

日本語主本文翻訳 (表・ 図注を含む)

原題 : Clinical Repeatability and Inter-Method Agreement of VITA Easyshade Advance 4.0 and Rayplicker Cobra for Tooth Shade Determination: An Exploratory Cross-Sectional Study

著者 : L. Portero-Ruz、M. Valor-Priego、A. Martín-Vacas、M. M. Paz-Cortés、J. Mena-Álvarez、C. Rico-Romano

PMID : 42739205. DOI : 10.3390/diagnostics16172775

原文 : <https://www.ebi.ac.uk/europepmc/webservices/rest/PMC13565013/fullTextXML>

原著著作権表示 : © 2026 by the authors.

原著・ 翻訳の利用条件 : CC-BY-4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AI翻訳。独立AI原文レビュー済み。歯科医師による監修は実施していない。原図・ 図中文字・ 別ファイルの補足資料を含まない。日本語への翻訳という改変を加えた。

表中の結合セルは元の値を繰り返して表示する。

原著の書誌情報・ 著者情報

掲載誌: Diagnostics

巻: 16

号: 17

論文番号: 2775

著者・ 所属 : L. Portero-Ruz (所属1)

著者・ 所属 : M. Valor-Priego (所属1)

著者識別子 (ORCID) : M. Valor-Priego (<https://orcid.org/0000-0003-4500-1106>)

著者・ 所属 : A. Martín-Vacas (所属1)

著者識別子 (ORCID) : A. Martín-Vacas (<https://orcid.org/0000-0003-0489-2256>)

著者・ 所属 : M. M. Paz-Cortés (所属2)

著者・ 所属 : J. Mena-Álvarez (所属2)

著者注記 : J. Mena-Álvarez (*)

著者識別子 (ORCID) : J. Mena-Álvarez (<https://orcid.org/0000-0003-0533-9065>)

著者・ 所属 : C. Rico-Romano (所属1)

著者識別子 (ORCID) : C. Rico-Romano (<https://orcid.org/0000-0002-8333-4924>)

歯のシェード判定におけるVITA Easyshade Advance 4.0とRayplicker Cobraの臨床的繰返し性および方法間一致度：探索的横断研究

背景：機器によるシェード判定は、視覚的シェード選択に伴う主観性の一部を減らし得るが、機器の繰返し性と互換性は依然として临床上重要な懸念である。目的：本研究の目的は、歯のシェード測定と選択に用いる2種類の分光測色装置 (EasyshadeおよびRayplicker Cobra) の再現性と臨床的有用性を評価することであった。方法：成人計35人を対象に、事前に定めた上顎歯の7領域、すなわち歯2.1および2.3の歯頸側、中央、切縁側の各3分の1、および歯2.6の中央3分の1で評価した。機器による各測定を3回繰返し、測定間には機器を完全に取り外して再位置決めした。VITA Classicalガイドを用いた視覚的シェード選択は、データ収集前に正常色覚を確認した同一の訓練済み評価者が、各部位につき1回実施した。歯の湿潤状態を維持し、患者の姿勢を一定に保ち、両機器を製造元の指示に従って校正した。同一機器内の厳密な繰返し性と方法間一致度を、適宜、記述的に、およびCohenのカッパを用いて評価した。結果：記述的に統合した厳密な繰返し性は、Easyshadeで52.2%、Rayplicker Cobraで53.1%であった。繰返し性は歯および領域によって異なった。機器間一致度は主にわずか～まずまず (0.053-0.386) であった。Easyshadeは一部の領域で視覚的比較法と中等度～かなりの一致を示し、歯2.1の中央3分の1でカッパが最も高かった (0.619) 。一方、Rayplicker Cobraはまずまずの一致を超えなかった (最大0.362) 。結論：両分光測色計の記述的な厳密な繰返し性の割合は同程度であったが、機器間一致度の低さは、両者のカテゴリーとしてのシェード出力を互換可能とみなすべきではないことを示す。一部の領域におけるEasyshadeとVITA Classicalのより高い一致度は、独立した機器による参照基準を用いていないため、優れた真度 (trueness) ではなく方法間の比較可能性を反映している。

色測定

歯の色

Easyshade

人の眼

Rayplicker Cobra

分光測色計

1 アルフォンソ10世賢王大学歯学部、28691 マドリード、スペイン；lporruz@myuax.com (L.P.-R.) ；mprieval@uax.es (M.V.-P.) ；amartvac@uax.es (A.M.-V.) ；cromaric@uax.es (C.R.-R.)

2 マドリード・コンプルテンセ大学歯学部、28040 マドリード、スペイン；mapaz08@ucm.es

* 連絡先：jmenaalvarez@gmail.com または jesmen01@ucm.es ；電話：+34-656571744

本研究は外部からの資金提供を受けていない。

受付日：2026年7月20日

日付 (rev-recd)：2026年8月27日

受理日：2026年8月27日

PMC公開日：2026年08月29日

PMC履歴 (pmc-live)：2026年09月12日

PMC最終変更日 (pmc-last-change)：2026年09月15日

電子公開日：2026年8月29日

収録年月：2026年9月

編集者：Francesco Inchingolo (役割：学術編集者)

1. 緒言

歯科における色は、特に歯冠修復を行う際に重要である。周囲の歯や患者の要望に合った適切な色を選択することにより、調和、均衡、自然さを伝える修復が可能になる[1]。

色知覚は、明度、色相、彩度という3つの次元で記述され[2,3]、光源、物体、観察者の網膜光受容器の相互作用に依存する[4]。これらの次元は、マンセル表色系と、CIELAB色空間を含むその現代的な後継体系の基礎をなす[5]。臨床的に意味のある変動要因として、診療用照明の色温度（歯科ユニットは通常約4000 Kの光を提供する一方、シェードマッチングには自然昼光に近い5500 Kが推奨される[6]）、周囲の状況と照明に依存する色知覚の変化[7]、エナメル質と象牙質の半透明性、屈折、層構造による光学的挙動（歯の明度と彩度を主に決定するのは象牙質である[8,9,10,11,12]）、およびメタメリズム（異なる照明光の下で同じ歯が異なるシェードに見える現象で、天然歯とセラミック修復物との間でも報告されている[9,13,14]）が挙げられる。背景色、患者の衣服、化粧品などの環境因子も視覚的シェード評価に偏りをもたらし得るため、シェード採得時にはその影響を最小限にするか標準化すべきである[10,11]。

色は、光、物体の特性、観察者の特性など、複数の因子に依存する[15,16]。このため色は主観的な性質を持ち、標準化された再現可能な方法で判定することが難しい。歯科用ガイドなどの主観的方法是は現在も臨床で使用されているが、主観性の問題を解決するという考えから客観的方法が登場してきた。本緒言で提示する背景は、系統的ではなく叙述的な性格のものである。本研究で直接評価する技術であることから、主に機器（分光測色）によるシェード判定法に焦点を当て、視覚的方法是は比較に関係する範囲でのみ扱う。これらの機器は、光線が歯に当たった後に得られる反射光を測定する。測色計と分光測色計があり、測色計は、放射された光のうち機器に集められる反射光を介して光の吸収を測定し、分光測色計は、規定された放射光の入射後に集められる反射光を介して色の質と量を測定する。Vita Easyshade Compact[®] (VITA Zahnfabrik、バート・ゼッキンゲン、ドイツ) は、3つの分光測色計から構成されるワイヤレスデジタル分光測色計である。1つの分光測色計が光を放射し、残りの2つは生じた分散の波長を比較することにより物体から発せられる反射光を測定する (Vita Classic[®] HおよびVita 3D Master[®]) ガイドのシェード、ならびに漂白処置を受けた歯の特定のシェードを参照する[17,18])。

