

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 佐藤 拓実
学位 博士 (歯学)
学位記番号 新大院博 (歯) 第437号
学位授与の日付 平成31年3月25日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名 光学式モーションキャプチャ・システムによる歯牙切削動作の定量的解析

論文審査委員 主査 教授 早崎 治明
副査 教授 藤井 規孝
副査 教授 野杵 由一郎

博士論文の要旨

【背景】

歯科医師に求められる基本的な臨床能力には知識・態度・技能が含まれるが、特に技能に関する歯科臨床教育は容易ではなく、実際に治療を行う上でのポイントは各人がそれぞれの臨床経験を通じて会得している場合が少なくないと思われる。歯科臨床教育の効率化を図るためには、治療技術を定量的に評価することが有効と考えられるが現在までにそのような方法は確立されていない。また、治療結果の成否は診療動作にも大きな影響を受けるが、診療動作を客観的に調査した研究はほとんどなされていない。高齢化を迎えた現在、我が国の社会はますます複雑化し、口腔内の問題を治療、管理する歯科医師には様々な環境下で歯科治療を行う機会が増えると思われる。そのため、歯科医師の早期完成を目指す研究を進める意義は決して小さくないと考えられる。本研究は、言葉や図で説明することが非常に困難であるにも関わらず、技能の学修に確実に寄与する要素を可視化すると共に客観的に評価することを最終的な目的とし、光学式モーションキャプチャ・システムを用いてエアタービンによる切削動作の定量的な分析を行った。

【対象および方法】

動作計測には赤外線反射マーカを備えた対象物の位置を赤外線カメラで捕捉し、任意の座標上に抽出する光学式モーションキャプチャ・システム (VICON, Oxford, イギリス) を用い、データの解析は専用のソフト・ウェア (NEXUS, (株) インターリハ) で行った。

実験は下記の2つを行い、解析対象はダイヤモンドポイント、被験者の各関節部の運動と被験者と人工歯の距離とし、それぞれのデータの特徴を示す平均値、ばらつきを示す変動係数について比較検討を行った。ダイヤモンドポイントの位置については動作中の咬合面上の軌跡も記録した。

実験1：臨床経験年数5年以上の男性歯科医師7名と本学臨床実習中の学生9名を被験者とし、マネキンに取り付けた#46人工歯にI級インレー窩洞を形成する際の動作を計測した。得られた各種データについて、平均値と変動係数を算出し、Mann-Whitney U test (Bell Curve for Excel) を用いて有意差の有無を検証した。

実験2：臨床経験年数5年以上の男性歯科医師8名を被験者とし、実験1と同様の環境下で窩洞をフィンガーレストあり、なしで形成する動作を計測した。フィンガーレストあり群とフィンガーレストなし群で得られたデータの平均値、変動係数について統計解析を行い、Wilcoxon signed rank test (Bell Curve for Excel) を用いて有意差の有無を検証した。

【結果と考察】

実験1においては、ダイヤモンドポイントの移動速度の変動係数、肘の回内外の平均、手首の尺撓屈の変動係数、胸部から被験歯までの距離の平均、計測時間、切削時間、確認時間で有意差を認めた。実験2では、ダイヤモンドポイントのZ軸回りの姿勢の変動係数、移動速度の平均と変動係数、肘の回内外の平均、屈曲伸展の変動係数、手首の尺撓屈の平均、切削時間で有意差を認めた。この結果から、エアタービンを用いた歯牙切削動作では、上肢の各関節を無理のない姿勢に保ち、フィンガーレストによりエアタービンの安定性を確保することで精確な操作を可能にしていると考えられた。この傾向は歯科医師群においてより顕著に認められたため、歯科医師は経験を重ね、試行錯誤することで自分に合った診療姿勢にカスタマイズしていると思われた。一方、学生は適切な診療姿勢について学ぶことが少なく臨床経験にも乏しいため、姿勢に無理が生じ、切削中に動かすべきでない部位を動かしていることが示唆された。窩洞形態について、歯科医師群では概ね同様の形態であったのに対し、学生群では個人によって差がみられた。形成に要した時間にも差が認められたことから、両者の理想的な窩洞形態に対するイメージには差があると考えられた。

