

遠隔歯科：各歯科専門領域での応用—システマティックレビュー・メタ解析

原著：Aryan Tabibnia, Pooya Omid, Saba Amini, Sam Shahbod, Arezoo Alaei, Kimia Ghods. Teledentistry: Applications Across Dental Specialties: A Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Dentistry (2026年9月1日)。DOI: 10.30476/dentjods.2025.106873.2726 (<https://doi.org/10.30476/dentjods.2025.106873.2726>)。

非公式AI日本語訳、2026年9月15日作成。歯科医師による監修・査読は未実施。抄録、主文、全3表、全2図注、著者情報・声明を翻訳し、参考文献は原文書誌情報を保持した。原図・図中数値・補足資料は含まない。原著と本翻訳はCC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)に従う。翻訳・書式変更による改変であり、著者・出版社の承認を意味しない。臨床手順の記述は原著内容の翻訳で、読者への個別の治療指示ではない。

抄録

背景

遠隔歯科はデジタル通信技術で遠隔から歯科医療を提供することで、アクセス、効率、患者転帰を改善する新たな解決法を提供する。

目的

主として修復歯科で、対面のゴールドスタンダード診査に対する遠隔歯科の診断精度を評価する。

方法

PubMed、Google Scholar、Embase、Scopusで、2015～2024年の研究を対象に系統的検索を行った。方法の異質性と比較可能な研究の少なさから、メタ解析は修復歯科のみで可能で、他領域は記述的に分析した。Newcastle-Ottawa Scaleで評価したバイアスリスクは中等度～低であった。

結果

修復歯科4研究の感度は中等度の77.2% (95% CI 62.5-87.4%)、特異度は高い89.1% (70.5-96.5%) だった。有意な異質性 (感度 $I^2=68%$ 、特異度92%) は残るが、感度分析では個別研究の除外に左右されない頑健な一括推定が確認された。スマートフォン写真という共通点があっても、診断閾値と撮影手順の違いに起因した。他領域の記述分析では精度は多様で、矯正・補綴では有望だが歯内療法には限界があった。

結論

遠隔歯科は修復歯科の有用な診断手段となりうるが、対面診査の完全な代替ではない。他領域は研究数不足で一般化可能性が低い。AIとの組み合わせの有益性を支持するデータも不十分。今後は標準化したAI・遠隔歯科の検証と、多様な領域の研究拡大を優先すべきである。

はじめに

遠隔歯科は電子情報、画像、通信技術を利用して歯科サービスを提供・管理する分野である。用語はCookが1997年に導入し、医療の遠隔診断・相談へのビデオ会議の応用と定義した。米国歯科医師会 (ADA、2022) の現代的枠組みは、リアルタイム・非同期技術による遠隔診断、治療計画、監視、教育を可能にするすべてのデジタルヘルス形態へ広がっている [1-2]。

農村、遠隔地、国境地域の住民が専門医療へアクセスできるようにすることは、世界的な課題である。人口あたり医療者の不足、高い歯科費用、基盤・施設不足、集中した診療施設までの距離、交通手段不足、口腔保健への認識不足、地理的障壁、貧困、農村の文化的要因が遠隔対応の必要性を示す [2]。

遠隔歯科は農村を含め範囲を広げてきた。米陸軍Total Dental Access Projectは、患者転帰と歯科教育の改善を目標に、サービスの乏しい遠隔・農村へ医療を届けた [2-4]。専門相談待機時間を63%短縮 ($p<0.01$) し、従来紹介制度より治療完了率を41%改善した。2021年の検証研究 ($n=1,247$ 例) では、う蝕のX線診断一致率は遠隔・対面間で92.4% ($\kappa=0.86$) だった。地理的距離によらず問題に対応する能力を示す [1, 3, 5]。

資源の乏しい農村だけでなく都市も、特に感染症流行中は恩恵を受ける。COVID-19では、感染疑い・確定者の遠隔トリアージと遠隔モニタリングによる継続診療の価値が明らかになった [6-8]。

応用は地理的障壁を超え、多分野に及ぶ。修復歯科ではう蝕の遠隔評価・デジタル治療計画、矯正では仮想受診によるアライナー監視が可能。口腔外科の術前後相談、歯周状態の追跡、歯内療法の診断・経過相談、補綴のデジタル印象評価、小児の早期う蝕検出・行動支援も含む [1, 5]。しかし特に診断精度の結果に異質性が大きく、エビデンスに基づく合意、修飾変数、最適手順を明らかにするレビュー・メタ解析が必要である [1, 3, 5]。

利点に加え、治療計画の確定診断には限界がある。精度は相互依存する因子に左右され、画像技術の制約が最大の障壁である [6]。市販の口腔内カメラの解像度・色再現性が、早期う蝕の診断不一致の約40-60%を占めるとされる。次に重要な伝送品質では、JPEG圧縮アーチファクトと帯域制限がX線読影情報を15-20%減らす。術者技量差は25-30%の症例、特に小児・口腔内科に影響するが、一般に技術制約より二次的とされる [6-7, 9]。法的障壁、プライバシーリスク、倫理問題も含め、領域別の性能・有効性が問われる [10]。以上が、遠隔歯科の利点・欠点・応用を検討する本科学論文の導入である。

材料と方法

検索と適格基準

PRISMA指針に従った [11]。英語の査読誌論文に限定し、書籍、論説、レビュー、論評、学位論文、未公表資料、編集者への手紙を除外した。最新の進歩・臨床エビデンスを反映するため2020年1月～2024年12月を対象とした。4データベースで関連語の変形を用いて検索した。主題に合わせた語を選びブール演算子で調整した (表1)。ANDで概念を、ORで同義語を組み合わせ、MeSHで精確性と感度を高めた。

Google Scholarは広く収録するが重複・非査読も含むため、重複を除き、各クエリの関連性上位200件に限定した。タイトル・抄録を確認し、関連する査読研究のみを含めて信頼性を高めた。

遠隔医療・歯科の応用を扱い、英語全文が利用でき、遠隔法を視診または確立した基準と直接比較した研究を選んだ。無関係、小標本の予備試験・重複データ、方法の詳細不足、全文なし、不適切な統計、基準標準未定義、抄録のみを除外した。