分光測色計に関する最新の更新の中には、Rayplicker Cobra[®] (Borea、リモージュ、フランス) がある。これは波長を測定・解析し、データベースと比較して歯の色を判定するワイヤレス分光測色計である。歯のどの部分でも測定できる。380 nmから780 nmの範囲を解析する。色の定義には、歯の3つの値に基づいて色を表すCIELABを用い、色の偏差および精密な明るさの検討を可能にする。人の眼の機能に類似した三次元解析と、コンピューターソフトウェアへの結果の直接送信が可能である[19,20]。

Easyshade Advance 4.0は、臨床的繰返し性の研究で広く検証されている。これに対し、Rayplicker Cobraの臨床的エビデンスは比較的限られている。先行研究は、旧世代機であるRayplicker Sandyを評価したか、複数の口腔内分光測色計の繰返し性を評価したものであり、共通の臨床プロトコル下でEasyshade Advance 4.0と専ら直接比較したものではない。この文献上の不足が、本研究で両機器を臨床比較する根拠となる。

本研究の主目的は、歯のシェード判定における2種類の分光測色装置 (Easyshade Advance 4.0およびRayplicker Cobra) の同一機器内の繰返し性を評価することであった。副次目的として、両機器間の一致度、および各機器とVita Classicガイドを用いた従来の視覚的シェード選択との一致度を評価した。主要評価項目である同一機器内の厳密な繰返し性については、記述的に解析したため、推測統計上の帰無仮説を設定しなかった。副次的な一致度解析では、事前に定めた各歯の領域で、(1) Easyshade Advance 4.0とRayplicker Cobra、(2) Easyshade Advance 4.0とVITA Classicalによる視覚的シェード選択、(3) Rayplicker CobraとVITA Classicalによる視覚的シェード選択の間に、偶然を超える一致はない ($\kappa = 0$) ことを帰無仮説とした。対応する対立仮説は、偶然を超える一致が存在する ($\kappa \neq 0$) ことであった。

2. 材料と方法

2.1. 研究デザイン、実施環境および参加者

スペイン、マドリードのアルフォンソ10世賢王大学クリニックで、記述的横断観察研究を実施した。本研究はUAX倫理・研究委員会の承認を受けた (2023_12/233 ; 2023年12月15日) 。選択された患者は、研究参加のインフォームド・コンセント文書に記入した。

参加者の選択には、以下の組入れ基準を適用した。18歳を超え、歯2.1、2.3、2.6が残存し、歯周組織が健康で、補綴修復物、石灰化異常、歯内療法既往がなく、良好な口腔衛生状態を有する患者。

正式な事前のサンプルサイズ計算は行わなかった。CzigolaらおよびAbu-Hossinらの公表研究で用いられたサンプルサイズに基づき、患者35人の標本を選択した[17,21]。各患者で3歯を解析し、合計105歯を調べた。各患者から3歯を得ているため、これら105の測定値は完全に独立した観測値ではない。患者を統計上のクラスター単位とみなし、この患者内相関を統計解析の限界として認識している (第4節参照) 。

2.2. 歯の測定部位と臨床的標準化

歯2.1、2.3、2.6を、研磨ペーストを用いず予防処置用ブラシであらかじめ清掃してから解析した。測定に際しては、歯2.1および2.3の歯頸側、中央、切縁側の各3分の1における歯冠の解剖学的中心を定め、唇頬側面で異なる測定法 (1. Vita Classicガイド、2. Vita Easyshade Advance 4.0、3. Rayplicker Cobra) を用いて3回のシェード測定を行った (図1) 。歯2.6は前歯部ほど審美的課題が大きくないため、頬側面中央3分の1でのみシェードを採得した。

参加者は一連の測定を通じて同じ診療姿勢を維持し、歯面は湿潤に保った。

2.3. 視覚的シェード選択と機器によるシェード判定

機器による各シェード測定 (Easyshade [VITA Zahnfabrik、バート・ゼッキンゲン、ドイツ] および Rayplicker [Borea、リモージュ、フランス]) を3回繰り返し、検査の信頼性を確認した。Vita Classicガイドによる視覚的評価は各部位につき1回のみ行ったため、視覚的方法の評価者内繰返し性を算出できず、この点を限界として認識している。各患者から、年齢、コーヒー、ワインおよび / または茶の常習的摂取、喫煙状況、漂白処置歴、薬剤使用の有無とその種類などの追加データを収集した。

視覚的測定と機器による測定はすべて、同一の評価者 (L.P.-R.) が実施した。この歯科医師は、評価者内変動を最小限にするため、データ収集前に両分光測色装置の使用について特別な指導を受けており、先行する臨床的繰返し性研究と同等のデザインに従った[22,23]。各分光測色測定では、プローブ先端を唇頬側面に垂直に配置し、選択した点で安定した一定の接触を保った。また、3回の反復測定の間には、毎回機器を口腔から完全に取り出し、再位置決めした[24]。反復間隔は事前には固定せず、機器の再位置決めと再作動に必要な時間とし、通常は数秒であった。この点を、わずかではあるが標準化されていない時間的変動の要因として認識している。両機器は、各測定セッションの直前に製造元の指示に従って校正した[25]。すべての測定は、中立的な背景に対して約5500 Kの標準化された診療用照明下で行い[6,23]、予防的清掃後の最初の1分以内に完了した。これは、歯の隔離から数秒以内に測定可能な明度上昇を引き起こし得るエナメル質の脱水の交絡効果を最小限にするためである[26]。Vita Classicガイドによる視覚的シェード選択は、必ずEasyshadeおよびRayplickerの測定値を取得する前に行き、視覚的評価時点で評価者が機器の結果を知らない状態を保った。石原式色覚検査で正常色覚を確認した同一の評価者が、すべての視覚的評価を行った[27]。シェードガイドは、推奨されるシェード選択プロトコルに従い、既定の英数字順ではなく明度の昇順に配列し[28]、患者ごとにシェードタブを消毒した。機器によるシェード判定技術は、専門用分光測色計からスマートフォンを用いたアプリケーションまで多様化を続けており[29]、本研究で採用したような標準化された取得プロトコルの必要性が強調される。処置中、患者は歯科用チェアで上体を起こして座り、ヘッドレストに頭部を当てて安定させた。これは臨床的シェードマッチング研究で推奨される姿勢に従ったものである[30]。