実験2の結果からフィンガーレストが窩洞形成に与える影響は大きく、外見上の動作に明らかかな変化がみられなくても、レストなし群では切削に要した時間も有意に延長しており、インスツルメントの安定性の低下やダイヤモンドポイントの逸脱を起こす可能性が増加していると考えられた。このことは、関節や指だけでエアタービンを安定させることは困難であり、各種インスツルメントの操作に際してフィンガーレストは必要不可欠であることを示していると思われた。

近年、様々な計測装置の開発に関する技術は大きく進化しているため、術者の視線や患者、患歯に加わる力、三次元光学スキャナを用いた形態評価など、これまで量的に扱うことができなかったものを可視化し、学修者にフィードバックすることが可能になると思われる。また、それらを利用することによって歯科臨床教育の効率化を図り、歯科医師の完成に要する時間や経験を縮小できることが期待される。今後は他のシステムとの連携も視野に入れ、歯科診療技能の取得に隠されているポイントを多角的に可視化するとともに定量化したいと考えている。

審査結果の要旨

歯科臨床技能の習得は個人の経験によるものが大きいと考えられるが、効率的な歯科臨床技能の習得には、これまでより効果的な技能教育が必須となる。その1つの手法として治療技術を定量的に評価し、これに基づいた指導が有効であると考えられる。治療技術を構成する要素の中で、診療姿勢については長年研究が行われているが、精度の高い三次元的で経時的診療動作の解析の報告はない。本研究は、歯科医師と学生間、およびフィンガーレストの有無における窩洞形成の動作の違いについて光学式モーションキャプチャ・システムを用いて計測を行い、歯科診療動作を定量化・評価することで歯科臨床技能教育に貢献することを目標としている。

実験1では男性歯科医師7名、歯学科6年男子学生9名における、下顎右側第一大臼歯I級インレー窩洞形成を対象動作として、2回ずつ計測を行った。また実験2では男性歯科医師8名に対し、同様の動作をフィンガーレストの有無により各2回ずつ計測を行った。歯科医師群、学生群、フィンガーレストの有無により得られた各種データについて、平均値と変動係数を算出するとともに、実験1ではMann-Whitney U testを用い、実験2ではWilcoxon signed

rank testを用いて有意差の有無を検証した。いずれも危険率5%以下を統計的有意とした。

実験1においては、ダイヤモンドポイントの移動速度の変動係数、肘の回内外の平均、手首の尺撓屈の変動係数、胸部から被験歯までの距離の平均、計測時間、切削時間、確認時間で有意差を認めた。実験2では、ダイヤモンドポイントのZ軸回りの姿勢の変動係数、移動速度の平均と変動係数、肘の回内外の平均、屈曲伸展の変動係数、手首の尺撓屈の平均、切削時間で有意差を認めた。

光学印象や CAD/CAM などのデジタル（先進）技術の進歩はめざましく、これらが歯科医療の質の向上に大きく寄与することに議論の余地はない。しかし、このような先進技術を活かすにあたっては、歯科医師が適切な診療技術を習得していることが前提である。本論文は I 級インレーの窩洞形成動作について光学式モーションキャプチャ・システムを用いて評価を行った初めての研究であり、経験が豊富な歯科医師と経験が浅い学生の窩洞形成動作の違い、またフィンガーレストの有無による動作の違いを明らかにした。この結果から、窩洞形成動作時のエアタービンのコントロールに関して、姿勢や上肢の屈曲の度合やエアタービン操作の制御の主体となる部位、またフィンガーレストがない場合のコントロールの低下や危険性の増加、姿勢の変化など重要な指標が示唆された。臨床技能の 1 つである適切な診療動作について、これを数値化し解釈することで、学習者に具体的かつ臨床実感の伴う示唆を与えることができる。これにより歯科臨床教育技能指導の適切化、効率化にエビデンスを持って寄与することができる。

本論文は、窩洞形成におけるエアタービン等の三次元的動作を明らかにしたことに新規性がある。今後、歯種や部位、支台歯形成などの切削動作の計測と解析に加え、窩洞や支台歯の形態評価を組み合わせることにより、診療技能の向上を客観的に評価する可能性も示唆している。これらは歯科臨床教育に重要な基礎的データの蓄積を期待させるとともに、今後の教育の方向性に一石を投じた点において、学位論文としての価値を認める。また、論文内容に関する試問に対しても十分な回答を得ることができたことから、博士（歯学）の学位を授与するにふさわしいと判断した。