各歯科領域の通常の臨床基準・ゴールドスタンダードと比較することが目的のため、方法、参加者属性、選択法には制限しなかった。その変動による異質性を調べるため、サブグループ解析と感度評価を計画した。

ATとKGが独立にタイトル・抄録を選別後、全文を確認した。必要なデータが欠ける場合は原著者へ照会した。不一致は議論し、合意できない場合POが裁定した。

抽出・質評価

ATとKGが標準化フォームRayyan [12] を用いて独立に抽出した。第一著者、発表年、国、方法、参加者の標本数・年齢・処置、介入、転帰を含んだ。介入欄にはビデオ会議・遠隔画像など通信技術、矯正・歯周など専門領域の詳細を記録した。不一致は議論し、未解決は独立した第3評価者POが裁定した。

ATとKGがNOSで独立にリスク評価し、議論で解決しない場合第3評価者が介入した [13]。NOSは (1) 参加者選択、 (2) 群間比較可能性、 (3) 転帰測定の妥当性を評価する。最大9つ星で、低バイアスほど多く、総得点が高いほど方法が厳密とされる。

統計解析

4研究をシステマティックレビュー用ソフトウェアで定量評価・メタ解析した。要約効果量と95%信頼区間をフォレストプロットで表示し (図1)、一括推定の精確さと変動を可視化した。

図1 (図注)。採用研究のフォレストプロット。 [原図・図中数値は未収録。]

偶然以外の異質性による変動割合を I^2 で評価した。感度68%、特異度92%と有意な異質性があり、診断基準、画像手順、評価者経験の違いが原因と考えられた。予想される変動を考慮し変量効果モデルを用いた。

各研究を順に除く感度分析で一括推定への影響を調べ、感度変化<5%を安定とした。研究数不足でサブグループ解析は行わず、今後の大標本研究へ推奨した。

研究数が少なく信頼性に限界があるため、ファンネルプロットやEgger検定などの正式な出版バイアス評価は行わなかった。重要な評価であり、今後より多いデータで実施すべきである。

結果

選択と特性

最初に562研究候補を同定した。Rayyanで重複を除き、タイトル・抄録で無関係・範囲外を除外し、残りの全文を採用基準で評価した。多段階の選別により11研究 [14-24] を採用した (図2)。

図2 (図注)。PRISMA指針に基づく研究方法。 [原図未収録。]

採用研究は2020-2024年で、イタリア [14]、オーストラリア [15]、サウジアラビア [16]、イラン [17-18]、英国 [19, 22]、インド [20]、米国 [21]、ブラジル [23]、フィジー [24] に及び、世界的代表性と多様な集団への適用性を高める。標本は6~364人と幅広かった。

参加者は1歳未満の乳児から65歳以上の高齢者までで、全年齢層での有用性の可能性を示す。性別分布は多様で、男子・男性の多い研究もあった。属性と標本数の違いの影響は認識したが、少数研究のため正式なサブグループ解析はできず、今後の検討が必要。表2に概要を示す。

11研究のうち4件は修復歯科 [14-17]、各1件は口腔内科・歯周 [18]、口腔顎顔面外科 (OMFS) [19]、口腔顎顔面放射線 [20]、矯正 [21]、小児 [22]、歯内療法 [23]、補綴 [24] だった。大半は横断研究。11件中5件が口腔内カメラ・スマートフォン [14-18]、3件が遠隔通信 [19, 22-23]、1件が歯科X線 [20]、1件がビデオ会議 [24] を使った。ビデオ会議の1件以外はすべて非同期方式だった [24]。

基準標準は従来の視診が最多だが、方法・器具は異なり、光源、滅菌診査セット、プローブ、エアシリンジ、歯鏡、探針、触診などを用いた。10件は臨床視診でう蝕・口腔病変と矯正・補綴・歯内・外科的ニーズを評価 [14-19, 21-24] し、1件はパノラマ・デンタルX線のみで評価した [20]。基準法は異なったが結果は類似していた。

評価者資格は一般歯科医から歯科臨床家まで異なった。一部は遠隔・基準診査に歯科臨床家を用い [14, 17-18, 20-22]、他は資格・経験を特定せず「歯科臨床家」とだけ記載した [15-16, 19, 23-24]。全研究で遠隔と対面の評価者は独立し、バイアスを減らし客観性を確保した。

メタ解析

う蝕検出の感度・特異度を報告した4研究 [14-17] を対面診査と比較した。一括感度77.2% (95% CI 62.5-87.4%) は中等度で、真のう蝕の多くを検出できるが早期病変を見逃しうる。特異度89.1% (70.5-96.5%) は高く、研究間変動はあるものの非う蝕例を判別する能力が高かった。

感度 $I^2=68\%$ 、特異度92%という有意な異質性は、ICDAS II ≥ 3 対DMFT ≥ 4 の閾値、8MP対12MPのカメラ、照明条件の違いに起因すると考えられた。どの1研究を除いても感度変化 $<5\%$ で安定した。

スマートフォン写真の共通使用は一つの異質性要因を減らしたが、実装が標準化されていないことが変動を残した。最低限の撮影基準 (解像度・照明)、診断基準、評価者盲検化の必要性を示す。

質的レビューと一致し、特に修復・小児領域の実用性と、画質・評価者訓練の限界を示す。Valizadeh-Haghi et al. [17] は感度69.35%、特異度48.72%と低く、不十分な解像度・不統一な照明が原因と考えられた。Cronin et al. [19] の遠隔相談精度も43.5%で、正式な較正・標準訓練の欠如が一因かもしれない。一方AlShaya et al. [16] は乳歯検出で感度95%、特異度94.3%と高く、撮影条件の最適化と評価者経験の可能性が改善につながる。多様な場面で信頼性を高める標準撮影手順・構造化訓練が必要である。

全体として乳歯・永久歯とも遠隔と対面の精度は同程度であり、従来診断の有効な代替としての実用性と、遠隔・医療過疎集団のアクセス拡大での役割を示す。

バイアスリスク

全研究はNOS 6~9つ星で、中等度~高い方法的質だった。Valizadeh-Haghi [17] とSathe [20] が6つ星の中等度、残り9件が7~9つ星の良好だった。AlShaya [16]、Homsy [21]、Paixão [23] が最高の9つ星で、選択・比較可能性・転帰 / 曝露の各領域が強かった。弱点は主に比較可能性と転帰 / 曝露にあった。全体のエビデンスは頑健だが、デザイン改善でさらに質を高められる (表3)。

