

令和元年6月15日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K11218

研究課題名(和文) 医工連携による視線追尾システム開発で無影灯調整を自動化する

研究課題名(英文) The development of an automation of the shadowless light device using a visual-line information by medical-engineering collaboration.

研究代表者

野上 朋幸 (NOGAMI, Tomoyuki)

長崎大学・病院(歯学系)・助教

研究者番号：00380858

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)： 歯科治療を安全に行うには、口腔内に十分な光照射が必要である。歯科治療は歯科医師と診療補助者との連携が重要で、これまで光照射のための無影灯の操作は主に診療補助者が行ってきた。本研究では、無影灯の位置調整を自動化するために、治療する歯の部位と無影灯の位置のパターン化について検証した。また、術者の視線情報と無影灯の照射を同期させることの有用性について検討した。近年歯科での利用が増加しているLEDヘッドライトについては、光源としての機能について無影灯と比較検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢化の進行に伴い、歯科医院に通院できない高齢者が増加している。8020運動の成果もあり、80歳で20本の歯を有する人口は平成28年には5割を越えたが、残存歯のう蝕、歯周炎や義歯に対する歯科治療の需要は以前よりも高い。そのため近年、入所、入院施設で生活する高齢者に対し、往診で歯科治療を行う機会が増加している。往診先には歯科治療を行うための設備が十分に準備されていないことが多く、往診のために歯科医師が持参する器具では、歯科医院と同様の歯科治療が困難な場合もある。本研究は往診先でも安全な歯科治療を行うために、口腔内を十分に光照射する方法を導く一助となりうる。

研究成果の概要(英文)： Safe dental treatment requires sufficient optical illumination of the oral cavity and collaboration between the dentist and dental auxiliaries is important. To date, shadowless light devices for illumination have been operated by dental auxiliaries. To automate the position adjustment of the shadowless light device, we examined the patterns of the positions of the teeth to be treated and the position of the shadowless light device. In addition, we examined the utility of synchronizing information concerning the dentist's line-of-vision with the illumination of the shadowless light device. Further, we examined the functioning of the light-emitting diode (LED) headlamps, which are being used more commonly in dentistry, and compared it with the functioning of shadowless light devices as light sources.

研究分野： 歯科教育学

キーワード： 無影灯 歯科治療 視線追尾 支台歯形成

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

歯科診療は、術者と診療補助者の連携で一連の治療を効率よく安全に進めていくことが一般的である。診療補助者である歯科衛生士および歯科助手は歯科医師の口頭指示に従い、歯科診療に必要な歯科器具・材料の準備や口腔内に溜まった唾液や水を吸引するバキューム操作、口腔内への無影灯照射の位置調整などを行う。これらの診療補助業務のために、歯科医院によっては術者一人に対し診療補助者を二人以上配置するほどの人的資源の投入が必須とされてきた。特に無影灯の位置・照射方向の調整は口腔内、口腔外ともに診療中に必須の業務である。歯科治療は口腔内で鋭利な治療器具や高速切削器具を使用することが多く、それらを安全に使用するには術野への十分な光照射が必要である。研究代表者が勤務する大学病院歯科外来では診療補助が不足しており、今回、無影灯操作の自動化に着目した。

2. 研究の目的

本研究は歯科治療における無影灯の位置調整を自動化するために、まず、無影灯操作の現状を明確にすること、次に無影灯、術者の頭の位置が治療する歯の部位、治療する歯面によってパターン化することが可能か検証することを目的とした。また、術者の視線情報をもとに無影灯の位置を調整することの妥当性と、近年 LED 技術の進歩によって医療現場で使用が増加している小型 LED ヘッドライトの有用性について明確にすることが目的である。