データ解析は、以下の3つの基本的な方向に重点を置いて行った。

各使用者について、各機器で採得した3回の色の精確さ (accuracy) の解析。

各採得時に解析した2台の機器の一致。

各機器で採得した色と参照ガイドとの整合性。

2.4. 評価項目と統計解析

各分光測色計の厳密な繰返し性を解析するため、特定の部位における3回の反復採得すべてでシェードの指定が一致した場合には参加者を一致、そうでなければ不一致と分類する二値変数を作成した。この変数を記述的に解析し、一致例の総数 (厳密な繰返し性) と、参加者35人に対する対応する割合を求めた。この指標は、本質的に同一の条件下で行った3回の反復測定の完全一致 (すなわち繰返し性) を反映するものであり、外部参照基準に対する精確さ (accuracy) の指標と解釈すべきではない。

機器間一致度の解析では、一方で、採得した各測定の各領域および部分について、類似性の程度を記述的に解析した。さらに、2変数間の一致の程度を求めることができるCohenのカッパ一致係数を用いて統計解析を行った。0.8を超える値は非常に良好な一致、0.6~0.8は良好な一致、0.4未満は不良な一致を示す。

各分光測色計とVita Classicガイドとの一致の程度を調べるため、一致率の記述的解析に加え、カッパ一致係数を用いた。

収集したデータをExcelに入力した後、SPSS (バージョン29.01.0) を用いて統計解析を行った。

3. 結果

3.1. 分光測色計の厳密な繰返し性の解析

Easyshade Advance 4.0の全体の厳密な繰返し性の割合 (すなわち、3回の反復測定すべてで同じシェード指定が得られた参加者の割合) は52.2%であり、最も高い厳密な繰返し性は歯2.1の中央部および同歯の切縁部で認められた。Rayplicker Cobraの全体の厳密な繰返し性の割合は53%であった。最も高い厳密な繰返し性は歯21および23に認められ、切縁側3分の1に集中していた。しかし、再現性の割合が最も高かったのは歯2.1の中央部であった (表1)。

3.2. Easyshade 4.0とRayplicker Cobraの一致度 (機器間一致度)

EasyshadeとCobraの分光測色計間の一致および同一性の解析結果を表2に示す。記述的には、精確さ (accuracy) の割合が最も高かったのは歯2.1の中央部および切縁部であった。統計学的には、すべてのカッパ係数は有意であり ($p < 0.05$)、すべての解析で一致の帰無仮説を棄却できた。しかし、カッパ係数の大きさは全体を通じて低～中等度 (0.053-0.386) であったため、統計学的有意性を強い機器間一致の証拠と解釈すべきではない。

3.3. 各分光測色計と視覚的シェード選択 (Vita Classicガイド) との一致度

表3に、Vita ClassicガイドとEasyshade 4.0分光測色計との一致および同一性の結果を示す。記述的には、最も高い割合が認められたのは、歯2.1の中央部、歯2.1の切縁部、歯2.3の中央部、歯2.6の中央部であった。しかし、歯2.3の歯頸部では一致が認められなかった。Cohenのカッパ解析については、歯2.3の歯頸部の一致度解析を除くすべての場合に $p < 0.001$ の有意差が認められ、Easyshade 4.0で採得した色とVitaガイドとの一致がゼロであるという仮説が棄却された。

方法で事前に定義した閾値を適用すると、良好な一致 (0.6-0.8) は歯2.1の中央部 ($k = 0.619$) のみに認められた。歯2.1の切縁部 ($k = 0.475$) および歯2.3の中央部 ($k = 0.418$) は中等度の一致に相当し、「良好」の閾値0.6を下回った。残りの場合の一致度は低く、カッパ値は0.4未満であった。

Rayplicker CobraとVitaガイドとの一致度の解析を表3に示す。一致率が50%を超えたのは1か所のみで、歯2.1の中央部であった。一致度がゼロであるという帰無仮説はすべての場合に棄却されたが、いずれも中等度または高い一致には達しなかった。最も高い一致度は、歯2.1の中央部 ($k = 0.362$) と歯2.3の中央部 ($k = 0.216$) で認められた。

4. 考察

この探索的臨床研究では、反復測定の間機器を完全に取り外し再位置決めした後のEasyshade Advance 4.0およびRayplicker Cobraの同一機器内の厳密な繰返し性を評価するとともに、反復したVITA Classicalによる視覚的シェード選択を伴う両機器間の一致度を評価した。両機器の全体の厳密な繰返し性の割合はほぼ同一であった (Easyshade 52.2%、Rayplicker Cobra 53.0%) が、繰返し性は歯と測定領域によって大きく異なった。機器間一致度は主に不良であり (カッパ = 0.053-0.386)、両機器を互換可能とみなせないことを示している。Easyshadeは一部の領域、特に歯2.1の中央3分の1 (カッパ = 0.619) でVita Classicガイドとの一致度がより高かった一方、Rayplicker Cobraはいずれの領域でも視覚的方法と中等度の一致に達しなかった。これらの所見は測定の安定性と方法間の比較可能性を記述するものであり、絶対的な精確さ (accuracy) または真度 (trueness) を確立するものではない。

臨床的な観点から、歯のシェード判定は、修復治療および補綴治療の計画における重要な診断段階である。選択したシェードは、材料選択、セラミックの築盛、特徴付け、歯科技工所との情報伝達、および修復物が隣接歯列に調和しているかどうかの最終評価に影響し得る。本研究で認められた中等度の繰返し性は、機器による1回の測定では歯の色を十分に表せない可能性を意味する。一貫しない測定は、誤ったシェード指示、技工所での追加修正、修復物の再製作、治療時間の増加、患者の不満につながる可能性がある。したがって、シェード測定機器の臨床的価値は、客観的な数値またはカテゴリーの結果を生成する能力だけでなく、同一の臨床条件で測定を繰り返した際の、その結果の安定性にも依存する。

歯科の色測定に応用される電子機器は、より高い精密度 (precision) を達成して作業の流れを円滑にし、既存の従来法を置き換えることを意図していると考えられ、更新を続ける重要な役割を担っている[17,18]。

本研究で認められた領域間の差も、臨床的に意味がある。繰返し性は解剖学的領域によって著しく異なった。両機器は歯2.1の中央3分の1で最良の性能を示した一方、歯頸部、切縁部、臼歯部の複数の部位で低い値を示した。このパターンは、歯の形態および光学的構成の違いに関連する可能性がある。中央3分の1は通常、より広く規則的な表面を提供し、下層の象牙質の影響を強く受ける。一方、歯頸部では、表面の湾曲が大きいこと、歯肉に近いこと、到達性が低いことの影響を受ける可能性がある。切縁側3分の1はエナメル質の半透明性が高く、口腔内の背景の影響をより強く受けるという特徴がある一方、臼歯の凸状の頬側面では、接触プローブを安定して位置決めすることがより難しい可能性がある。その結果、これらの領域では、機器の角度、プローブと歯の接触、正確な測定位置が、より大きな影響を及ぼす可能性がある。測定の幾何学的条件、表面特性、臨床的標準化に関する同様の懸念は、先行研究やレビューでも論じられている[31,32,33,34,35]。脱水も、臨床評価中の歯の外観を変化させ得る[19]。本研究では歯面を湿潤に保ち、患者の姿勢を一定にしたが、照度と色温度は客観的に測定せず、接触圧および角度も機器による標準化は行わなかった。