考察

同期と非同期

遠隔歯科は多分野の知見を統合し、同期・非同期の2種類に分けられる [25-27]。同期はインターネット上のカメラ、スピーカー、マイクなどで患者と歯科医がリアルタイムに交流する。口腔内カメラによる病変の即時診査・計画などで、迅速な反応ができるため救急相談・経過診察に有用だが、安定した接続と双方の時間調整を要する [28-29]。

非同期は患者データを集めて送信し、後から歯科医が確認して推奨を返す。農村スクリーニングで地域保健職が画像をアップロードし、遠隔専門医が24-48時間以内に助言する例がある。柔軟で同時の対応を要しないが、返答の遅れは緊急例への使用を制限する [28-29]。両方式は多分野で使われている [1, 29]。

修復歯科

通常は視診・X線で直ちにう蝕検出・介入するが、対面診査は高価で、遠隔・医療過疎地域では難しいこともある。高画質カメラ・スマートフォンによる遠隔写真評価は代替となりうる。ただし正確なう蝕評価に適した高解像度撮影には、歯科医の理論的知識と実技訓練が必要である [30]。

Zotti et al. [14] は患者ごとに5方向から10枚をスマートフォン撮影し、経験ある歯科医が評価した。別の歯科医がICDAS IIで診察し、有意差はなかった。DMF [31]、DFT [15]、DMFT [16]、DFS [32] など異なる分類を用いた研究とも一致した。

有効性を示す研究 [14-17] に対し、2020年のAlShaya et al. [33] は6-12歳57人で、従来の基準を代替できないとした。小児歯科医はスマートフォンの口腔外2枚（正面・側面）、口腔内5枚（閉口正面、上下咬合面、左右側面）から、初期う蝕しか信頼して診断できなかった。有効な検出にX線が不可欠で、歯の写真に基づく遠隔歯科は信頼できないとした。WHO様式でう蝕を評価していた [33]。

違いは、1人7枚対10枚の撮影、WHO対ICDAS II、小児対混合年齢という3要因を反映すると考えられる [14, 33]。高画質写真は実用的だが、通常診査を完全に置換できない。従来法に対する補完的役割を明確にする研究が必要である [14-17, 33]。

歯周病学

Tele-periodonticsという語が生まれた [34]。一般歯科医が口腔状態・病歴・詳細な写真を集めて歯周専門医に相談する。安定した回線の下で、専門医の指示でプロービングし、結果を遠隔で観察できる。所見に基づく次の計画のほか、急性問題への処方、教育、継続追跡にも有用である [34]。

有効性に関する研究は相反する [35-36]。Penmetsa et al. [35] は口腔・歯科外科医350人に29問の短答式調査を行い、知識・態度・認識する性能を評価した。80.57%が技術を知り、78%が臨床応用に賛同し、72.29%が歯周診断能力、70.29%が追跡への好影響を支持した [35]。

一方Sritam et al. [36] は120人に類似の27問調査を行い、80.8%が遠隔歯科を知らず、81.7%が臨床利用に反対し、80.8%が歯周診断の有用性、81.7%が追跡効果を疑問視した [36]。

標本数、設問、訓練への接触が違いの原因かもしれない。Penmetsa [35] は大標本で、知識や最近の教育経験が多い人を含んだ可能性、Sritam [36] は小標本で認知不足を反映した可能性がある。標準方法と大規模多施設研究が必要である [35-36]。

口腔顎顔面外科

顎関節、唾液腺、頭頸部癌、顎矯正、顔面・顎外傷などは従来対面相談を要したが、遠隔の可能性が増している [37-38]。COVID-19期の電話相談研究ではOMFS外科医へ相談した151例の98.7%で正確な診断・適切な計画が得られ、後の対面受診の必要性をなくす点を強調した [39]。

同じ流行期の別研究では、59.1%が遠隔相談を好んだが、正確な診断・有効な対応は43.5%にとどまった。診察できない電話相談固有の限界に起因するとされ、外科介入を要しうる病態の電話単独管理の制約を示した [23]。

相談方法、患者集団、疾患の種類が違いを説明しうる [23, 39]。高精度の研究 [39] は構造化した電話相談と遠隔向き症例、低精度の研究 [23] は広い対象の電話のみ評価による可能性がある。適用可能な状況を明確にする標準手順・疾患別基準が必要 [23, 39]。

より新しい研究では、歯性膿瘍、腫瘍性病変、歯折、口腔上顎洞交通、嚢胞、埋伏智歯の手術患者が術後3、7、14日に口腔写真を送り、外科医が術前記録と比較して早期・継続管理を効果的に指導できた。術前診断への懸念は残っても術後ケアには有望である [9]。

遠隔放射線診断

遠隔放射線診断は1996年にインドのMumbaiで登場し、世界のどこからでも画像を読影する先駆けとなった [40]。時間外・夜間の専門医不足に特に有用で、歯科でもパノラマから病変、う蝕、顎関節障害を遠隔診断し、計画の遅れ、時間、資源を減らせる [40]。

口内・口外のX線、CT、CBCT、超音波、MRI、核医学画像をまずデジタル化する。DICOMが高画質を保つ安全な伝送の標準として広く使われる。ただし高解像度モニターと強固なセキュリティを要し、機微な健康情報の保護・管理に焦点を当てたISO17799などの規則が提案された [40]。

利用しやすさ、アクセス、移動短縮、費用効率の利点に反し、無資格者による「ゴースト放射線科医」の読影・報告は大きな懸念である。速度を精度・質より優先する圧力、患者と直接会わず報告を好む読影者も複雑さを増す。これらが一部の国・研究以外への普及を制限し、解決が重要である [40]。

矯正歯科

歯・顎の矯正問題は経済、心理、審美の負担を与える。早期診断で重症度、費用、期間を減らせる。遠隔歯科との統合は遠隔監視、迅速な評価、計画を可能にする [10, 41]。

従来法より多くの患者を同時に、質を保って管理できる。定期監視、頻回で正確な評価、遠隔指示、次の治療段階の調整が可能。わずかな歯の移動による不正咬合の再発も早期検出し、状態に応じて顎間ゴムの装着位置を遠隔で調整指示できる [41-42]。

