いずれもニッシン社製）を仮想患者に見立て、下顎に加わる力を電子秤、フォースゲージ（IMADA 社製）によって測定する装置を作成した。



測定装置

マネキンの下顎部分に電子秤に固定した下顎模型を取り付けたもので 0 ~ 10kg までの荷重を計測することができる。

処置毎に秤に表示される荷重数値を読み取ることで術中に患者に加わる力の大きさを測定した。



測定装置

同様、下顎部分にデジタル荷重測定装置フォースゲージに固定した下顎模型を取り付けたもの。PC接続することによって荷重と時間を出力することが可能であり、専用ソフトを用いて測定結果を記録した。

(2) 測定対象とした高頻度一般歯科治療と被験者群

【実験-1：学生群 vs 歯科医師群】

被験者は臨床実習中の本学歯学科5年生10名と臨床実習、臨床研修の指導教員を務める歯科医師10名（経験年数6年以上）の20名とし、本学臨床実習期間の約半分に相当する5ヶ月が経過した時期に調査を行った。力の計測対象には比較的小さな力を用いて行われる処置としてポケット検査、歯肉圧排、中等度の力で行われるものとして感染歯質除去、大きな力を要すると思われるものとして部分床義歯装着、全部鑄造冠装着の5種類を選択した。処置の対象歯は、歯周ポケット検査は下顎前歯、歯肉圧排は支台歯形成を行った右側第一小臼歯、感染歯質除去は右側第二小臼歯とした。部分床義歯装着には下顎左側第二小臼歯から第二大臼歯および右側第二小臼歯、第一大臼歯の欠損模型とこれに装着できる両側性部分床義歯を使用した。全部鑄造冠には支台歯形成を行った右側下顎第一大臼歯を装着した模型とこの支台歯の印象採得を行って製作した全部鑄造冠を用いた。

処置時に術者が患者に加える力の計測は、測定装置を用いて行った。被験者には計測を行う前に各処置の設定内容を説明し、処置以外で対象とする模型に触れることによって加わる力を排除するために秤の本体に設けたフィンガーレストを使用することや補綴装置の装着時に下顎下縁をおさえる際には秤の底面を利用すること等の注意を与えた。なお、被験者は計測者の合図に従って処置を開始、終了することとし、同じ処置についてそれぞれ3回の計測を行って得られた結果の平均を各被験者の数値とした。得られた結果は各処置における学生群、歯科医師群の値をMann-WhitneyのU検定を用いて比較し、有意差の有無を検討した（ $p < 0.05$ ）。また、対象とした処置のうち、比較的小さな力で行われることを想定したもの（歯周ポケット検査および歯肉圧排）と比較的大きな力で行われることを想定したもの（部分床義歯装着および全部鑄造冠装着）について学生群、歯科医師群内での比較を行った。

【実験-2：臨床研修中の研修歯科医】

被験者は実験の趣旨を理解し、同意を得た平成27年度新潟大学医歯学総合病院歯科医師臨床研修単独型プログラムの研修歯科医22名とした。力の計測は、下顎に2種類のフォースゲージ（ZTA-50N、ZTA-100N、IMADA社）を取り付けた改造マネキン（シンプルマネキン、ニッシン）（測定装置）を用いて行っ

た。フォースゲージは専用のソフトをインストールしたパーソナルコンピュータに接続することにより、計測軸（測定装置 矢印）に加わった圧縮あるいは引張り力を経時的にリアルタイムで数値化する装置である。なお、2つのフォースゲージはそれぞれ最大計測値、分解能が異なるため、比較的繊細な処置の測定にはZTA-50（最大計測値50N、計測単位0.01N）および大きな力の測定にはZTA-100（最大計測値100N、計測単位0.1N）を使用した。

力の計測は研修開始2ヶ月経過後の平成27年6月（研修初期）とそれから8ヶ月経過した後の平成28年2月（研修後期）に行った。計測対象とする処置には比較的繊細な力で行うものとして歯周ポケット検査（PPE）、歯肉圧排（GR）、中等度の力を予想して歯肉縁下歯石の除去（SRP）、抜歯（EXT）、大きな力を要するものとして全部床義歯の加圧印象（FD）、全部金属冠の装着（FMC）を準備し、PPE、GRにはZTA-50Nを、それ以外にはZTA-100Nを用いた。模型は有歯顎と無歯顎の2種類を用意した。人工歯の事前準備として、GRには支台歯形成済みの人工歯を、SRPには歯肉縁下5mm程度の位置に凹凸を形成した人工歯を用意し、予めスケーラーで触知できることを確認した後、この凹凸を縁下歯石に見立てた。FDについては、模型に合わせて作成した個人トレー（オストロン、（株）ジーシー）に軟性裏装材（ソフリライナー、（株）トクヤマデンタル）を接着し、シリコン印象が盛られた状態を近似的に再現した。計測軸への入力を処置によるものに限定するため、被験者にはフィンガーレストは模型の歯ではなく、下顎周囲に取り付けたフレームを利用するよう指示を与えた。それぞれの処置で使用した対象部位の一覧と処置の一例を表1に、計測画面の一例を図1に示す。