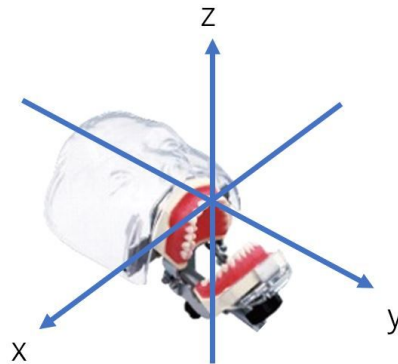
3. 研究の方法

(1) 歯を切削する際の無影灯操作の現状調査

無影灯操作の自動化により軽減できる診療補助業務内容を明確にするために、高速切削器具で歯を切削する際の無影灯操作回数、時間を調査した。6名の歯科医師が切削練習用マネキンに設置した上顎右側第一大臼歯、上顎右側中切歯、下顎左側第一大臼歯の切削模型歯をそれぞれ5本ずつ高速切削器具(タービン)で全部金属冠用の支台歯形成を行い、術者自らが無影灯を操作する回数、操作時間を計測した。

(2) 無影灯、術者の頭部、治療する歯の三次元位置測定

無影灯、術者の頭部が治療する歯の部位や歯面によりパターン化できるかを検討するために、10名の歯科医師が切削練習用マネキンに設置した上顎右側第一大臼歯、上顎右側中切歯、上顎左側第一大臼歯、下顎右側第一大臼歯、下顎左側中切歯、下顎左側第一大臼歯の切削模型歯の頬側(唇側)面、舌側(口蓋側)面をそれぞれ2回ずつ切削した際の無影灯の電球の位置、術者の両目の中間点の三次元座標を切削した歯を原点とし、メジャーで測定した。統計解析ソフト JMP で測定値をもとに三次元散布図を作成し、各歯面処置時のそれぞれの位置関係を明確にし、パターン化について検討した。



処置する歯(図では上顎左側中切歯)を原点とした三次元座標軸の設定

(3) コンポジットレジン充填時の視線移動解析

治療する歯以外への無影灯照射を必要としない下顎大臼歯咬合面へのコンポジットレジン充填治療において術者が口腔内以外へ視線を移動させる回数、時間を計測した。眼鏡型視線解析装置(tobii pro グラス 2)を装着した歯科医師10名がコンポジットレジン充填用 級窩洞を付与した下顎右側第一大臼歯の切削模型歯にコンポジットレジン充填(メガボンド、ビューティフルフロー)を行い、視線解析装置により記録した視線動画上で口腔外への視線移動時間、回数を計測し、総充填時間のうち口腔外へ視線を移している割合を調査した。

(4) 小型 LED ヘッドライトの有用性調査

小型 LED ヘッドライト使用者へのアンケート調査

歯科診療時に小型 LED ヘッドライト(+ルーペ)を常用している歯科医師17名に以下のアンケートを行い、光源としての有用性について検討した。

1) 問い 1: 術野を光照射する光源の役割として、小型 LED ヘッドライトが占める割合は何%

- か。残りの割合は無影灯の役割とする。
- 2) 問い2：小型 LED ヘッドライト使用時、無影灯の調整回数について、ア～オから一つ選べ。
ア．かなり減った、イ．少し減った、ウ．変化なし、エ．少し増えた、オ．かなり増えた
 - 3) 問い3：小型 LED ヘッドライトと併用しているルーペの倍率は何倍か。
 - 4) 問い4：小型 LED ヘッドライトの使用期間は何ヶ月か。

小型 LED ヘッドライト使用時の無影灯操作

小型 LED ヘッドライト(マイクロライトコードレスバタフライ/株式会社マイクロテック社製もしくはスパーク/オラスコープティック社製)を装着した歯科医師 5 名が上顎右側第一大臼歯の切削模型歯に全部金属冠の支台歯形成を 2 回ずつ行い、支台歯形成中の無影灯の操作回数を計測した。