Klotz ALら[33]はEasyshade 4とEasyshade Vで得られる結果の繰返し性を調べ、両機器が信頼でき、臨床実践で推奨できるとした。これらの結果は、本研究のEasyshade Advance 4.0で認められた繰返し性とおおむね一致する。しかし、本標本の全体の厳密な繰返し性は52.2%にすぎなかったため、本所見は、Easyshadeを高い信頼性が実証された機器とするのではなく、有用な診断補助とみなす、より慎重な解釈を支持する。Hampé-Kautz Vら[34]は、最適な性能という点でRayplicker SandyをEasyshadeの競合機とみなせるとした。複数の領域でEasyshadeとVita Classicガイドの一致度が高かったことを、自動的に優れた真度 (trueness) と解釈すべきではない。視覚的評価と機器による測定は異なる過程に基づく。観察者は特定の照明下で歯全体の外観を統合する一方、分光測色計は限定した領域を測定し、内部アルゴリズムとシェードライブラリに従って反射光をシェード指定へ変換する。したがって、視覚的方法との一致は、現在の臨床実践との臨床的な比較可能性を示すが、一方の方法が客観的に正しいシェードを同定したことを確立するものではない。検

討した既存文献にも固有の限界がある[35,36]。実施された研究では、集団のサンプルサイズやシェード判定の採得反復回数が異なり、どのシェード判定法が最も有効かを明確に確立することが難しく、この分野のさらなる研究が必要である。さらに、機器は多数あり、各研究が特定の機器を選んでいるため、全体的な比較は不明瞭となる。著者らは、分光測色計が色の取得に信頼できる方法であることに同意している[37]。先行研究でも同様に、視覚的方法とデジタル手法との一致度にはばらつきがあることが報告され、いずれの方法にも限界があることが強調されている[17,21,31,38]。したがって、日常診療で最も妥当な戦略は、慎重に標準化した視覚的評価を無批判に置き換えるのではなく、その補助として機器による測定を用いることである。

本所見は、構造化されたシェード選択プロトコルの使用を支持する。測定前には表面を脱水させずに歯を清掃し、製造元の指示に従って機器を校正し、制御された照明下、中立的な背景に対して速やかに測定すべきである。プローブは選択した領域に垂直に配置して安定した接触を保ち、少なくとも2回または3回の測定値を記録すべきである。測定値が一致しなければ測定を繰り返し、訓練を受けた観察者が視覚的に確認すべきである。脱水、環境照明、背景色、観察者に関連する因子は、シェード評価を変化させ得る[6,10,11,15,19,35]。技工所への情報伝達では、カテゴリーとしてのシェードに、測定した歯の領域、標準化された臨床写真、および利用可能な場合には数値による色情報を添えることが理想的である。特に、本研究で認められた低い機器間カップパ値は臨床的に意味のある機器依存の変動を示しているため、異なる機器で得られた結果を、事前検証なしに互いに置き換えるべきではない。したがって、技工指示または縦断的な臨床経過観察では、あるシステムのシェード指定が別のシステムの指定と同等であると仮定するのではなく、同じ検証済み機器を使用することが理想的である。

本結果は、分光測色計は標準化を改善し得るものの、変動をなくすわけではないことを示す文献と、概して一致する。Kalantariらは、視覚的ガイドに対する2種類の分光測色システムの性能が同等であると報告し[31]、Klotzらは、実験室および臨床条件下でEasyshadeの各モデルが臨床的に許容できる信頼性を有することを示した[33]。より最近では、Hampé-Kautzらが、繰返し性は口腔内分光測色計間および使用するシェード体系によって異なることを示した[32]。公表研究間の違いは、機器の世代、校正手順、歯種、シェードガイド、反復回数、評価者の経験、湿潤状態、繰返し性の統計学的定義を反映している可能性がある。Rayplicker Cobraは、先行文献の多くで評価されたシステムよりも新しく導入された機器である。そのため、本臨床比較は有用な予備的エビデンスを提供するが、旧型Rayplickerとの直接比較は慎重に行うべきである[39,40]。緒言で述べたとおり、共通プロトコルおよび歯の3分の1ごとの領域別層別化のもとで、Rayplicker CobraをEasyshade Advance 4.0のような確立した機器と比較する直接的な臨床エビデンスは、これまで欠けていた。本研究は、ほかの機器の組合せですでに利用可能な比較を繰り返すのではなく、この特定の不足に対処するものである。

いくつかの限界を考慮する必要がある。カップパに基づく一致度解析について、正式な事前サンプルサイズ計算または検出力計算を行わなかった。患者35人という標本は、先行する同様の研究で用いられたサンプルサイズに基づいており、観察されたカップパ水準を検出するうえでこのサンプルサイズが適切であるとは仮定できない。また、患者ごとに3歯を解析したため、105の測定値は完全に独立した観測値ではない。統計解析ではこの患者内クラスターリングを調整しておらず、報告した割合とカップパ係数の精密度 (precision) を解釈する際には、この点を考慮すべきである。各参加者の年齢、喫煙、コーヒー / ワイン / 茶の摂取、漂白処置歴、薬剤使用は記述目的で記録したが (第2節参照)、解析せず、結果にも報告せず、統計解析の共変量にも含めなかった。患者の性別は研究変数として収集しなかった。これらの一部がエナメル質と象牙質の光学特性に影響することは認識されているため、今後の研究では潜在的な共変量として正式に解析すべきである。本研究は成人35人を対象に単一の臨床施設で実施し、上顎の3歯種のみを評価したため、ほかの集団、歯、臨床状況への一般化可能性は限られる。シェードの結果はVita Classicのカテゴリーとして解析し、一致度はCohen

のカッパで評価した。連続値のCIELAB座標およびCIEDE2000で算出する知覚的色差は得られなかった。そのため、異なるシェードタブに分類された2つの測定が視覚的には近い可能性がある一方、同じカテゴリーに分類されても、意味のある数値差が隠されている可能性がある。また、Vita Classicによる視覚的評価は独立した機器によるゴールドスタンダードではなかったため、本研究はいずれの分光測色計の絶対的な真度 (trueness) も確立できない。繰返し性の厳密な定義では3回すべての測定値の同一性を要求したため、数値的な色の許容差に基づく方法より低い割合となった可能性がある。評価者に関連する変動、反復再位置決めの影響、および測定が最終修復物のシェード適合に及ぼす影響は評価しなかった。さらに、元の統計解析には、繰返し性の割合とCohenのカッパ係数の信頼区間が含まれていなかった。したがって、これらの推定値の精密度 (precision) を正式に定量化することはできず、今後の前向き研究では結果の解釈を改善するため、一致係数とともに信頼区間を組み入れるべきである。また、Vita Classicガイドによる視覚的評価は各部位につき1回のみ行ったため、視覚的方法の評価者内信頼性を評価できなかった。その結果、視覚的比較法自体の繰返し性、および表3で報告した機器対ガイドの一致度への潜在的寄与は不明のままである。最後に、本研究では、2種類の分光測色計のいずれか、または視覚的方法のいずれが真の歯の色により近い測定値を提供するかを判定できない。この問いに対処するには、校正済み分光放射計や認証された物理的色標準など、独立した機器による参照基準が必要であり、これは本臨床比較の範囲外であった[41]。