処置内容	歯周ポケット検査 (PPE)	歯肉圧排 (GR)	縁下歯石の除去 (SRP)
対象歯	下顎4前歯	右下4番	右下3番
	抜歯 (EXT)	全部床義歯印象 (FD)	全部鑄造冠装着 (FMC)
	右下5番	下顎無歯顎	右下6番

表1 処置内容および対象歯の一覧

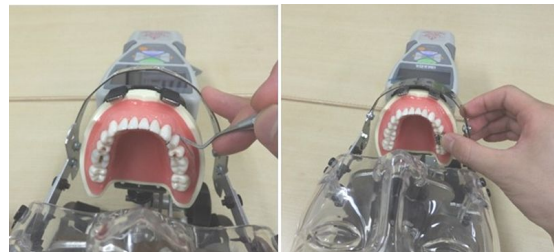


図1 計測風景の一例（FMC装着）

各被験者から得られた結果は、PPE、GR、SRP、EXTではグラフ様に描記される複数のピーク値から中央値を算出し、FD、FMCでは処置中の最大値を求め、それぞれ研修初期、後

期における当該処置の代表値(N)と定めた。比較には wilcoxon の符号付順位和検定 (SSRI エクセル統計 2012) を用いた。また、PPE と GR、FD と FMC 間の研修初期、後期の差を Mann-Whitney の U 検定にて比較、検証した。さらに、各被験者における 6 項目の処置の最大値と最小値の差を処置力の幅とし、これについても研修初期、後期の値を wilcoxon の符号付順位和検定を用いて比較した。なお、実験は新潟大学歯学部倫理委員会の承認 (26-R55-03-13) を得て行った。

4. 研究成果

【実験-1：学生群 vs 歯科医師群】

1. 比較的小さな力で行われることを想定した処置

1) 歯周ポケット検査

学生群は 18 ~ 140g、歯科医師群では 27 ~ 60g に相当する力が計測され、平均は 75.7 ± 38.4 (SD)g、39.5 ± 11.1g であった。荷重の値は学生群でばらつきが大きく、両群の間には有意差が認められた (p=0.0081) (図 2)。

2) 歯肉圧排

学生群で 44 ~ 230g、歯科医師群では 28 ~ 120g

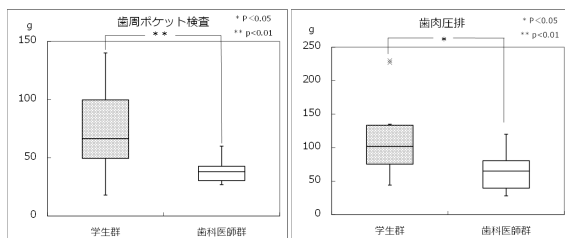


図 2

図 3

に相当する力が計測され、平均は学生群 118 ± 65.6g、歯科医師群 65.5 ± 29.4g であった。歯肉圧排は歯周ポケット検査より大きな力で行われる傾向があることが示された。学生群には外れ値がみられ、両群の間には有意差が認められた (p=0.0375) (図 3)。

2. 中等度の力で行われることを想定した処置

3) 感染歯質除去

学生群は 44 ~ 356g に相当する力が計測され、平均 129.3 ± 92.7g であったのに対して歯科医師群では 127 ~ 672g、平均 381.1 ± 167.4g が計測された (図 4)。

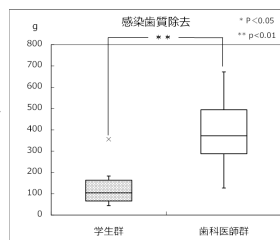


図 4

両群間には有意差が認められた (p=0.0012)。また、それぞれの平均値には約 3 倍に相当する大きな差があった。

3. 比較的大きな力を要すると思われる処置

4) 部分床義歯装着

学生群では 744 ~ 3180g、平均 1615 ± 842.5g 相当の力が計測された。歯科医師群では 1343 ~ 5439g、平均 2807.3 ± 1395.7g が計測され、最低でも 1000g を超える力が加えられていた (図 5)。両群の間には有意差が認められた (p=0.0343)。