4. 研究成果

(1) 歯を切削する際の無影灯操作の現状調査

上顎右側第一大臼歯、上顎右側中切歯、下顎左側第一大臼歯の切削模型歯に全部金属冠支台歯形成をする際に無影灯を操作する回数、時間の平均値を表 1 に示す。

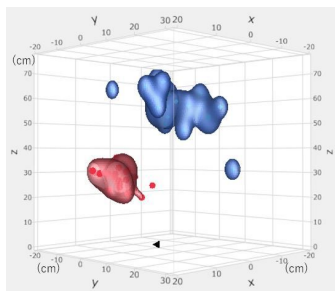
表 1 全部金属冠支台歯形成時の無影灯操作回数と時間

	操作回数 (回)	時間 (秒)
上顎右側第一大臼歯	5.6	14.6
上顎右側中切歯	4.0	12.0
下顎左側第一大臼歯	3.1	8.0

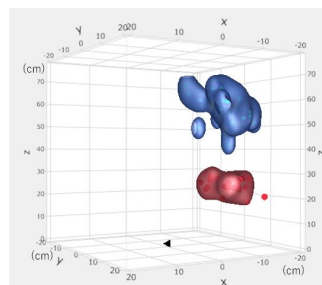
上顎右側中切歯は 4 つの歯面、上顎右側第一大臼歯、下顎左側第一大臼歯はともに 5 つの歯面を切削する必要がある。また、歯科治療は患者が仰臥位をとり、術者は患者の頭頂部から口腔内を覗き込むポジションで行うために、上顎の歯は咬合面方向から直視することが困難であり、切削状態を確認するためには歯科用ミラーを使用することが多い。ミラーを用いて歯の形を確認する場合、無影灯の光をミラーに当て、その反射光を歯面に当てながらミラーに映った歯面を見る必要がある。そのため切削時にミラーを使用しない場合は、切削後、ミラーで確認する毎に無影灯の操作が必要になる。これらのことから上顎の臼歯部である上顎右側第一大臼歯は他よりも操作回数、操作時間ともに多い値を示したといえる。

(2) 無影灯、術者の頭部、治療する歯の三次元位置測定

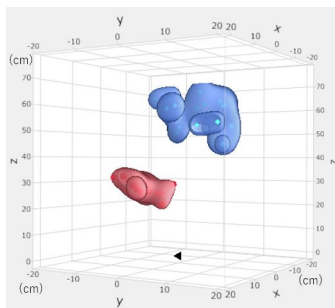
切削練習用マネキンに設置した上顎右側第一大臼歯、上顎右側中切歯、上顎左側第一大臼歯、下顎右側第一大臼歯、下顎左側中切歯、下顎左側第一大臼歯の切削模型歯の頬側 (唇側) 面、舌側 (口蓋側) 面を歯科医師 10 名が 2 回ずつ切削した際の無影灯の電球の位置、術者の両目の中間点の三次元座標をもとに統計解析ソフト JMP で作成した三次元散布図を図 1 に示す。