これらの限界にもかかわらず、本研究は、Easysshade Advance 4.0とRayplicker Cobraは、いずれも専用に設計された分光測色計であるものの、観察された機器間カッパ値が主に不良であったことから、相互に互換可能ではないことを示している。Vita Classicガイドによる視覚的評価は各部位につき1回のみ行ったため、視覚的方法の評価者内信頼性を算出できなかった。そのため、視覚的比較法自体の繰返し性、および表3で報告した機器対ガイドの一致度への潜在的寄与は評価できなかった。したがって、本研究では、2種類の分光測色計のいずれか、または視覚的方法のいずれが真の歯の色により近い測定値を提供するかを判定できない。この問いに対処するには、校正済み分光放射計や認証された物理的色標準など、独立した機器による参照基準が必要であり、これは本臨床比較の範囲外であった[41]。

データ収集時には、過去の歯の漂白処置、喫煙状況、着色性飲料の摂取、薬剤使用など、参加者に関連する複数の変数を記録したが、統計解析の説明変数には含めなかった。今後の研究では、多変数解析手法を用いて、これらがシェード判定に及ぼす潜在的影響を評価すべきである。

本研究では口腔内スキャナーを評価していないため、このデータからスキャナーによるシェード判定との比較はできない。この点を明らかにするには、スキャナーを用いたシステムおよび独立した参照基準を含む、さらなる臨床研究が必要である。

今後の研究には、より大規模な多施設標本、複数の訓練済み評価者、標準化された照明・湿潤維持プロトコル、およびより幅広い前歯と臼歯を含めるべきである。比較には、独立して校正した参照機器、連続値のCIELAB測定、CIEDE2000色差、および事前に定めた知覚可能性と臨床的許容性の閾値を組み入れるべきである。また、機器による反復測定、視覚的方法とデジタル法を組み合わせたプロトコル、または機器別の技工所との情報伝達の使用が、修復物の再製作を減らし、臨床家および患者が報告する審美的転帰を改善するかを明らかにすることも有用であろう。そのような研究により、新しい分光測色計が、単にシェードカテゴリーを割り当てる別の方法を提供するだけでなく、臨床的に意味のある診断上の利点をもたらすかになる。

5. 結論

本臨床研究の条件下では、Easyshade Advance 4.0とRayplicker Cobraの記述的な厳密な繰返し性の割合は同程度であり、評価した参加者と部位の組合せの約半数で、3回の反復測定すべてにおいて同一のカテゴリーシェード結果が得られた。この記述的な類似性を統計学的な同等性と解釈すべきではない。両機器間の一致度は主にわずか～まずまずであり、カテゴリーとしてのシェード指定を互換可能とみなすべきではないことを示している。

Easyshadeは、一部の歯の領域、特に歯2.1の中央3分の1で、合意に基づくVITA Classicalの視覚的方法との一致度がRayplicker Cobraより高かった。視覚的方法は主観的な臨床上の比較法であり、独立した機器による参照基準を用いていないため、これらの所見は優れた絶対的真度 (trueness) を確立するものではない。両機器は、標準化された反復シェード選択の作業手順における補助と捉えるのが最も適切であり、制御された照明、未加工の測色結果、および適切なクラスタリングを考慮した統計手法を用いた、十分な検出力を有するさらなる研究が必要である。

免責事項 / 出版社注記：すべての出版物に含まれる記述、意見、データは、個々の著者および寄稿者のみに属し、MDPIおよび / または編集者のものではない。MDPIおよび / または編集者は、内容中に言及された考え、方法、指示、製品によって生じる人身または財産への損害について責任を負わない。

著者の貢献

研究構想：L.P.-R.、M.V.-P.、C.R.-R.；方法論：L.P.-R.、M.V.-P.、J.M.-Á.、C.R.-R.；正式な解析：A.M.-V.、M.M.P.-C.、J.M.-Á.；調査：L.P.-R.、M.V.-P.、C.R.-R.；リソース：J.M.-Á.；データの整理・管理：A.M.-V.、M.M.P.-C.、J.M.-Á.、C.R.-R.；執筆・初稿作成：J.M.-Á.；執筆・レビューおよび編集：M.V.-P.、A.M.-V.、M.M.P.-C.、C.R.-R.；可視化：L.P.-R.、M.V.-P.、A.M.-V.、M.M.P.-C.、J.M.-Á.、C.R.-R.；監督：C.R.-R.、J.M.-Á.；プロジェクト管理：C.R.-R.；資金獲得：J.M.-Á.。すべての著者は、公表版の原稿を読み、これに同意した。

施設倫理審査委員会に関する声明

本研究はUAX倫理・研究委員会の承認を受けた (2023_12/233、2023年12月15日)。すべての参加者は研究への参加を自発的に受け入れ、ヘルシンキ条約の勧告に従い、説明文書およびインフォームド・コンセントに署名した。

インフォームド・コンセントに関する声明

個人を識別可能なすべての参加者から、公表についてのインフォームド・コンセントを得た。

データ利用可能性に関する声明

本研究で提示した独自の成果は本論文に含まれている。追加の問い合わせは責任著者に行うことができる。

利益相反

著者らは利益相反がないことを宣言する。

図注 (原著 : Figure 1)

(A) EasyShade 4.0による色の取得。(B) Rayplicker Cobraによる色の取得。(C) Easysshade 4.0の結果。(D) Rayplicker Cobraの結果。

表1 (原著ラベル : Table 1)

Easysshade 4.0およびRayplicker Cobraの厳密な繰返し性の解析。

	歯頸部	歯頸部	中央部	中央部	中央部	切縁部	切縁部
機器	2.1	2.3	2.1	2.3	2.6	2.1	2.3
Easysshade 4.0	11	14	27	19	15	25	17
厳密な繰返し性 %	31.4%	40.0%	77.1%	54.3%	42.9%	71.4%	48.6%
Rayplicker Cobra	14	17	22	19	16	21	21
厳密な繰返し性 %	40.0%	48.6%	62.9%	54.3%	45.7%	60.0%	60.0%

表2 (原著ラベル : Table 2)

Easysshade 4.0とCobraの一致度の解析。

		歯頸部	歯頸部	中央部
		2.1	2.3	2.1
一致率 %	一致率 %	33.3%	19.0%	57.1%
カッパ	値	0.203	0.079	0.386
カッパ	p	<0.001	<0.05	<0.001

表2 / 分割 2・ 全2 (識別列を再掲)

	中央部	中央部	切縁部	切縁部
	2.3	2.6	2.1	2.3
一致率 %	28.6%	7.6%	45.7%	34.3%
カッパ	0.202	0.053	0.161	0.241