矯正は長く年単位の監督を要するため、頻繁な旅行者や海外居住者に遠隔監視が特に有用である [41]。

小児で多い可撤装置は発話・食事の困難や口内炎により使用中止されうる。この時期の効率的で継続的な交流と歯科側の励ましが重要で、患者の健康感と効率的な関係を改善することが遠隔利用を促す [43]。

固定装置では破損リスク、受診後の口内炎などで遠隔対応が難しく、対面が必要な場合もある。主に監視と初期問題診断に推奨される [21]。

小児歯科

小児・青年は早期診断・予防の重点対象だが、地理・社会・経済的アクセス障壁が残り、費用効率がよく持続可能な解決が必要 [37]。

小児期の効果的教育は社会全体の口腔健康に重要。デジタル技術に慣れ積極的な子どもに、モバイル教育は遠隔地でも有用である [37]。

予防教育以外にも医療過疎地域の小児に使われる。萌出遅延があれば初回ビデオ診査で、専門医の詳細な対面診査が必要か判断できる。先天性歯や萌出嚢胞なども遠隔で監視・管理できる [32]。

有益性を検証する臨床研究が行われている [5, 33]。Kanani et al. [5] は4-6歳の就学前児50人で口腔内カメラを用い、乳幼児う蝕を含むスクリーニングを調べた。対面との診断差は有意でなく、適切で費用効率の高い代替と提案した [5]。

Viswanathan et al. [22] は口唇口蓋裂の小児215人への小児・矯正相談を評価し、約86%を遠隔で管理でき、緊急紹介は不要だった。費用・時間を大きく節約しうる [22]。

歯内療法

正確な診断・計画には歯髓と周囲歯周組織の生活性評価が第一となる。しかし歯髓評価は温度診などの臨床検査に依存し、遠隔は効率が低い。症状説明・X線など患者提供情報への依存が大きく、不十分・不正確な報告は診断と計画を損なう [44]。

診断・計画の成功は歯科医の専門性に強く関連する。複雑な歯内問題は一般医に比べ専門医の相談・検討で転帰が改善しうる。応用を限定し、可能な限り対面を優先することが一般に推奨される [23]。

補綴歯科

初回相談・患者情報と画像に基づく診断・計画のほか、緊急時にも有用 [45]。可撤性部分・全部義歯の破折や不適合を遠隔評価し、対面まで使用中止を助言できる [45]。

固定性補綴の支台歯上の冠が緩む・外れる場合、ビデオ通話で患者に冠の取り外しを指導し、支台歯が過敏ならフッ化ジアンミン銀またはCPP-ACPを処方できる。ブリッジの片方の支台歯で冠が外れた場合、対面まで専用フロスで下部を清潔にする方法を示せる [45-46]。

インプラント支持義歯の緊急事態にも利用可能で、周囲炎やスクリューの緩みの相談を要する。周囲炎では抗菌薬の遠隔処方を含む管理が報告される [45-46]。緩んだインプラント・支台スクリューは指導で遠隔締結できる場合があるが、折れたスクリューは対面処置を要する。完全に外れた場合、Amazonなどから仮修復物入手する患者を歯科医が監督することさえ可能とされる。補綴の緊急時に特に有用で効果的な対応となる [45-46]。

導入上の課題

利点が多くても普及は課題に制限され、人に関わる要因と技術要因に大別できる [47]。

導入費用、収益性の低さ、遠隔相談への患者の抵抗がある。対面より遠隔診断への信頼が低いことが多い。電子機器操作の複雑さは特に高齢者を遠ざけ、受容を妨げる [47-48]。

容易に使えるソフト・ハードと十分な訓練を要するが、医療過疎地域では機器や安定したインターネットがない人も多い。機器・接続があっても問題が起こり、確実に利用しやすいオンライン支援が必要。専任支援チームは高価なため、歯学教育に機器・道具の訓練を組み込むことが推奨される [47, 49-50]。

AI

AIは歯科で急速に注目される技術である。X線不透過性の差、う窩の深さを分析し修復方法を提案するほか、病変同定、画像・写真・属性・全身健康情報を統合した治療計画に用いられる [51]。

大規模高品質データの必要性、予測バイアス、既存業務への統合の難しさがある。複雑例での精度低下、不透明な判断、倫理、自動推奨への過度の依存も限界である [52]。

患者提供情報による遠隔診断・計画でAIと組み合わせ、訓練済み歯科医を上回る場合もあると一部研究は報告する [52-53]。患者は昼夜いつでも情報を提出して相談でき、歯科医の時間も節約する。ただし完全に正確な診断・計画には不確実性があり、患者へ示す結果は必ず歯科医が確認しなければならない [53]。

質の高い研究の不足で、遠隔医療の診断性能・臨床有用性に確定的な結論を出せない。比較試験、患者転帰、費用効率、規制基準遵守を含む厳密な評価が急務である。これにより可能性と安全な応用を現実的に理解できる [52-53]。

結論

遠隔歯科は多分野のアクセス、効率、利便性を改善し、遠隔相談、診断、計画を可能にする。地理的隔たり、費用、パンデミックなどでの継続性に利点がある一方、技術、プライバシー・安全性、規制、臨床家・患者の受容の差が残る。強い通信基盤、使いやすいプラットフォーム、標準規制、包括的データ保護、対象に合わせた訓練が解決策となる。系統的研究とエビデンスに基づく対応が、日常口腔医療への持続的で有効な統合に必要である。