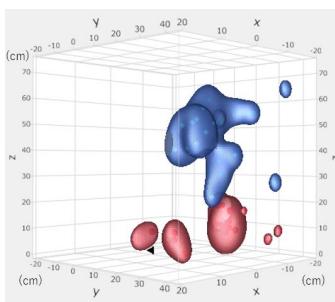
上顎右側第一大臼歯 頬側



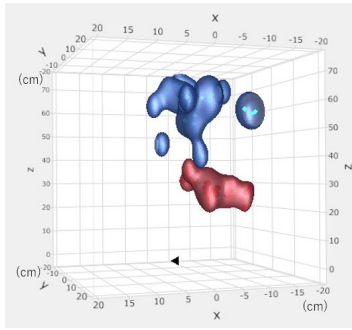
上顎右側第一大臼歯 口蓋側



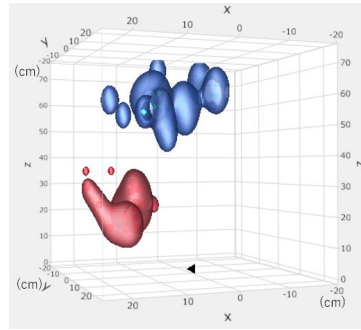
上顎右側中切歯 唇側



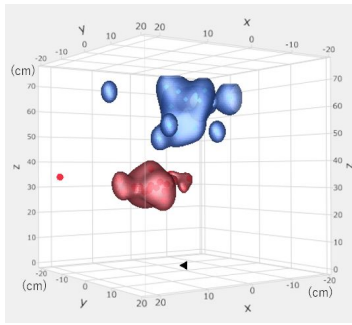
上顎右側中切歯 口蓋側



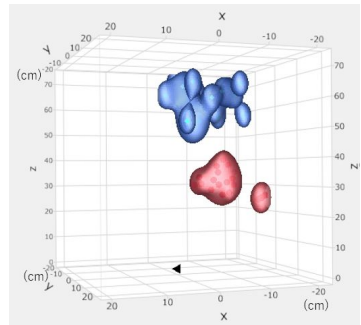
上顎左側第一大臼歯 頬側



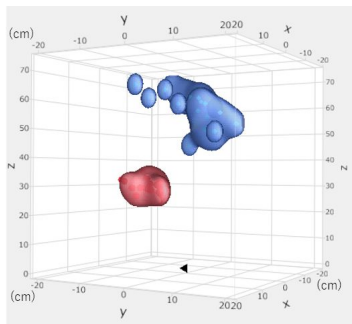
上顎左側第一大臼歯 口蓋側



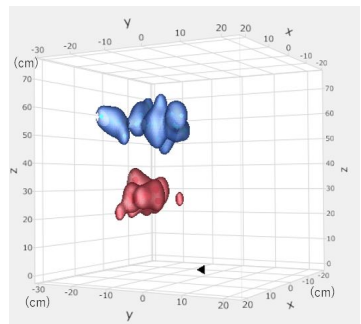
下顎右側第一大臼歯 頬側



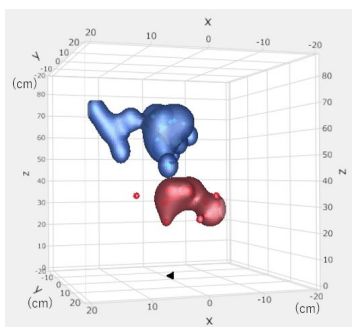
下顎右側第一大臼歯 舌側



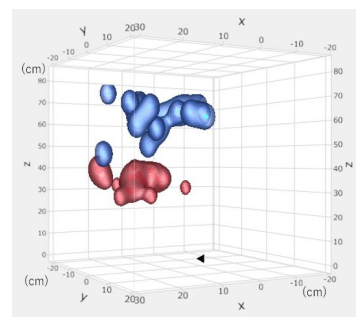
下顎左側中切歯 唇側



下顎左側中切歯 舌側



下顎左側第一大臼歯 頬側



下顎左側第一大臼歯 舌側

- ▼ : 歯
- : 術者
- ◆ : 无影灯
- : 等密度面 (50%)

図1 歯、術者、无影灯の三次元散布図

三次元散布図から、治療する歯面による无影灯調整位置のパターン化が可能なが示唆された。

(3) コンポジットレジン充填時の視線移動解析

下顎右側第一大臼歯咬合面へのコンポジットレジン充填時の口腔外への視線移動回数と、総充填時間における口腔外を見る時間の割合を表2に示す。

表2 口腔外への視線移動回数と口腔外を見る時間の割合の平均値

回数(回)	14.2
割合(%)	48.3

コンポジットレジン充填は歯の乾燥、表面処理剤塗布、エアブロー、光照射など、開始から終了までに約10項目の操作が必要な治療である。そのため診療補助が十分でない場合は器具の持ち替えなどで口腔外へ視線を移動する必要がある。その中で特に、この診療で使用する接着材とコンポジットレジンに光照射により硬化するため、無影灯の光照射は行わないほうが良い。これらのことから、歯科治療の内容によっては術者の視線を追尾する無影灯の自動調整機能は制限する必要があるといえる。

(4) 小型LEDヘッドライトの有用性調査

小型LEDヘッドライト使用者へのアンケート結果

1) 「術野を光照射する光源の役割として、小型LEDヘッドライトが占める割合は何%か。残りの割合は無影灯の役割とする。」に対する歯科医師17名の回答結果を図2に示す。回答者の約7割以上が無影灯よりもLEDヘッドライトを光源として重視する結果となった。その理由として、LEDヘッドライトは照射位置が術者の頭のわずかな動きだけで調整できることや、無影灯は光を照射したい場所に術者の頭部の影ができないように位置調整が必要だが、LEDヘッドライトは術者の目の近くに光源があるために、視線とほぼ同軸で光を照射することができ、術野に影を作ることがないという意見が多かった。

