

## 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  
歯科診療動作の定量的解析The quantitative analysis of dental  
practice 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

中村 太

Division of Dental Educational Research Development,  
Niigata University Graduate School of Medical and  
Dental Sciences

Futoshi Nakamura

## 【緒 言】

信頼される歯科医師を養成することは大学の社会的使命であり、近年その責任は益々重くなっている。歯学教育モデルコアカリキュラムや歯科医師臨床研修の到達目標に明示されている歯科医師に求められる基本的な臨床能力の中には、知識・態度・技能領域に関する詳細な内容が掲げられており、それらの中に処置に関する手技要件が含まれることは言うまでもない。しかしながら、現行の歯科臨床教育において、技能の評価は診療参加型臨床実習を開始する前に共用試験 OSCE が行われるのみであり、歯科医師国家試験でも技能試験は実施されていない。

一方、診療器具や歯科材料等を効果的に使用する際、重要なポイントの一つとして処置を行う際の術者のポジショニングや姿勢があげられる。これらは治療技術向上の重要ポイントに相当するが、動作を定量化して評価することは困難なため、学生や研修歯科医が診療の基本的な手技を模型実習や臨床を繰り返すうちに経験的に獲得するのを待つのが現状であり、効果的な学修方法は存在しない。

そこで本研究は、現状の歯科臨床における技術教育の問題点を解決するために、診療動作を定量的に評価する3次元動作計測システムの開発を行うことを目的として実施した。診療動作を定量化・評価することによって、歯科臨床教育に貢献することを最終的な目的としている。

## 【方 法】

被験動作には浸潤麻酔を選択した。被験者は、歯科医師群として新潟大学医歯学総合病院に勤務し、日常的に高頻度治療を行っている男性歯科医師6名（平均年齢  $38.3 \pm 5.8$  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6名（平均年齢  $24.6 \pm 1.2$  歳）の合計12名とした。

計測には光学式モーションキャプチャ・システム（VICON）を用い、分解能はカートリッジ注射器の先端  $0.1$  [mm]、角度  $0.1$  [deg] 以内を満たすことを目標とした。

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。

## 1) 分解能の検証実験

カートリッジ注射器を固定し、 $5$  [s] 撮影した。これを5回繰り返すことによって装置の静止時の分解能を検証した。

## 2) 浸潤麻酔実験

椅子の位置は術者方向12時及び9時の方向に規定した。

被験者には、実習用マネキンに装着した標準実習用模型の下顎右側第一大臼歯にインレー形成することを目的とした浸潤麻酔を、歯肉頬移行部に行うよう指示した。被験動作の具体的な手順・教示内容は以下の通りとした。

練習 カートリッジ注射器を実習用マネキンに装着した標準実習用模型に対し刺入する動作の確認を  $20$  [s] 行う。

## Step 1

計測開始の合図の後、カートリッジ注射器を実習用マネキン内に装着した標準実習用模型に対し浸潤麻酔を開始する。

## Step 2

麻酔針を歯肉頬移行部に刺入した後、操作終了まで麻酔針の抜き刺しはせず麻酔薬を全て注入する。

## Step 3

カートリッジ注射器を実習用マネキンの外に出し、終了の合図とともに浸潤麻酔の操作を終了する。

計測は被験者ごとに12時、9時のポジションでそれぞれ2回の計4回行い、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。

## 【結 果】

### 1) 分解能の検証実験

静止時のカートリッジ注射器の位置・姿勢を計測し、ひとつのパラメータのデータの平均値における偏差のRMS値を分解能の評価とした。位置の分解能は、X軸方向で0.01 [mm], Y軸方向で0.01 [mm], Z軸方向で0.02 [mm]であった。一方、姿勢の分解能は、X軸周りで0.01 [deg], Y軸周りで0.01 [deg], Z軸周りで0.02 [deg]であった。この結果より、本システムは対象物の位置・姿勢についてそれぞれ0.1 [mm]・0.1 [deg]未満で計測可能であることを確認した。

### 2) 注入速度

#### 9時

歯科医師群の平均±SDは1.23±0.55 [ml/min], 学生群の平均±SDは2.88±0.91 [ml/min]であり、歯科医師群は学生群に比べて有意に遅い速度で注入していることが示された。

