

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 中村 太
学位 博士(歯学)
学位記番号 新大院博(歯)第398号
学位授与の日付 平成30年3月23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 光学式モーショキャプチャ・システムによる歯科診療動作の定量的解析

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

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。しかしながら、現行の歯科臨床教育においては特に技能教育が遅れ気味であり、歯科医師国家試験にも技能試験は含まれていないため、臨床実習のみならず臨床研修の形骸化を懸念する声も聞こえる。この一因として、多種多彩な材料や器具を扱う歯科の技能教育は非常に難しく、技能を修得するためには文章や図のみでは教授できない多くの要素が含まれることがあげられる。本研究は、このような技能教育の問題点を解決するために、三次元動作計測システムを用いて診療動作を定量的に評価することを目的として実施した。歩行動作やスポーツ技能の解析に利用されている光学式モーショキャプチャ・システムを歯科領域にも応用し、歯科診療動作を定量化・評価することによって、歯科臨床技能教育に貢献することを最終的な目的としている。

被験者は、新潟大学医歯学総合病院勤務の男性歯科医師6名、臨床実習履修中の新潟大学歯学部歯学科6年男子学生6名の合計12名とした。動作の計測には光学式モーショキャプチャ・システム(VICON)を用いた。このシステムは、赤外線反射マーカを装着した対象物を高画素赤外線カメラで撮影することにより、任意の座標軸上に位置を抽出するものであり、スポーツや歩行等の運動を定量的に解析するために利用されている。歯科治療時の動作を解析対象にするため、実験室には歯科用チェアユニットやマネキン、赤外線カメラを設置した。対象は高頻度一般歯科処置の一つである浸潤麻酔とし、国際バイオメカニクス学会が提唱する部位に赤外線反射マーカを装着した被験者が、生活歯を想定したマネキンの下顎右側第一大臼歯に処置を行う際の動作を計測・解析した。また、それぞれの位置や移動を確認するために、カートリッジ式注射器やマネキンにも赤外線反射マーカを装着し、9時および12時の位置での計測を各2回ずつ実施することによって診療ポジションによる差を確認した。動作や器具の操作速度は、赤外線反射マーカの位置を基にVICONシステム内に構築した9つの座標系の相互的な位置関係を評価することによって定量化した。

今回、静止時の誤差を0.1mm、姿勢は0.1度未満の精度で計測することを目標とし、これを達成することができたことから、赤外線反射マーカの設置位置やカメラ等計測機器の調整を行うことにより、本システムは静的な上体の動作を主とする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。

計測によって得られた結果から、歯科医師群と学生群とでは麻酔薬の注入速度に有意差を認め、学生群において注入速度が大きいことが明らかになった。肩関節・肘関節・手関節にお

いては、歯科医師群と学生群の上肢の運動に有意差や一定の傾向は認められず、9時、12時のいずれの診療ポジションにおいても特徴的な動作はみられなかった。また、学生群にはやや脇を広げ、肩を外側へ回転させる傾向がみられたが、歯科医師群においては浸潤麻酔時の姿勢に一定の傾向はみられなかった。すなわち、浸潤麻酔時の姿勢には特定の形は存在せず、個人の癖が顕著に表れることが示された。しかし、歯科医師群では9時、12時のいずれのポジションにおいてもほぼ同じ速度で麻酔液を注入しているのに対し、学生群の薬液注入速度は診療ポジションに影響を受けることが明らかになった。浸潤麻酔に関する教育は刺入点や注入速度に関する注意など、比較的文章や図による指導が容易な内容に限られることが多い。今回明らかにすることはできなかったが、注入速度が姿勢や動作に関係する可能性は非常に高いため、今後もシステムの改良や追加計測を行い、さらに詳細に分析する必要があると考えられた。

これまでに歯科治療技能をトレーニングするための媒体や装置の開発は盛んに行われてきており、近い将来、特にバーチャル・リアリティを利用した治療トレーニング機器の普及はさらに拡大・発展する様相をみせている。精密に作られたロボットや模型、仮想世界はいずれもシミュレーションの域を出ず、実際の患者診療とは多くの点で異なるが、複数回の試技に対して同一の環境を整備することができるという大きな利点を有する。歯科治療には時間や温度によって材質が変化する材料を適切に扱う技能も含まれているため、本システムとこれらのシミュレーションを併用することによって、より複雑な治療の基本動作を解析することも大変興味深いと思われた。今後も質の高い歯科臨床技能教育を行うための教材開発を目指して、本システムによる計測や解析を継続し、さまざまな歯科治療の成否と動作の関係を解明したいと考えている。

審査結果の要旨

歯科臨床教育において効率的に技能を習得することは必ずしも容易ではない。これは診療技能が机上の講義や見学実習だけでは教授できない多くの要素が含まれることによる。本研究は、歯科医師と学生間における浸潤麻酔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うことにより、歯科診療動作の一つを定量化・評価することにより歯科臨床技能教育に貢献する研究である。

男性歯科医師6名、歯学科6年男子学生6名における、下顎右側第一大臼歯歯肉頬移行部に対する浸潤麻酔を動作対象として、9時および12時の位置で各2回ずつ計測を行った。歯科医師群、学生群より得られた各種データについて、平均値を算出するとともにMann-WhitneyのU検定を用いて有意差の有無を検証した。浸潤麻酔の動作の比較を行った結果、9時、12時とも注入速度が学生群の方が大きいことが示された。加えて、9時、12時ともに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っていることが示された。また、歯科医師群と学生群とでは9時、12時のいずれのポジションにおいても上肢の運動に有意差はないことが示された。

本論文は、歯科診療において高頻度に行われる浸潤麻酔動作について光学式モーションキャプチャ・システムを用いてその技能の評価を試みた初めての論文であり、浸潤麻酔の経験が豊富な歯科医師と浸潤麻酔の経験が浅い学生の浸潤麻酔動作の違いを明らかにした。この結果から、歯科臨床における各種の動作を客観的に数値化により、明確な指導が実現する可能性が示唆された。また、本研究で使用した計測システムは窩洞形成など他の診療動作でも計測可能であることが示唆されていることから、今後、歯科臨床教育技能指導の確立に寄与できると考えられる。

本論文は、歯科臨床の1つとして浸潤麻酔時の三次元的動作を明らかにしたところにノイエスがあり、より具体的で、かつカスタマイズされた歯科臨床教育技能指導を実践していくための、エビデンスの蓄積に大きく寄与する点で、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。