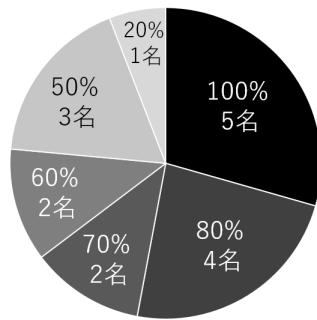


図2 小型LEDヘッドライトが光源の役割として占める割合(%)

2) 小型LEDヘッドライト使用時の無影灯の調整回数について

- ア. かなり減った。: 12名
- イ. 少し減った。: 2名
- ウ. 変わらない。: 3名
- エ. 少し増えた。: 0名
- オ. かなり増えた。: 0名

3) 「使用しているルーペの倍率は何倍か。」の結果

小型LEDヘッドライトと共に使用しているルーペの倍率の平均値は4.2倍であった。また、ルーペの倍率と1)で回答された割合との相関関係を統計解析ソフトJMPで分析した結果、2変数間にはほとんど相関がみられなかった。

4) 「小型LEDヘッドライトの使用期間は何ヶ月か。」の結果

小型LEDヘッドライトの使用期間の平均は18.5ヶ月であった。また、使用期間と1)で回答された割合との相関関係を統計解析ソフトJMPで分析した結果、2変数間にはほとんど相関がみられなかった。

小型LEDヘッドライト使用時の無影灯操作

歯科医師5名が小型LEDヘッドライトを着けたゴーグルを装着し、上顎右側第一大臼歯の切削模型歯に全部金属冠の支台歯形成を2回ずつ行った結果、無影灯操作回数は平均1.3回であった。(1)の小型LEDを装着していない場合の上顎右側第一大臼歯の支台歯形成時の無影灯操作回数と統計解析ソフトJMPを用いて比較したところ、有意に違いが認められた。

これらの結果から歯科治療時は無影灯により治療する歯の各方向からの確に光照射することが必要であることと、治療する歯面と無影灯の位置をパターン化することが可能であることが

推測された。無影灯の照射位置を術者の視線情報により自動化させることを考案したが、歯科治療時は光照射が不必要な口腔外への視線移動も多いことがわかり、反映させる視線情報の選別が必要であることが示唆された。本研究では術者の視線情報から照射位置を自動に調整する無影灯の実機を製作することはできなかったが、ここ数年で歯科での使用が急増してきた小型LED ヘッドライトは、フリーハンドで位置調整できる光源として高く評価されていることがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

野上朋幸、白石ちひろ、照崎伶奈、小関優作、多田浩晃、鎌田幸治、林田秀明、角 忠輝、
歯科治療時の連携技術向上を目的とした視線動画の活用．日本総合歯科学会雑誌、査読有、
10 巻、2018、11-21

〔学会発表〕(計1件)

野上朋幸、工藤淳平、照崎伶奈、白石ちひろ、多田浩晃、鎌田幸治、林田秀明、角 忠輝：
歯科医師臨床研修教育における視線動画の活用 第10回日本総合歯科学会・学術大会
2017年

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：鮎瀬 卓郎

ローマ字氏名：AYUSE, Takao

所属研究機関名：長崎大学

部局名：医歯薬学総合研究科（歯学系）

職名：教授

研究者番号（8桁）：20222705

研究分担者氏名：喜安 千弥

ローマ字氏名：KIYASU, Senya

所属研究機関名：長崎大学

部局名：工学研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：20234388

研究分担者氏名：田上 直美

ローマ字氏名：TANOUE, Naomi

所属研究機関名：長崎大学

部局名：病院（歯学系）

職名：准教授

研究者番号（8桁）：70231660

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。