5) 全部铸造冠装着

学生群は 619 ~ 2552g、平均 1480.7 ± 542.7g に相当する力が計測されたのに対して歯科医師群では 2180 ~ 5460g、平均 4136.7 ± 1066.9g が観察され (図 6) 両群間には有意差がみられた (p=0.0002)。

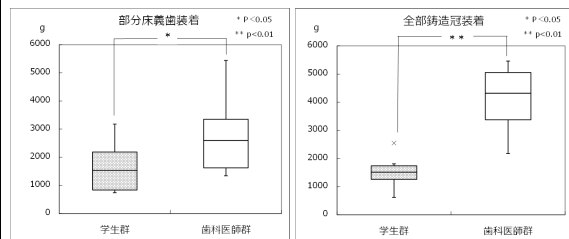


図 5

図 6

・学生群、歯科医師群内における各処置の比較

1. 比較的小さな力で行われることを想定した処置

250g 以下に相当する力で行われた歯周ポケット検査と歯肉圧排について、それぞれの群内における比較を行ったところ、学生群 (図 7) では有意差がみられなかったのに対し、歯科医師群 (図 8) では有意差が認められた (p=0.0339)。

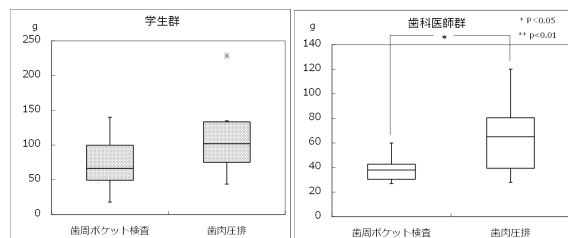


図 7

図 8

2. 比較的大きな力で行われることを想定した処置

両群とも平均で約 1500g 以上に相当する力が計測された。部分床義歯装着と全部铸造冠装着を比較した場合においても、学生群 (図 9) には有意差がみられず、歯科医師群 (図 10) には有意差を認めた (P=0.0494)。

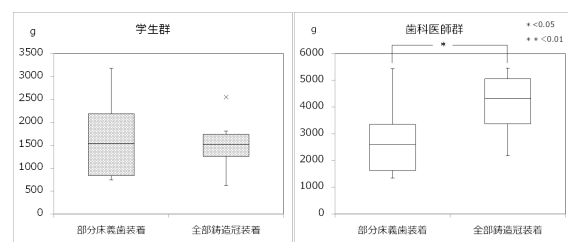


図 9

図 10

・学生群、歯科医師群内各被験者が処置時に加えた力の大きさ

各被験者において計測された最大値と最小値の差は学生群において 619 ~ 3162g、平均 1716.3 ± 734.9g、歯科医師群では 3022 ~ 5418g、平均 4444.6 ± 883.3g

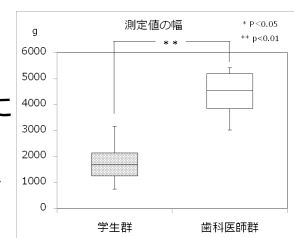


図 11

であり、両群の間には有意差が認められた ($p=0.0002$) (図 11)。

【実験-2：臨床研修中の研修歯科医】

1. 各処置において測定された研修初期と後期の処置力

1) 比較的繊細な力で行う処置

・歯周ポケット検査 (PPE)

研修初期は約 0.13 ~ 0.65N (平均 0.24 ± 0.13) であったのに対して、研修後期では約 0.13 ~ 0.45N (平均 0.24 ± 0.09) であり、両群間には有意差は認められなかった。

・歯肉圧排 (GR)

研修初期は約 0.16 ~ 3.97N (平均 0.56 ± 0.77)、研修後期では約 0.13 ~ 1.49N (平均 0.51 ± 0.28) であり、両群間には有意差は認められなかった。

2) 中等度の力で行う処置

・歯肉縁下歯石の除去 (SRP)

研修初期は $-6.24 \sim -0.09$ N (平均 -1.91 ± 1.36) であったのに対して、研修後期では $-4.34 \sim -0.45$ N (平均 -2.04 ± 1.06) であった。両群間には有意差は認められなかった。

・抜歯 (EXT) (図 12)

研修初期は 2.40 ~ 28.10N (平均 11.10 ± 6.54) であったのに対して、研修後期では 10.10 ~ 44.90N (平均 21.50 ± 10.70) であり、両群間には有意差が認められた。

