

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：34408

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23592874

研究課題名(和文)AR(拡張現実)を用いた歯科ハンドスキルトレーニング支援システムの構築

研究課題名(英文)Development of Dental Hand Skills Training Support System using Augmented Reality

研究代表者

田中 昌博(TANAKA, Masahiro)

大阪歯科大学・歯学部・教授

研究者番号：60163573

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：Augmented Realityは、直視不可能であったり、内部構造の視認が困難な領域および3次元モデルの想像が困難な場合などへの応用が非常に有効な手法である。歯科医学教育、なかでも支台歯形成は、形成後の支台歯の3次元イメージを持つことが重要である。本研究では、Augmented Reality技術を用いたソフトウェア「支台歯形成ARナビゲーション」およびヘッドマウントディスプレイを用いた支台歯形成トレーニングシステムの開発を行い、その効果を検討した。本システムの使用は、他の方法と比較して、学生による上顎中切歯の支台歯形成において、形成量を適切に保ち、支台歯概形の総合評価を向上させた。

研究成果の概要(英文)：The tooth preparation does not succeed if you do not have a three-dimensional image of the completed abutment. We think Augmented Reality technology is excellent method to project three-dimensional image on to the real-world. The aim of this study is development of the training system using a head-mount display and software applied Augmented Reality technology, and evaluation of the effect of using this system on preparation. In comparing to other methods, in the tooth preparation maxillary central incisor by students, evaluation of the abutment envelope improved by the using this system, because of keeping an appropriate amount of preparation.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：Augmented Reality 支台歯形成 拡張現実 ハンドスキルトレーニング

1. 研究開始当初の背景

歯科医学教育において、ハンドスキルトレーニング特に支台歯形成は、客観的かつ定量的な評価が困難であり、形成時の指導およびフィードバックが極めて難しい。現在、トレーニングでは、主に教本や動画が使用されているが、3次元的なイメージがわきにくいなどの声が学生や研修医からよく聞かれる。

一方、Augmented Reality (以下 AR) 技術の産業化により、「セカイカメラ」など、さまざまな製品が一般社会に普及してきている。AR 技術は、現実世界に3次元情報や、文字情報などを付加することができる。このため、医学分野における AR ナビゲーション併用手術の実施および教育分野において天体の学習に用いられるなど応用が進んでいる。しかしながら、歯科医学分野では、AR 技術の応用事例は極めて少なく、主たる報告は Virtual Reality (VR) 技術を用いた事例についてである。VR 技術の応用では、実際の歯の切削感を再現するのは困難である。

2. 研究の目的

本研究では、AR 技術を応用し、支台歯形成時に、歯軸、円柱および支台歯形成完了後の3次元モデルを現実世界に付加情報として表示することが、支台歯形成後の支台歯の評価に与える効果について検討することを目的とした。

3. 研究の方法

本システムには、ThinkPad 4276-3HJ SYSTEM UNIT (Lenovo)、「支台歯形成 AR ナビゲーション」(西国器械製作所,株式会社 3D)、HD Pro Webcam C910 (Logicool) および Air Scouter (brother) を用いた。

支台歯形成用模型には、DENTAL MODEL D50D-514 (以下モデル1, NISSIN)、シンプルマネキン (NISSIN) および DENTAL MODEL D18FE-500-A-QF (以下モデル2, NISSIN) を用いた。

モデル1を用いたシステムの全体を図1に示す。



図1. モデル1を用いた「支台歯形成 AR ナビゲーション」の全容

歯軸および円柱表示用マーカサイズは、2.8 cmの正方形とした。AR 表示位置は、モデル1の両側第1小臼歯から第2大臼歯までの計8歯とした。表示する歯軸および円柱モデルは、色調および画像の透過性について操作者が自由にコントロールできるようにした。また、表示後にも、表示位置および角度について微調整ができるよう設定した(図2)。

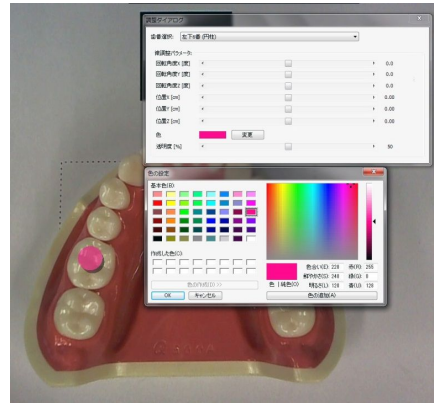


図2. 表示位置、色調および透過度の調整

形成済み支台歯モデルは、モデル2使用時において、ヘッドマウントディスプレイ装着時に左目にて現実世界とモデルを同時に視認できるよう調整し表示した。

支台歯形成完了後の3次元モデルの表示効果の検討は、以下の条件間で比較し実施した。被験者は、臨床実習中の本学第5学年の学生12名とした。被験運動は、水平位での上顎左側中切歯における硬質レジン前装冠の支台歯形成とした。

支台歯形成時の切削器具には、歯科用ハンドピースとしてTwinpower Turbine(モリタ)、ダイヤモンドポイントとして102R, SF102R, 145, SF145, 204 (松風)を用いた。

被験運動はA条件を計5日間で実施した。

条件は、事前学習なし(以下条件A)、事前学習のみ(以下条件B)、事前学習および形成中に平成25年度版クラウンブリッジ補綴学基礎実習実習帳の使用(以下条件C)および事前学習および形成中に「支台歯形成 AR ナビゲーション」の使用(以下条件D)とした。

