

学位研究紹介

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

The quantitative analysis of tooth preparing movement by the optical motion capture system

新潟大学大学院医歯学総合研究科歯学教育研究開発学分野
 佐藤 拓実
 Division of Dental Educational Research Development,
 Niigata University Graduate School of Medical and
 Dental Sciences
 Takumi Sato

【緒 言】

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。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ーターチンによる切削動作の計測を行い、定量的な分析を行った。

【方 法】

被験動作は #46 の I 級インレー窩洞形成動作とした。実験 1 では歯科医師群として新潟大学医歯学総合病院に勤務している男性歯科医師 7 名 (平均年齢 38.3 ± 5.8 歳, 勤務年数 5 年以上), 学生群として臨床実習参加中の新潟大学歯学部歯学科 6 年男子学生 9 名 (平均年齢 24.6

± 1.2 歳) とした。実験 2 では新潟大学医歯学総合病院勤務の男性歯科医師 8 名 (平均年齢 37.3 ± 6.2 歳) とした。

動作計測には赤外線カメラによって空間内の赤外線反射マーカの位置を三次元的に測定する光学式モーションキャプチャ・システム (VICON) を用い、事前に測定誤差が 0.1 [mm], 角度 0.1 [deg] 以内に収まるように設定を行った。

赤外線カメラのサンプリング周波数は 100 [Hz] とし、赤外線反射マーカは国際バイオメカニクス学会の基準に則って被験者の上半身に貼付した。動作計測によって得られたデータの分析には、3次元空間動作解析ソフトウェア (NEXUS) を用いた。

【計測手順および教示内容】

計測に先立ち、被験者は理想的な I 級インレー窩洞形成を行った #46 人工歯を観察する。

- Step1 ダイヤモンドポイントを #46 人工歯に設けた窩洞形成開始点に挿入し静置する。切削開始の合図とともに切削を開始する。
- Step2 被験者は窩洞形成の終了を確認したところで合図し、バーを静置する。

ポジショニングは 9 時 ~ 11 時とし、各被験者に対して実験 1 では 2 回ずつ、実験 2 ではフィンガーレストありとなしにおいて 2 回ずつ、計 4 回計測を行った。解析には 2 回の計測のうち計測データの欠損が少ない方を用いた。



実験環境とマーカ貼付部位, 対象人工歯と被験動作

【結 果】

ダイヤモンドポイントの位置・角度・速度, 肩・肘・手首の関節の角度, 頭部・頸部・胸部から人工歯までの距離について、動作中の平均値, 変動係数を算出した。

平均値	パラメータ	歯科医師	学生	P値
距離	胸部一被験歯	234.67±53.76	320.25±26.26	0.02
変動係数	パラメータ	歯科医師	学生	P値
肘関節	回内(+)/回外(-)	-0.12±0.17	0.10±0.32	0.05
手関節	尺屈(+)/橈屈(-)	-0.15±0.93	0.21±0.43	0.04
速度	変動係数	1.08±0.28	2.40±3.06	0.03
時間	確認時間	114.25±30.74	219.21±62.89	<0.01
	切削時間	97.48±17.41	173.62±49.00	<0.01
	確認時間	16.77±13.91	45.59±19.86	0.01

実験1の結果



歯科医師

学生

実験1におけるダイヤモンドポイントの先端の軌跡の重ね合わせ

平均値	パラメータ	レストあり	レストなし	P値
肘関節	回内(+)/回外(-)	-3.89±3.98	-5.00±4.16	0.05
手関節	尺屈(+)/橈屈(-)	3.42±9.59	8.08±5.78	0.03
速度	平均	4.99±1.29	4.13±1.54	0.03
変動係数	パラメータ	レストあり	レストなし	P値
肘関節	屈曲(+)/伸展(-)	0.09±0.06	0.07±0.06	0.03
Z軸回転	右回り(+)/左回り(-)	0.06±0.05	0.04±0.02	0.03
速度	変動係数	1.09±0.26	1.91±0.64	0.04
時間	切削時間	97.41±16.29	118.16±30.16	0.05

実験2の結果



レストあり

レストなし

実験2におけるダイヤモンドポイントの先端の軌跡の重ね合わせ

さらに計測時間、切削時間、確認時間を求めた。有意差が認められたパラメータについて表に示す。

【考 察】

実験1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することが可能になりつつある。また、それらを利用することによって学修者に与えるフィードバックの質的向上を図り、歯科臨床教育のさらなる効率化を果たして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。