3) 比較的大きな力を加える処置

・全部床義歯印象 (FD) (図 13)

研修初期は 13.60 ~ 75.00N (平均 35.70 ± 17.50) であったのに対して、研修後期では 18.50 ~ 100.00N (平均 51.80 ± 17.50) であった。平均値、最大値ともに後期のほうが大きい値となり、両群間には有意差が認められた。

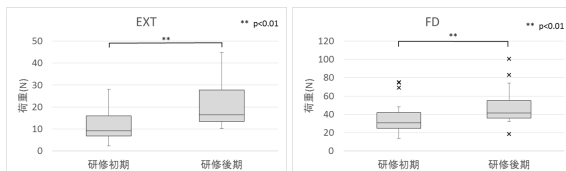


図 12

図 13

・全部金属冠装着 (FMC)

研修初期は 13.50 ~ 74.90N (平均 33.20 ± 16.10) であったのに対して、研修後期では 13.10 ~ 63.80N (平均 38.70 ± 14.70) であった。両群間には有意差は認められなかった。

2. 処置間の比較

1) 比較的繊細な力で行う処置 (図 14)

概ね 1N 以下に相当する力で行われた歯周ポケット検査と歯肉圧排について、群間の比較を行ったところ、研修初期、後期ともに有意差が認められた。

2) 比較的大きな力を加える処置

全部床義歯印象と全部金属冠装着を比較してみると、いずれも平均で約 35N 以上に相当する力が計測され、研修初期と後期ともに有意差が認められなかった。

3. 各被験者の処置力の幅の比較 (図 15)

各被験者において計測された最大値と最小

値の差は研修初期において 14.40 ~ 74.70N (平均 40.80 ± 17.10)、研修後期においては 30.50 ~ 100.00N (平均 51.80 ± 17.50) であり、両群の間には有意差が認められた。

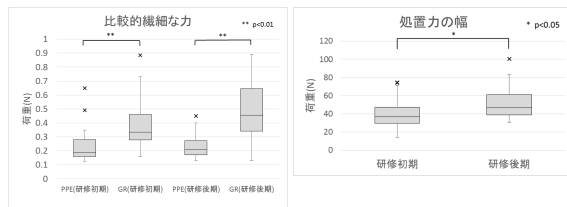


図 14

図 15

【まとめ】

歯科医師が治療時に患者に加える力には大きさだけでなく向きや回転等の成分がある。今回の実験ではすべて装置に対して垂直方向に入力された荷重として治療時に術者が加える力を計測したことになるため、詳細な力の成分は分析できていない。しかし、対象として選択した処置は主に歯軸方向、すなわち咬合平面に対して垂直下向きに力を加えて行うものであること、治療時の歯科医師の動きには比較的静的なものが多く、関節や筋肉をダイナミックに連動させる動作は少ないこと、将来的に教育に活用するためにはできるだけシンプルで誰にでもわかりやすいものが望ましいと思われることなどからこの結果は今後活用できる可能性があると考えられる。

今回の結果から歯科医師は臨床現場での治療を通じて経験的に力をコントロールしており、学生においても同様の傾向がみられるが、適切な力のコントロールを身につけるまでには至っていないことが示された。歯周ポケットと歯肉圧排、部分床義歯と全部床義歯の装着を比較したところ、学生群ではいずれも有意差がみられなかったのに対し、歯科医師群では有意差が認められた。この結果は、歯科医師が処置時に行う力のコントロールは非常に繊細であり、目的に応じて明確に力を使い分けしていることを示していると考えられた。一方、学生群は処置に用いる力のバリエーションが乏しく、必要な時に必要なだけの力を患者の歯や顎に加えられていないことが示された。全体を通じて学生群にはいくつか外れ値が認められたことも学生の適切な力加減に対する理解度の低さを示しているように思われた。今回、学生群の被験者には5ヶ月の臨床実習経験があった。本学の臨床実習は学生を担当医の一人と位置づけて行う診療参加型で運営されているため、被験者の中には実際の臨床で部分床義歯や全部床義歯の装着を行ったことがある者が含まれていたと思われる。しかしながら、特に全部床義歯装着に関しては最大値を計測した学生でも歯科医師群の平均値にさえはるかに及ばず、学生群の平均は歯科医師群の約1/3程度にとどまっていた。このことから、歯科医師群における全部床義歯装着時の平

均値である 4kg に相当する力は患者に加える力の大きさとして学生の想定を超えているように思われた。また、処置時の力加減は数回経験したのみでは会得できないことを示していると考えられた。