利益相反

著者らは利益相反がないことを宣言する。

表1 ブール検索戦略

検索式は再現性のため原文を保持する。見出しはデータベース・検索結果数を示す。

PubMed (156件)

```text

("Tele dentistry"[Mesh] OR "Teledentistry"[Mesh] OR "Tele-dentistry"[Title/Abstract] OR "Tele dentistry"[Title/Abstract]) AND ("Dentistry"[Mesh] OR "Remote Consultation"[Mesh] OR "Teleconsultation"[Title/Abstract] OR "Telemedicine"[Mesh] OR "Telemonitoring"[Mesh] OR "Remote Monitoring"[Mesh] OR "Teleradiology"[Mesh] OR "Radiology"[Mesh] OR "Artificial Intelligence"[Mesh] OR "AI"[Title/Abstract] OR "Machine Learning"[Mesh] OR "Deep Learning"[Mesh] OR "AI Applications"[Title/Abstract] OR "Military Dentistry"[Mesh] OR "Geriatric Dentistry"[Mesh] OR "Dental Care for Aged"[Mesh] OR "Orthodontics"[Mesh] OR "Endodontics"[Mesh] OR "Periodontics"[Mesh] OR "Oral Surgical

Procedures"[Mesh] OR "Maxillofacial Surgery"[Title/Abstract] OR "Pediatric Dentistry"[Mesh] OR "Pedodontics"[Title/Abstract] OR "Prosthodontics"[Mesh] OR "Oral Medicine"[Mesh] OR "Pathology, Oral"[Mesh] OR "Public Health Dentistry"[Mesh])

...

Google Scholar ( 282件 )

```text

("Tele dentistry" OR "Teledentistry" OR "Tele-dentistry") AND ("Dentistry" OR "Remote Consultation" OR "Teleconsultation" OR "Telemedicine" OR "Telemonitoring" OR "Remote Monitoring" OR "Teleradiology" OR "Radiology" OR "Artificial Intelligence" OR "AI" OR "Machine Learning" OR "Deep Learning" OR "AI Applications" OR "Military Dentistry" OR "Geriatric Dentistry" OR "Dental Care for Aged" OR "Orthodontics" OR "Endodontics" OR "Periodontics" OR "Oral Surgical Procedures" OR "Maxillofacial Surgery" OR "Pediatric Dentistry" OR "Pedodontics" OR "Prosthodontics" OR "Oral Medicine" OR "Pathology, Oral" OR "Public Health Dentistry")

...

Embase (82件)

```text

('tele dentistry'/exp OR 'teledentistry'/exp OR 'tele-dentistry':ti,ab OR 'tele dentistry':ti,ab) AND ('dentistry'/exp OR 'remote consultation'/exp OR 'teleconsultation':ti,ab OR 'telemedicine'/exp OR 'telemonitoring'/exp OR 'remote monitoring'/exp OR 'teleradiology'/exp OR 'radiology'/exp OR 'artificial intelligence'/exp OR 'ai':ti,ab OR 'machine learning'/exp OR 'deep learning'/exp OR 'ai applications':ti,ab OR 'military dentistry'/exp OR 'geriatric dentistry'/exp OR 'dental care for aged'/exp OR 'orthodontics'/exp OR 'endodontics'/exp OR 'periodontics'/exp OR 'oral surgical procedures'/exp OR 'maxillofacial surgery':ti,ab OR 'pediatric dentistry'/exp OR 'pedodontics':ti,ab OR 'prosthodontics'/exp OR 'oral medicine'/exp OR 'oral pathology'/exp OR 'public health dentistry'/exp)

...

Scopus ( 42件 )

```text

(TITLE-ABS-KEY("tele dentistry" OR "teledentistry" OR "tele-dentistry")) AND (TITLE-ABS-KEY("dentistry" OR "remote consultation" OR "teleconsultation" OR "telemedicine" OR "telemonitoring" OR "remote monitoring" OR "teleradiology" OR "radiology" OR "artificial intelligence" OR "ai" OR "machine learning" OR "deep learning" OR "ai applications" OR "military dentistry" OR "geriatric dentistry" OR "dental care for aged" OR "orthodontics" OR "endodontics" OR "periodontics" OR "oral surgical procedures" OR "maxillofacial surgery" OR "pediatric dentistry" OR "pedodontics" OR "prosthodontics" OR "oral medicine" OR "oral pathology" OR "public health dentistry"))

...

表2 レビュー対象研究の特性

各研究について目的、領域、基準診査、遠隔診査、人数・年齢、デザイン、結果を保持した。

Zotti et al. [14]、イタリア

目的：う蝕検出の有効性・精度を臨床診査と比較。領域：修復歯科。基準：視診 (ICDAS II)。遠隔：スマートフォンで1人5枚の口腔内写真。対象：43人。デザイン：横断。結果：感度74.0%、特異度99.1%。

Estai et al. [15]、オーストラリア

目的：小児のう蝕検出で口腔内写真と補助のない視診を比較。領域：修復歯科。基準：視診 (DFT)。遠隔：1人5枚のスマートフォン写真。対象：4-14歳138人。デザイン：横断。結果：写真法の感度58-80%、特異度99.7-99.9% (原表は「99.7」に空白)。

AlShaya et al. [16]、サウジアラビア

目的：臨床診査と比較したう蝕検出精度。領域：修復歯科。基準：視診 (DMFT)。遠隔：1人5枚のスマートフォン写真。対象：5-10歳95人。デザイン：横断。結果：乳歯で感度95%、特異度94.3%。

Valizadeh-Haghi et al. [17]、イラン

目的：前歯部コンポジット修復の評価でスマートフォン写真と対面を比較。領域：修復歯科。基準：視診 (FDI)。遠隔：1人6枚のスマートフォン写真。対象：6人。デザイン：観察研究。結果：感度69.35%、特異度48.72%。

Niknam et al. [18]、イラン

目的：口腔病変の遠隔診断ツールの使用性・信頼性。領域：口腔内科・歯周病。基準：視診。遠隔：スマートフォン口腔内画像262枚。対象：109人、平均47±19.46歳。デザイン：横断。結果：信頼性試験でウェブ遠隔相談システムの性能は有意に良好で、有意な性能がみられた (原表 $p>0.05$)。

Cronin et al. [19]、英国

目的：予想される対面評価と比較したOMFS遠隔相談への患者・臨床家の受容。領域：口腔顎顔面外科。基準：対面受診・評価。遠隔：電話相談420件。対象：340人。デザイン：前向き。結果：59.1%が遠隔を強く希望し、診断精度43.5%。

Sathe et al. [20]、インド

目的：デジタルX線利用への歯科臨床家の態度・認識・知識。領域：口腔顎顔面放射線。基準：歯科X線。遠隔：デジタルX線10枚。対象：回答者350人。デザイン：横断。結果：79.71%がデジタルX線を好むと回答。