	中央部	中央部	切縁部	切縁部
	2.3	2.6	2.1	2.3
カップ	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表3 (原著ラベル : Table 3)

各分光測色計 (Easyshade 4.0、Rayplicker Cobra) と Vita Classicガイドとの一致度の解析。

	歯頸部		中央部		中央部	切縁部	切縁部
機器 / 指標	2.1	2.3	2.1	2.3	2.6	2.1	2.3
Easyshade 4.0対Vita Classic	Easyshade 4.0対Vita Classic	Easyshade 4.0対Vita Classic	Easyshade 4.0対Vita Classic	Easyshade 4.0対Vita Classic	Easyshade 4.0対Vita Classic	Easyshade 4.0対Vita Classic	Easyshade 4.0対Vita Classic
一致率 %	30.5%	10.5%	74.3%	49.5%	48.6%	64.8%	31.4%
カップ (p)	0.136 (0.001)	0.010 (0.721)	0.619 (<0.001)	0.418 (<0.001)	0.360 (<0.001)	0.475 (<0.001)	0.188 (<0.001)
Rayplicker Cobra対Vita Classic	Rayplicker Cobra対Vita Classic	Rayplicker Cobra対Vita Classic	Rayplicker Cobra対Vita Classic	Rayplicker Cobra対Vita Classic	Rayplicker Cobra対Vita Classic	Rayplicker Cobra対Vita Classic	Rayplicker Cobra対Vita Classic
一致率 %	27.6%	23.8%	54.3%	24.8%	6.7%	41.0%	24.8%
カップ (p)	0.149 (<0.001)	0.118 (<0.001)	0.362 (<0.001)	0.216 (<0.001)	0.038 (0.010)	0.129 (0.003)	0.158 (<0.001)

参考文献 (全件・ 原文書誌情報)

1. Alnusayri M.O., Sghaireen M.G., Mathew M., Alzarea B., Bandela V. Shade Selection in Esthetic Dentistry: A Review Cureus; 2022; 14: e23331 doi: 10.7759/cureus.23331; pmid: 35464532; pmcid: PMC9015060
原文XML識別子 : doi 10.7759/cureus.23331 ; pmid 35464532 ; pmcid PMC9015060

2. Kalyani P., Subiksha K., Jena A., Shashirekha G., Mohanty S., Sharma G. Effects of eye dominance on shade matching and color perception among the dentist population Restor. Dent. Endod.; 2023; 48: e40 doi: 10.5395/rde.2023.48.e40; pmid: 38053780; pmcid: PMC10695730
原文XML識別子 : doi 10.5395/rde.2023.48.e40 ; pmid 38053780 ; pmcid PMC10695730

3. Justiawan Wahjuningrum D.A., Hadi R.P., Nurhayati A.P., Prayogo K., Sigit R., Arief Z. Comparative analysis of color matching system for teeth recognition using color moment Med. Devices; 2019; 12: 497-504 doi: 10.2147/meder.s224280; pmid: 32021495; pmcid: PMC6946634
原文XML識別子 : doi 10.2147/meder.s224280 ; pmid 32021495 ; pmcid PMC6946634

4. Behar-Cohen F., Gelizé E., Jonet L., Lassiaz P. Anatomie de la rétine Med. Sci.; 2020; 36: 594-599 doi: 10.1051/medsci/2020094; pmid: 32614310
原文XML識別子 : doi 10.1051/medsci/2020094 ; pmid 32614310

5. Gómez-Polo C., Portillo Muñoz M., Lorenzo Luengo M.C., Vicente P., Galindo P., Martín Casado A.M. Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas J. Prosthet. Dent.; 2016; 115: 65-70 doi: 10.1016/j.prosdent.2015.07.001; pmid: 26412001
原文XML識別子 : doi 10.1016/j.prosdent.2015.07.001 ; pmid 26412001

6. Valor-Priego M., Celemín-Viñuela A., Gómez-Polo M., Romeo Rubio M., Martínez-Vázquez de Parga J.A. Estudio clínico sobre la influencia de la luz ambiental en la toma del color dental Gac. Dent.; 2016; 277: 98-106

7. Aston S., Denisova K., Hurlbert A., Olkkonen M., Pearce B., Rudd M., Werner A., Xiao B. Exploring the determinants of color perception using #thedress and its variants: The role of spatio-chromatic context, chromatic illumination, and material-light interaction Perception; 2020; 49: 1235-1251 doi: 10.1177/0301006620963808; pmid: 33183137; pmcid: PMC7672784

原文XML識別子 : doi 10.1177/0301006620963808 ; pmid 33183137 ; pmcid PMC7672784

8. Śmielecka M., Dorocka-Bobkowska B. Comparison of two optical devices used for artificial tooth color selection Dent. Med. Probl.; 2022; 59: 249-253 doi: 10.17219/dmp/141147; pmid: 35584297

原文XML識別子 : doi 10.17219/dmp/141147 ; pmid 35584297

9. Viciano J., Icaro I., Tanga C., Tripodi D. Influence of light conditions (colour temperature and illuminance) on the evaluation of root translucency for the application of Lamendin's age-at-death estimation technique Int. J. Leg. Med.; 2023; 137: 131-144 doi: 10.1007/s00414-022-02902-1; pmid: 36261608; pmcid: PMC9816196

原文XML識別子 : doi 10.1007/s00414-022-02902-1 ; pmid 36261608 ; pmcid PMC9816196

10. Liberato W.F., de Almeida E.N., Gallito M.A., Faria-e-Silva A.L., Schneider L.F.J., Cavalcante L.M.A. Influence of a gray background and the illuminant on tooth shade selection J. Prosthet. Dent.; 2025; 134: 1290-1295 doi: 10.1016/j.prosdent.2023.12.005; pmid: 38228448

原文XML識別子 : doi 10.1016/j.prosdent.2023.12.005 ; pmid 38228448

11. Najafi-Abbrandabadi S., Vahidi F., Janal M.N. Effects of a shade-matching light and background color on reliability in tooth shade selection Int. J. Esthet. Dent.; 2018; 13: 198-206 pmid: 29687098

原文XML識別子 : pmid 29687098

12. Arola D.D., Gao S., Zhang H., Masri R. The Tooth: Its Structure and Properties Dent. Clin. N. Am.; 2017; 61: 651-668 pmid: 28886762; doi: 10.1016/j.cden.2017.05.001; pmcid: PMC5774624

原文XML識別子 : pmid 28886762 ; doi 10.1016/j.cden.2017.05.001 ; pmcid PMC5774624

13. Morimoto T., Kusuyama T., Fukuda K., Uchikawa K. Human color constancy based on the geometry of color distributions J. Vis.; 2021; 21: 7 doi: 10.1167/jov.21.3.7; pmid: 33661281; pmcid: PMC7937993

原文XML識別子 : doi 10.1167/jov.21.3.7 ; pmid 33661281 ; pmcid PMC7937993

14. Hein S., Westland S. Illuminant metamerism between natural teeth and zirconia restorations evaluated with a chromatic adaptation transform J. Prosthet. Dent.; 2024; 132: 1020-1027 doi: 10.1016/j.prosdent.2023.07.035; pmid: 37696745