#### 12時

歯科医師群は1.23±0.50 [ml/min], 学生群は2.83±0.75 [ml/min]であり、9時の診療ポジション同様、歯科医師群と学生群との間に有意差を認めた。

### 3) シリンジに対するプランジャの姿勢

プランジャ座標系とシリンジ座標系を使用して計測を行った。シリンジに対するプランジャの姿勢は右回り方向が[+], 左回り方向は[-]の値で示される。

#### 9時

歯科医師群は43.1±18.99 [deg], 学生群は16.5±14.10 [deg]であり、歯科医師群の方がプランジャを右に回しながら浸潤麻酔を行う傾向がみられた。両者の間には有意差を認めた。

#### 12時

歯科医師群は37.5±21.65 [deg], 学生群は21.0±8.51 [deg]であり、9時のポジション同様の傾向がみられた。歯科医師群と学生群との結果に有意差を認めた。

## 【考 察】

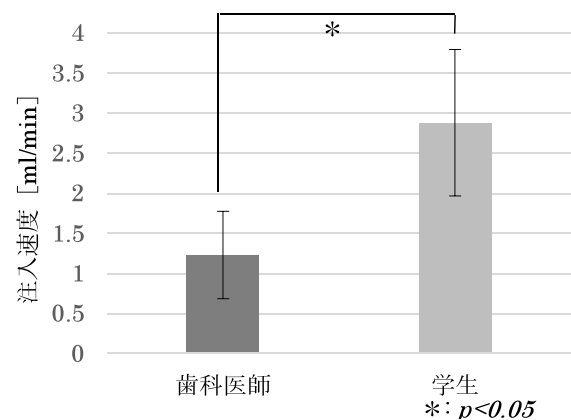
本研究ではカートリッジ注射器の姿勢、注射器のシリンジに対するプランジャの移動、上肢の運動について同時に計測可能なシステムを構築した。歯科治療時の術者の動作は静的であり、範囲も限られている。このため、実験開始時に静止時の計測誤差0.1 [mm], 姿勢0.1 [deg]未満の精度で計測することを目標とし、各種計測装置の調整を行った。今回、この目標数値を達成することができたことから、本システムは歯科治療動作の解析にも利用することが可能であり、十分な精度や分解能を有して

いることが示された。

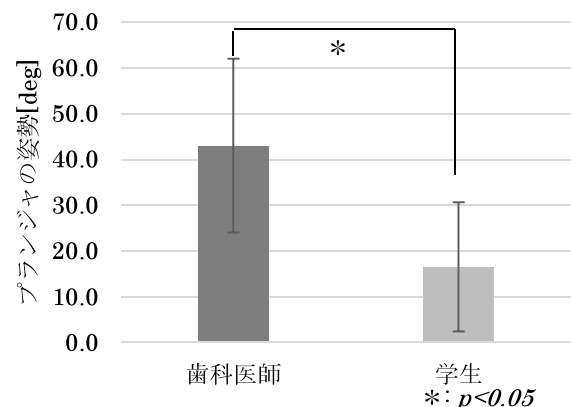
計測結果より、歯科医師群はある程度経験的に患者に与える疼痛と麻酔薬の注入速度が相関することを理解しており、浸潤麻酔時に配慮しているが、十分な臨床経験を持たない学生群はこれに関する知識をもってはいるものの、実際には適切な薬液の注入速度を身につけることができていないと考えられた。傍骨膜下あるいは骨膜下に浸潤麻酔を行う際に要する注入圧や針先が骨面に触れる感覚を言葉や文章による説明だけで理解することは非常に難しい。麻酔薬の注入速度に差が認められたこと背景には、このことが関係している可能性もあるように思われた。

また、歯科医師群と学生群を比較すると、歯科医師群には麻酔薬の注入時に徐々にプランジャをシリンジに対し右回りに回転させながら注入する傾向がみられ、有意差を認めた。学生群にも同様の傾向がみられたが、歯科医師群と比較するとわずかであった。これには、指と掌底を使って大きな握力を発揮する際の動作特徴が関係していると考えられた。

以上のことから、被験者に対して、下顎大臼歯の切削を目的とした浸潤麻酔を教示したことは臨床経験の違いによる差を調べるための方法として適切であったと思われた。



歯科医師群と学生群との注入速度の違い (9時)



歯科医師群と学生群とのプランジャの姿勢の違い (9時)