Homsy et al. [21]、米国

目的：遠隔矯正の各通信方式への患者・矯正医の受容。領域：矯正歯科。基準：視診。遠隔：HTML・QRコードを用いるオンライン調査。対象：18-65歳364人。デザイン：横断。結果：全体満足度92%。

Viswanathan et al. [22]、英国

目的：小児歯科専門医のサービスの有効性。領域：小児歯科。基準：視診。遠隔：電話相談。対象：1歳未満～16歳215人。デザイン：後ろ向き。結果：応答率97%。

Paixão et al. [23]、ブラジル

目的：Telehealth Brazil Networks Programの相談から歯内療法の主要な質問を解明。領域：歯内療法。基準：視診。遠隔：3920相談。対象：3920人。デザイン：横断・探索的。結果：歯内療法は相談需要第6位 (7.4%)。

Lakshmikantha et al. [24]、フィジー

目的：補綴ケアのアクセス改善の実現可能性・有効性。領域：補綴。基準：視診。遠隔：リアルタイムビデオ、デジタル印象、遠隔監視を組み込んだ基盤。対象：126人。デザイン：横断。結果：予備試験で有望で、高い利用者満足が報告された。

表3 NOSバイアスリスク評価

| 研究 | 選択 (最大4★) | 比較可能性 (最大2★) | 転帰 / 曝露 (最大3★) | 合計 (最大9★) | 質 |
|-------------------------------|-------------|----------------|------------------|-------------|-----|
| Zotti et al. [14] | ★★★★ | ★★ | ★★★ | 8★ | 良好 |
| Estai et al. [15] | ★★★★ | ★★ | ★★★ | 8★ | 良好 |
| Al Shaya et al. [16] | ★★★★ | ★★ | ★★★ | 9★ | 良好 |
| Valizadeh-Haghi et al. [17] | ★★★★ | ★ | ★★★ | 6★ | 中等度 |
| Niknam et al. [18] | ★★★★ | ★★ | ★★★ | 8★ | 良好 |
| Cronin et al. [19] | ★★★★ | ★★ | ★★★ | 7★ | 良好 |
| Sathe et al. [20] | ★★★★ | ★ | ★★★ | 6★ | 中等度 |
| Homsí et al. [21] | ★★★★ | ★★ | ★★★ | 9★ | 良好 |
| Viswanathan et al. [22] | ★★★★ | ★★ | ★★★ | 7★ | 良好 |
| Paixão et al. [23] | ★★★★ | ★★ | ★★★ | 9★ | 良好 |
| Lakshmikantha et al. [24] | ★★★★ | ★★ | ★★★ | 8★ | 良好 |

訳注：原文の不整合と適用範囲

- 検索期間は抄録2015-2024、方法2020-2024と異なる。各記載を保持した。
- Zottiの撮影枚数は本文10枚、表2は5枚。標本数の本文範囲6-364人に対し、表2のPaixãoは3920人。双方を保持した。

- Google Scholarは各クエリ上位200件に制限と説明する一方、表1の結果数は282。クエリごとの内訳を推測していない。
- メタ解析は4件の「う蝕検出」とされるが、表2のValizadeh-Haghiの目的は前歯部コンポジット修復評価。診断対象の不一致を修正していない。
- Niknamの表2は「有意」としながら $p>0.05$ 。原記号を保持した。本文が全研究をほぼ非同期方式とする一方、電話相談やオンライン調査の扱いには説明不足がある。
- 遠隔の冠取り外し・インプラントスクリー操作・オンライン仮修復物購入などは、原著の補綴考察の記述を訳したもの。これらの安全性・適応を本レビューが検証したとは確認できず、読者自身への実施指示ではない。
- 米陸軍プロジェクトの数値、画像技術ごとの不一致割合、ISO17799、遠隔放射線診断の起源などは原著記載であり、この翻訳作業で各引用先まで独立検証した事実ではない。

著者・所属

1. Islamic Azad University, Tehran Medical Sciences, Dental Material Research Center, Tehran, Iranの歯学生・会員：Aryan Tabibnia (DMD)、Pooya Omid (DMD)、Saba Amini (DMD)、Sam Shahbod (DMD)。

2. 同大学Tehran Medical Branch歯学部口腔内科、Dental Material Research Center：Arezo Alae (PhD)。

3. 同大学Tehran Medical Sciences, Dental Material Research Center：Kimia Ghods (DMD)。

連絡責任著者：Kimia Ghods。同研究センター、Tehran, Iran。郵便番号1831543511。電話+98-2122692734。電子メールkimiaghods2@gmail.com。

論文履歴・キーワード・権利

受付：2025年6月7日。改訂受領：2025年8月17日。受理：2025年12月28日。電子公開：2026年9月1日。コレクション：2026年9月。

キーワード：遠隔歯科、歯科、遠隔相談、遠隔モニタリング、人工知能。

© Journal of Dentistry. 原著はCreative Commons Attribution 4.0 International Licenseで公開されている。原著を適切に引用し、創作者を表示すれば、あらゆる媒体・形式で複製・再頒布でき、商用利用も許可される。ライセンスは翻訳による改変も認める。本訳は原著者・出典と改変の事実を明示した。ライセンス全文 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)。

参考文献 (原文書誌情報)

1. Goffin G Carter N Sari Widyarman A Erri Astoeti T Kabir Bulbul H Pupilampu P et al Role of teledentistry in enabling improved oral care outcomes Br Dent J 2024 236 162 168 38332075 10.1038/s41415-024-7055-y
2. Tella AJ Olanloye OM Ibiyemi O Potential of tele dentistry in the Delivery of Oral Health Services in Developing Countries Ann Ib Postgrad Med 2019 17 115 123 32669987 PMC7358811