原文XML識別子 : doi 10.1016/j.prosdent.2023.07.035 ; pmid 37696745

15. Clary J.A., Ontiveros J.C., Cron S.G., Paravina R.D. Influence of light source, polarization, education, and training on shade matching quality J. Prosthet. Dent.; 2016; 116: 91-97 doi: 10.1016/j.prosdent.2015.12.008; pmid: 26851189

原文XML識別子 : doi 10.1016/j.prosdent.2015.12.008 ; pmid 26851189

16. Török J., Mauks L., Márton S., Hegedűs C. Comparative analysis of some factors in tooth color matching Fogorv. Sz.; 2014; 107: 79-86 pmid: 25509508

原文XML識別子 : pmid 25509508

17. Abu-Hossin S., Onbasi Y., Berger L., Troll F., Adler W., Wichmann M., Matta R.-E. Comparison of digital and visual tooth shade selection Clin. Exp. Dent. Res.; 2023; 9: 368-374 doi: 10.1002/cre2.721; pmid: 36780185; pmcid: PMC10098283

原文XML識別子 : doi 10.1002/cre2.721 ; pmid 36780185 ; pmcid PMC10098283

18. Vag J., Stevens C.D., Badahman M.H., Ludlow M., Sharp M., Brenes C., Mennito A., Renne W. Trueness and precision of complete arch dentate digital models produced by intraoral and desktop scanners: An ex-vivo study J. Dent.; 2023; 139: 104764 doi: 10.1016/j.jdent.2023.104764; pmid: 37898433

原文XML識別子 : doi 10.1016/j.jdent.2023.104764 ; pmid 37898433

19. Haciali C., Korkut B., Yanikoglu F. Clinical assessment of dental color during dehydration and rehydration by various dental photography techniques Odontology; 2025; 113: 1558-1572 doi: 10.1007/s10266-025-01081-w; pmid: 40063225; pmcid: PMC12450812

原文XML識別子 : doi 10.1007/s10266-025-01081-w ; pmid 40063225 ; pmcid PMC12450812

20. Kanar Ö., Korkut B., Tağtekin D. Assessment of the correlation between fluorescence-featured intraoral scanner, laser fluorescence and spectrophotometric analyses in caries-affected dentin: An in-vitro diagnostic accuracy study *Lasers Med. Sci.*; 2025; 40: 140 doi: 10.1007/s10103-025-04390-2; pmid: 40085307; pmcid: PMC11909021

原文XML識別子 : doi 10.1007/s10103-025-04390-2 ; pmid 40085307 ; pmcid PMC11909021

21. Czigola A., Róth I., Vitai V., Fehér D., Hermann P., Borbély J. Comparing the effectiveness of shade measurement by intraoral scanner, digital spectrophotometer, and visual shade assessment *J. Esthet. Restor. Dent.*; 2021; 33: 1166-1174 doi: 10.1111/jerd.12810; pmid: 34397163

原文XML識別子 : doi 10.1111/jerd.12810 ; pmid 34397163

22. Khurana R., Tredwin C.J., Weisbloom M., Moles D.R. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices *Br. Dent. J.*; 2007; 203: 675-680 doi: 10.1038/bdj.2007.1108; pmid: 18084212

原文XML識別子 : doi 10.1038/bdj.2007.1108 ; pmid 18084212

23. Alvarado-Lorenzo A., Criado-Pérez L., Cano-Rosás M., Lozano-García E., López-Palafox J., Alvarado-Lorenzo M. Clinical Comparative Study of Shade Measurement Using Two Methods: Dental Guides and Spectrophotometry *Biomedicines*; 2024; 12: 825 doi: 10.3390/biomedicines12040825; pmid: 38672180; pmcid: PMC11048452

原文XML識別子 : doi 10.3390/biomedicines12040825 ; pmid 38672180 ; pmcid PMC11048452

24. Kim H.K. Evaluation of the repeatability and matching accuracy between two identical intraoral spectrophotometers: An in vivo and in vitro study *J. Adv. Prosthodont.*; 2018; 10: 252-258 doi: 10.4047/jap.2018.10.3.252; pmid: 29930796; pmcid: PMC6004350

原文XML識別子 : doi 10.4047/jap.2018.10.3.252 ; pmid 29930796 ; pmcid PMC6004350

25. Knezović D., Zlatarić D., Illeš I.Ž., Alajbeg M., Žagar M. In vivo and in vitro evaluations of repeatability and accuracy of VITA Easyshade Advance 4.0 dental shade-matching device *Acta Stomatol. Croat.*; 2015; 49: 112-118 doi: 10.15644/asc49/2/4; pmid: 27688393; pmcid: PMC4988825

原文XML識別子 : doi 10.15644/asc49/2/4 ; pmid 27688393 ; pmcid PMC4988825

26. Suliman S., Sulaiman T.A., Olafsson V.G., Delgado A.J., Donovan T.E., Heymann H.O. Effect of time on tooth dehydration and rehydration *J. Esthet. Restor. Dent.*; 2019; 31: 118-123 doi: 10.1111/jerd.12461; pmid: 30801926

原文XML識別子 : doi 10.1111/jerd.12461 ; pmid 30801926

27. Udiljak Ž., Illeš D., Knezović Zlatarić D., Čelić R. Effect of clinical experience on the shade matching accuracy in different dental occupational groups *Acta Stomatol. Croat.*; 2018; 52: 132-139 doi: 10.15644/asc52/2/6; pmid: 30034012; pmcid: PMC6047596

原文XML識別子 : doi 10.15644/asc52/2/6 ; pmid 30034012 ; pmcid PMC6047596

28. Jouhar R., Ahmed M.A., Khurshid Z. An Overview of Shade Selection in Clinical Dentistry *Appl. Sci.*; 2022; 12: 6841 doi: 10.3390/app12146841

原文XML識別子 : doi 10.3390/app12146841

29. Kusayanagi T., Maegawa S., Terauchi S., Hashimoto W., Kaneda S. A Smartphone Application for Personalized Tooth Shade Determination *Diagnostics*; 2023; 13: 1969 doi: 10.3390/diagnostics13111969; pmid: 37296821; pmcid: PMC10252511

原文XML識別子 : doi 10.3390/diagnostics13111969 ; pmid 37296821 ; pmcid PMC10252511

30. Lee J.H., Kim H.K. A comparative study of shade-matching performance using intraoral scanner, spectrophotometer, and visual assessment *Sci. Rep.*; 2024; 14: 23640 doi: 10.1038/s41598-024-74354-z; pmid: 39384854; pmcid: PMC11479611

原文XML識別子 : doi 10.1038/s41598-024-74354-z ; pmid 39384854 ; pmcid PMC11479611

31. Kalantari M.H., Ghorraishian S.A., Mohaghegh M. Evaluation of accuracy of shade selection using two spectrophotometer systems: Vita Easyshade and Degudent Shadepilot *Eur. J. Dent.*; 2017; 11: 196-200 doi: 10.4103/ejd.ejd_195_16; pmid: 28729792; pmcid: PMC5502564