実施スケジュールは、以下のとおりである。第1日目に条件Aでの支台歯形成を実施後、2日間の学習期間を与えた。学習には、本学第3学年で使用している実習帳(平成25年度版クラウンブリッジ補綴学基礎実習マニュアル)を使用するよう指示した。3日目、4日目、5日目にそれぞれ、条件B, CおよびDでの支台歯形成を実施した。各条件は被験者ごとにランダムに設定した。

条件Dでは、前述の通り、被験者の頭部にシースルー型ヘッドマウントディスプレイを装着し、左目にて常に、支台歯形成完了後の3次元モデルおよび模型が視認できるよう調整した。「支台歯形成 AR ナビゲーション」使用時の様子を図3に示す。



図3.「支台歯形成 AR ナビゲーション」
使用時の様子

各条件での形成時間は、20分間を指定した。超過した場合は、完了までの時間を計測し、形成時間とした。

評価者は、当講座の教員3名（臨床経験年数8年、13年、17年）とした。評価項目は、切縁、唇側面（切縁側）、唇側面（歯頸側）、舌面、口蓋側軸面の各部位の削除量、支台歯のテーパ、二面形成の有無、形成面の滑らかさ、アンダーカットの有無および支台歯形態の総合評価とした。さらに被験者に対して、「支台歯形成 AR ナビゲーション」使用感についてアンケート調査を実施した。削除量、テーパ、総合評価は、5段階で評価した。評価前に、評価者と研究実施者との間で、適切な形成量およびテーパについてのアンケート調査を行った後、評価項目についてすり合わせを実施した。

各評価項目についてFriedman検定を行い、統計学的有意差を認められた場合、Bonferroni補正による多重比較検定を実施した。有意水準は5%に設定した。

4. 研究成果

歯軸および円柱モデルの表示では、ウェブカメラを移動させても、マーカーが隠れず、認識されている限り、モデルは継続的に模型上に重畳表示された。また、透過度をコントロールすることにより、ARによるモデルは最前面に表示されるが、模型および歯は隠れず、重畳表示することができた（図4、図5）。

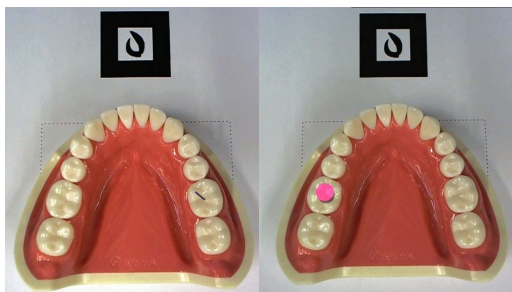


図4. 歯軸・円柱モデルの表示



図5. 支台歯形成中のモデル表示

以下に、支台歯形成完了後の3次元モデルの表示効果について記載する。

削除量および総合評価において統計学的有意差が認められた。

削除量では、唇側面（切縁側）、唇側面（歯頸側）、舌面および口蓋側軸面において統計学的有意差が認められた。

唇側面（切縁側）では条件Aと条件Dとの間に、唇側面（歯頸側）では条件Cと条件Dとの間に、舌面では条件Aと条件D、条件Cと条件Dとの間に、口蓋側軸面では条件Aと条件D、条件Bと条件Dとの間に統計学的有意差が認められ、すべての条件において条件Dが有意に高い値を示した。

総合評価では、条件Aと条件Bとの間に、条件Aと条件Dの間に、条件Bと条件Dとの間に統計学的有意差が認められた。上記すべてにおいて、後者の条件が有意に高い値を示した。

形成時間については、統計学的有意差は認められなかった。

アンケート調査の結果には、「3次元的イメージがわかりやすかった」、「実際の実習で使用してみたい」など装置使用に対する肯定的な意見が多く認められた。改善点として、「付加情報に形成量などの数値を加えてほしい」、「他の歯種も増やしてほしい」などの意見が認められた。

今回は歯科ハンドスキルトレーニングなかでも、支台歯形成について「支台歯形成 AR ナビゲーション」を用いた拡張現実表示の有効性について検討した。その結果、支台歯形成トレーニングにAR技術を応用することで、削除量を適正に保つことができ、歯冠概形を適正に保つことができることが明らかとなった。AR技術は、支台歯形成に限らず、例えば、スケーリングルートプレーニングなど默示できない領域へアプローチを試みる際にも応用可能と考える。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

中川修佑,大河貴久,鳥井克典,藤井孝政,
伊東優樹,佐藤正樹,田中昌博. 硬質レジ
ン前装冠の支台歯の削除量に対する「支台
歯形成 AR ナビゲーション」の効果,日本
補綴歯科学会第 123 回学術大会,2014 年 5
月 24 日,25 日,宮城
大河貴久,佐藤正樹,土佐淳一,柏木宏介,
田中昌博. Augmented Reality (AR) 技術
を用いた支台歯形成トレーニングシステ
ムの開発,日本補綴歯科学会第 121 回学術
大会,2012 年 5 月 26 日,27 日,神奈川.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 昌博 (TANAKA, Masahiro)

大阪歯科大学 歯学部 教授

研究者番号: 60163573

(2) 研究分担者

柏木 宏介 (KASHIWAGI, Kosuke)

大阪歯科大学 歯学部 講師(非常勤)

研究者番号: 00301648

大河 貴久 (OKAWA, Takahisa)

大阪歯科大学 歯学部 助教

研究者番号: 20624943

(追加:平成 24 年 5 月 8 日)