3. Malpe M Choudhari SG Nagtode N Muntode Gharde P Beyond the Chair: Exploring the Boundaries of Tele dentistry Cureus 2024 16 e62286 39006674 10.7759/cureus.62286 PMC11246187
4. Deshpande S Patil D Dhokar A Bhanushali P Katge F Teledentistry: A Boon Amidst COVID-19 Lockdown-A Narrative Review Int J Telemed Appl 2021 2021 8859746 33628231 10.1155/2021/8859746 PMC7894051
5. Kanani H Khubchandani M Dangore-Khasbage S Pandey R Tele dentistry: A Comprehensive Review and Its Application in Pediatric Dental Care Cureus 2024 16 e52685 38384649 10.7759/cureus.52685 PMC10880874
6. Maret D Peters OA Auria JP Savall F Vigarios E Smartphone oral self-photography in tele dentistry: Recommendations for the patient J Telemed Telecare 2024 30 186 193 34160332 10.1177/1357633X211028513
7. Smith AC Thomas E Snoswell CL Telehealth for global emergencies: Implications for coronavirus disease 2019 (COVID-19) J Telemed Telecare 2020 26 309 313 32196391 10.1177/1357633X20916567 PMC7140977
8. Bakhshaei A Ramachandran S Brondani M Tele dentistry within oral health care providers' training: A scoping review Eur J Dent Educ 2024 28 631 644 38279780 10.1111/eje.12990
9. Giudice A Barone S Muraca D Averta F Diodati F Antonelli A et al Can Teledentistry Improve the Monitoring of Patients during the Covid-19 Dissemination? A Descriptive Pilot Study Int J Environ Res Public Health 2020 17 3399 32414126 10.3390/ijerph17103399 PMC7277372
10. Flores APDC Lazaro SA Molina-Bastos CG Guattini VLO Umpierre RN Gonçalves MR et al Teledentistry in the diagnosis of oral lesions: A systematic review of the literature J Am Med Inform Assoc 2020 27 1166 1172 32568392 10.1093/jamia/ocaa069 PMC7647318
11. Page MJ McKenzie JE Bossuyt PM Boutron I Hoffmann TC Mulrow CD The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews BMJ 2021 372 n71 10.1136/bmj.n71 33782057 PMC8005924
12. Ouzzani M Hammady H Fedorowicz Z Elmagarmid A Rayyan- A web and mobile app for systematic reviews Syst Rev 2016 5 210 27919275 10.1186/s13643-016-0384-4 PMC5139140
13. Wells GA Shea B O'Connell D Peterson J Welch V Losos M et al The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses Available at: <https://ohri.ca/en/who-weare/core-facilities-and-platforms/ottawa-methods-centre/newcastle-ottawa-scale>
14. Zotti F Rosolin L Simoncelli F Pappalardo D Cominziolli A Zerman N Telediagnosis of dental caries: Possible or impossible? A pilot cross-sectional study Clin Exp Dent Res 2022 8 1614 1622 36134446 10.1002/cre2.663 PMC9760157
15. Estai M Kanagasingam Y Mehdizadeh M Vignarajan J Norman R Huang B et al Mobile photographic screening for dental caries in children: Diagnostic performance compared to unaided visual dental examination J Public Health Dent 2022 82 166 175 33495989 10.1111/jphd.12443
16. AlShaya M Farsi D Farsi N Farsi N The accuracy of teledentistry in caries detection in children: A diagnostic study Digit Health 2022 8 20552076221109075 35774249 10.1177/20552076221109075 PMC9237921
17. Valizadeh-Haghi H Valizadeh-Haghi S Naslseraji N Zandian H Smartphone Photography as a Teledentistry Method to Evaluate Anterior Composite Restorations Int J Dent 2023 2023 3171140 37469491 10.1155/2023/3171140 PMC10353899
18. Niknam F Mardani M Bastani P Bashiri A Ha D Sookhakian A et al Assessing the usability and reliability of a web-based teledentistry tool for remote diagnosis of oral lesions: a cross-sectional study BMC Oral Health 2024 24 1094 39285380 10.1186/s12903-024-04696-7 PMC11407010
19. Cronin AJ Lopez JTJ Pabla R Evaluation of remote OMFS assessments in the era of pandemic COVID-19 control measures Br J Oral Maxillofac Surg 2020 58 1023 1028 32711946 10.1016/j.bjoms.2020.07.010 PMC7365060
20. Sathe D Is the transition to digital era here? A cross sectional study amongst dental practitioners vis-à-vis the usage of digital imaging in Bhopal Univ J Dent Sci 2024 10 17 22
21. Homsí K Ramachandran V Del Campo DM Del Campo LM Kusnoto B Atsawasuwan P et al The use of teleorthodontics during the COVID-19 pandemic and beyond- perspectives of patients and providers BMC Oral Health 2023 23 490 37454048 10.1186/s12903-023-03215-4 PMC10349415
22. Viswanathan A Patel N Vaidyanathan M Bhujel N Utilizing Teledentistry to Manage Cleft Lip and Palate Patients in an Outpatient Setting Cleft Palate Craniofac J 2022 59 675 679 34137297 10.1177/10556656211023244
23. Paixão LC Costa VA Ferreira e Ferreira E Ribeiro Sobrinho AP Martins RC Endodontic teleconsulting by Telehealth in Minas Gerais state, Brazil Cad Saúde Colet 2023 31 e31020113