原文XML識別子 : doi 10.4103/ejd.ejd_195_16 ; pmid 28729792 ; pmcid PMC5502564

32. Hampé-Kautz V., Roman T., Schwob T., Cournault B., Etienne O. In-vivo repeatability of three intra-oral spectrophotometers *J. Esthet. Restor. Dent.*; 2024; 36: 520-526 doi: 10.1111/jerd.13182; pmid: 38168888

原文XML識別子 : doi 10.1111/jerd.13182 ; pmid 38168888

33. Klotz A.-L., Habibi Y., Corcodel N., Rammelsberg P., Hassel A.J., Zenthöfer A. Laboratory and clinical reliability of two spectrophotometers J. Esthet. Restor. Dent.; 2022; 34: 369-373 doi: 10.1111/jerd.12452; pmid: 30593733

原文XML識別子 : doi 10.1111/jerd.12452 ; pmid 30593733

34. Hampé-Kautz V., Salehi A., Senger B., Etienne O. A comparative in vivo study of new shade matching procedures Int. J. Comput. Dent.; 2020; 23: 317-323 pmid: 33491927

原文XML識別子 : pmid 33491927

35. Tabatabaian F., Beyabanaki E., Alirezaei P., Epakchi S. Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review J. Esthet. Restor. Dent.; 2021; 33: 1084-1104 doi: 10.1111/jerd.12816; pmid: 34498789

原文XML識別子 : doi 10.1111/jerd.12816 ; pmid 34498789

36. Tabatabaian F., Namdari M., Mahshid M., Vora S.R., Mirabbasi S. Accuracy and precision of intraoral scanners for shade matching: A systematic review J. Prosthet. Dent.; 2024; 132: 714-725 doi: 10.1016/j.prosdent.2022.08.034; pmid: 36347647

原文XML識別子 : doi 10.1016/j.prosdent.2022.08.034 ; pmid 36347647

37. Rutkūnas V., Dirsė J., Bilius V. Accuracy of an intraoral digital scanner in tooth color determination J. Prosthet. Dent.; 2020; 123: 322-329 doi: 10.1016/j.prosdent.2018.12.020; pmid: 31227232

原文XML識別子 : doi 10.1016/j.prosdent.2018.12.020 ; pmid 31227232

38. Igiel C., Lehmann K.M., Ghinea R., Weyhrauch M., Hangx Y., Scheller H., Paravina R.D. Reliability of visual and instrumental color matching J. Esthet. Restor. Dent.; 2017; 29: 303-308 doi: 10.1111/jerd.12321; pmid: 28742283

原文XML識別子 : doi 10.1111/jerd.12321 ; pmid 28742283

39. Nantanapiboon D., Kamnoedboon P., Srinivasan M. Impact of lighting conditions on tooth-shade selection using intraoral scanners: An in vitro study Heliyon; 2024; 10: e38870 doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e38870; pmid: 39435100; pmcid: PMC11491899

原文XML識別子 : doi 10.1016/j.heliyon.2024.e38870 ; pmid 39435100 ; pmcid PMC11491899

40. Vitai V., Németh A., Teutsch B., Kelemen K., Fazekas A., Hegyi P., Németh O., Kerémi B., Borbély J. Color comparison between intraoral scanners and spectrophotometers: A systematic review and meta-analysis J. Esthet. Restor. Dent.; 2025; 37: 361-377 doi: 10.1111/jerd.13309; pmid: 39248580; pmcid: PMC11927804

原文XML識別子 : doi 10.1111/jerd.13309 ; pmid 39248580 ; pmcid PMC11927804

41. Akl M.A., Poh Choo Sim C., Nunn M.E., Lu Zeng L., Hamza T.A., Wee A.G. Validation of two clinical color measuring instruments for use in dental research J. Dent.; 2022; 125: 104223 doi: 10.1016/j.jdent.2022.104223; pmid: 35839964

原文XML識別子 : doi 10.1016/j.jdent.2022.104223 ; pmid 35839964

原文の整合性と訳注

以下は原著の表記・数値・研究上の限界についての注記です。本文中の原著の数値や結論を無断で訂正したものではありません。

訳注1：第2.3節の解析項目では反復測定をaccuracyの解析と呼ぶ一方、第2.4節は同じ指標を繰返し性と定義し、外部参照基準に対するaccuracyと解釈してはならないと明記している。原文に評価概念の用語不統一が残っている。

訳注2：Rayplicker Cobraの全体の厳密な繰返し性は、要旨では53.1%、結果では53%、考察では53.0%と表記され、表示桁数と丸め方に違いがあります。表1の一致数合計130を評価対象245で割ると約53.061%です。また、結果本文には最高値が切縁部に集中するという説明と歯2.1中央部が最高という説明が併記され、表1では中央部62.9%、両切縁部60.0%です。数値と説明は原文どおり保持しています。

訳注3：第3.2節は機器間のカッパ0.053-0.386を「低～中等度」と記すが、第2.4節の基準では0.4未満を不良とし、考察でも同じ範囲を主に不良と記している。数値自体は一致するが、原文の一致度分類が統一されて

いない。

訳注4：第3.3節は歯2.3歯頸部以外のEasyshade対Vitaの比較をすべて $p < 0.001$ と記すが、表3の歯2.1歯頸部は $\kappa = 0.136$ 、 $p = 0.001$ である。原文本文と表で不等号を含む有意確率の記載が一致していない。

訳注5：考察冒頭はVITA Classicalの視覚的シェード選択を「repeated」と記すが、要旨、第2.3節および限界の記述では各部位につき1回のみと明記している。視覚評価の反復回数に関する原文の矛盾である。

訳注6：原研究には、成人35人・単施設、事前の標本数 / 検出力計算なし、患者内クラスタリング未調整、信頼区間未提示、収集した背景因子の未解析、視覚評価が各部位1回のみ、独立した機器による参照基準および連続CIELAB・CIEDE2000データなしという限界がある。推定の精度、一般化可能性、絶対的真度の判断を制限する研究上の限界であり、訳文の欠陥ではない。

訳注7：結論は視覚的方法を「consensus VITA Classical visual method」と呼ぶが、方法では同一の評価者1人による各部位1回の評価とされ、合議または合意形成の手順は記載されていない。「合意に基づく」という訳は原文を反映しており、不整合は原文側にある。

原著・翻訳情報

PMID : 42739205 | DOI : 10.3390/diagnostics16172775

原文確認資料 : <https://www.ebi.ac.uk/europepmc/webservices/rest/PMC13565013/fullTextXML>

原著公開日 : 2026-08-29 | 翻訳日 : 2026-09-17

日本語主本文・表・図注 (原図・図中の文字・別ファイルの補足資料を除く)

原著・翻訳の利用条件 : CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

非公式AI翻訳・歯科医師による監修未実施。原図、図中の文字、別ファイルの補足資料は含みません。研究方法・数値・結論は原著の記述であり、個別患者への診断・治療指示ではありません。原著と最新の診療指針をご確認ください。