研修歯科医を被験者として行った実験でいくつかの分析において有意差が認められたことから、担当医として臨床の場に出る経験は、8 ヶ月という比較的短い期間であっても彼らの治療技術に影響を与えたと考えられた。ほとんどの研修歯科医が研修開始後 2 ヶ月までに PPE、GR に対する適切な力、すなわち繊細な力のコントロールをおおよそ身につけることができているのに対し、中等度の力を要する抜歯では研修初期には多くの研修歯科医が十分な力を加えられていない可能性があることが明らかになった。抜歯は高頻度一般歯科治療において代表的な観血的処置の一つであり、抜歯器具を適切に扱うと共に安全に対する配慮も求められるため、経験の浅い歯科医師にとっては緊張を強いられる処置に相当する。この結果は、経験症例数が少なくても術者の技術修得に影響を与える処置が存在することを示していると考えられ、今後研究を継続するにあたり大変興味深く思われた。患者に比較的大きな力が加わることを想定した FD、FMC については、FD に有意差がみられた。しかし、FMC についても研修後期に最大値の減少、中央値の増大がみられ、研修歯科医が加える力は変化していることが明らかになった。最大値の減少は必要以上の力を加えなくてもよいことを学習したことを示している可能性があると思われた。また、下顎全部床義歯製作時に行う筋形成を含む一連の印象操作も経験の浅い研修歯科医にとっては緊張する処置であると思われるため、EXT 同様、技術修得に際し、経験数以外に術者の心理的要因や状況的背景などにも影響を受ける処置があることが示唆された。

FMC と FD の比較については有意差が認められなかった。しかし、いずれも研修後期において大きな力を加える傾向が認められたため、研修歯科医が今後さらに経験を積むことにより違いが明らかになる可能性があると考えられた。全体の結果より、研修期間内における研修歯科医の力のコントロールには個人差があるように思われた。また、それぞれの研修歯科医が臨床で経験した症例の内容や数は同一ではないため、今後はこの点を含めて調査を行う必要性が高いことが示された。一方、たとえ経験が少なくても確実に力のコントロールに影響を与える処置が存在することが示唆された。臨床技術の修得においては力のコントロールが必要不可欠な要素として術者に求められることに異論はないと思われる。今後は十分な経験を持つ歯科医師を対象にデータを収集し、それぞれの処置に対する適正な力の大きさを探ると共に学生や研修歯科医が力のコントロールを

学習する過程をさらに詳細に調査し、より効率的に歯科臨床技術を教育するためのツール開発につなげたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

中村太、佐藤拓実、塩見晶、奥村暢旦、石崎裕子、伊藤晴江、中島貴子、藤井規孝、高頻度歯科治療における処置時の力のコントロールに関する研究、日本歯科医学教育学会雑誌、査読有、2016、32 巻、pp.22-28

佐藤拓実、中村太、塩見晶、石崎裕子、奥村暢旦、伊藤晴江、中島貴子、藤井規孝、研修歯科医の臨床技能習得における力のコントロールに関する研究、日本歯科医学教育学会雑誌、査読有、2016、32 巻、pp.48-54

〔学会発表〕(計 3 件)

奥村暢旦、中島貴子、石崎裕子、伊藤晴江、塩見晶、中村太、佐藤拓実、藤井規孝、力のコントロールに対する臨床研修の効果について、第 36 回日本歯科医学教育学会学術大会、2017 年 7 月 28 日、松本中央公民館(松本)

奥村暢旦、中島貴子、石崎裕子、伊藤晴江、塩見晶、中村太、佐藤拓実、藤井規孝、研修歯科医の処置時の力のコントロール習得に関する研究、第 35 回日本歯科医学教育学会学術大会、2016 年 7 月 2 日、大阪大学コンベンションセンター(大阪)

中村太、佐藤拓実、藤井規孝、奥村暢旦、中島貴子、石崎裕子、伊藤晴江、塩見晶、高頻度歯科治療における処置時の力加減についての研究、第 34 回日本歯科医学教育学会学術大会、2015 年 7 月 11 日、鹿児島県民交流センター(鹿児島)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤井 規孝 (Fujii, Noritaka)
新潟大学・医歯学系・教授
研究者番号：90313527

(2) 研究分担者

奥村 暢旦 (Okumura, Nobuaki)
新潟大学・医歯学総合病院・助教
研究者番号：90547605

(3) 研究協力者

中村 太 (Nakamura, Futoshi)
佐藤 拓実 (Sato, Takumi)