24. Lakshmikantha HT Harkishan V Nambiar V Teledentistry empowerment: Prosthodontic care advancement in remote fiji Int Dent J 2024 74 S8
25. Park JH Rogowski L Kim JH Shami SA Howell SEI Teledentistry platforms for orthodontics J Clin Ped Dent 2021 45 48 53 10.17796/1053-4625-45.1.9 33690830
26. Singhal S Mohapatra S Quiñonez C Reviewing Teledentistry Usage in Canada during COVID-19 to Determine Possible Future Opportunities Int J Environ Res Public Health 2021 19 31 35010285 10.3390/ijerph19010031 PMC8751218
27. Bahanan L Alsharif M Factors affecting the acceptance of teledentistry determined using the technology acceptance model: A cross-sectional study Digital Health 2023 9 205520762311580 10.1177/20552076231158034 PMC9941601 36825078
28. Maqsood A Sadiq MSK Mirza D Ahmed N Lal A Alam MK et al The Teledentistry, Impact, Current Trends, and Application in Dentistry: A Global Study Biomed Res Int 2021 2021 5437237 34845437 10.1155/2021/5437237 PMC8627361
29. Flores-Hidalgo A Collie J King S The use of teledentistry in clinical oral and maxillofacial pathology practice: an institutional experience Frontiers Oral Health 2023 4 1063973 10.3389/froh.2023.1063973 PMC10398386 37546293
30. Kargozar S Jadidfard MP Teledentistry accuracy for caries diagnosis: a systematic review of in-vivo studies using extra-oral photography methods BMC Oral Health 2024 24 828 39039499 10.1186/s12903-024-04564-4 PMC11265175
31. Aboalshamat KT Althagafi TK Alsaeedi SA Alhumaidi SN Alemam AA Accuracy and perceptions of teledentistry in KSA during the COVID-19 pandemic: A single-centre randomised controlled trial J Taibah Univ Med Sci 2022 17 506 515 35079243 10.1016/j.jtumed.2021.11.015 PMC8778484
32. Daniel S Kumar S Comparison of dental hygienists and dentists: clinical and teledentistry identification of dental caries in children Int J Dental Hygiene 2017 15 e143 e148 10.1111/idh.12232 27256722
33. AlShaya MS Assery MK Pani SC Reliability of mobile phone teledentistry in dental diagnosis and treatment planning in mixed dentition J Telemed Telecare 2020 26 45 52 30134778 10.1177/1357633X18793767
34. Avula H Tele-periodontics - Oral health care at a grass root level J Indian Soc Periodontol 2015 19 589 26644730 10.4103/0972-124X.157875 PMC4645550
35. Penmetsa GS Patnaik BB Ramesh MV Ramesh KSV Vinnakota K Vundavalli S Knowledge, attitude, and practice of teledentistry in periodontal diagnosis: Is it the required upgrade to conventional periodontics? J Indian Soc Periodontol 2023 27 195 200 37152451 10.4103/jisp.jisp_650_21 PMC10159095
36. Sritam S Roopavathi KM Reddy MA Balaji V Teledentistry in Periodontal Diagnosis: A New Age Practice Int J Innovative Sci Res Techno 2024 9 267 273
37. Islam MRR Islam R Ferdous S Watanabe C Yamauti M Alam MK et al Teledentistry as an Effective Tool for the Communication Improvement between Dentists and Patients: An Overview Healthcare (Basel) 2022 10 1586 36011243 10.3390/healthcare10081586 PMC9408418
38. Liu TC Chang YC A bibliometric analysis of teledentistry published in the category of dentistry, oral surgery and medicine J Dent Sci 2024 19 1827 1833 39035274 10.1016/j.jds.2024.05.016 PMC11259665
39. Al-Izzi T Breeze J Elledge R Following COVID-19 clinicians now overwhelmingly accept virtual clinics in Oral and Maxillofacial Surgery Br J Oral Maxillofac Surg 2020 58 e290 e295 32798104 10.1016/j.bjoms.2020.07.039 PMC7833799
40. Ganguly R Umapathy D Misra N Teledentistry: An oral radiology perspective Int J Maxillofa Imag 2023 9 58 62
41. Strunga M Urban R Surovková J Thurzo A Artificial intelligence systems assisting in the assessment of the course and retention of orthodontic treatment Healthcare 2023 11 683 36900687 10.3390/healthcare11050683 PMC10000479
42. Kui A Popescu C Labuneț A Almășan O Petruțiu A Păcurar M et al Is Teledentistry a Method for Optimizing Dental Practice, Even in the Post-Pandemic Period? An Integrative Review Int J Environ Res Public Health 2022 19 7609 35805267 10.3390/ijerph19137609 PMC9265299
43. Lo Giudice A Ronsivalle V Venezia P Ragusa R Palazzo G Leonardi R et al Teleorthodontics: Where are we going? From skepticism to the clinical applications of a new medical communication and management system Int J Dent 2022 2022 7301576 35154324 10.1155/2022/7301576 PMC8825573
44. Karan S Jyothsna K Mattigatti S Nagarjuna P Chaitanya GK Prasad BR et al Teledentistry: A socially distant approach to the endodontic practice Webology 2022 19 3456 3467
45. Aldhuwayhi S Shaikh SA Thakare AA Mustafa MZ Mallineni SK Remote management of prosthodontic emergencies in the geriatric population during the pandemic outbreak of COVID-19 Front Med (Lausanne) 2021 8 648675 34395459 10.3389/fmed.2021.648675 PMC8355538

46. Nuvvula S Mallineni SK Silver diamine fluoride in pediatric dentistry J South Asian Assoc Pediatr Dent 2019 2 73 80
47. Fahim A Saleem Z Malik KA Atta K Mahmood R Alam MK et al Exploring challenges and mitigation strategies towards practicing Teledentistry BMC Oral Health 2022 22 658 36585644 10.1186/s12903-022-02685-2 PMC9803256
48. Kengne Talla P Inquimbert C Dawson A Zidarov D Bergeron F Chandad F Barriers and enablers to implementing teledentistry from the perspective of dental health care professionals: Protocol for a systematic quantitative, qualitative, and mixed studies review JMIR Res Protoc 2023 12 e44218 37494093 10.2196/44218 PMC10413248
49. Shuborna N Islam S Jahan S Apu E Noor O Chowdhury MT Teledentistry: Limitations and Challenges Update Dent College J 2021 11 1 3
50. Al Mohaya MA Almaziad MM Al-Hamad KA Mustafa M Telemedicine among Oral Medicine Practitioners during COVID-19 Pandemic and Its Future Impact on the Specialty Risk Manag Healthc Policy 2021 14 4369 4378 34707420 10.2147/RMHP.S325777 PMC8544785
51. Lee SJ Poon J Jindarojanakul A Huang CC Viera O Cheong CW et al Artificial intelligence in dentistry: Exploring emerging applications and future prospects J Dent 2025 155 105648 39993553 10.1016/j.jdent.2025.105648
52. Ghods K Azizi A Jafari A Ghods K Application of Artificial Intelligence in Clinical Dentistry, a Comprehensive Review of Literature J Dent 2023 24 356 371 10.30476/dentjods.2023.96835.1969 PMC10749440 38149231
53. Batra P Tagra H Katyal S Artificial Intelligence in Teledentistry Discoveries (Craiova) 2022 10 153 36530958 10.15190/d.2022.12 PMC9748636

原著・翻訳情報

PMID : 42688783 | DOI : 10.30476/dentjods.2025.106873.2726

原文確認資料 : <https://www.ebi.ac.uk/europepmc/webservices/rest/PMC13535682/fullTextXML>

原著公開日 : 2026-09-01 | 翻訳日 : 2026-09-15

主文・全3表・図注の日本語訳 (原図・図中数値・補足資料は原著参照)

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。