

# Đánh giá độ đúng của lấy dấu kỹ thuật số ở hàm trên mất răng từng phần

Văn Hồng Phượng\*, Phạm Nguyên Quân, Thái Hoàng Phước Thảo  
Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng

## TÓM TẮT

**Đặt vấn đề:** Lấy dấu kỹ thuật số bằng máy quét trong miệng (Intraoral Scanner - IOS) ngày càng được ứng dụng nhiều trong phục hình tháo lắp. Tuy nhiên, độ đúng của phương pháp này ở bệnh nhân mất răng từng phần hàm trên vẫn cần được đánh giá thêm. **Mục tiêu:** Đánh giá độ đúng của lấy dấu kỹ thuật số và so sánh giữa các vùng giải phẫu. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu cắt ngang trên 24 bệnh nhân mất răng từng phần hàm trên. Mỗi trường hợp được lấy dấu bằng phương pháp kỹ thuật số và truyền thống. Các tệp STL được chồng khớp và đánh giá độ đúng tại vùng răng, vùng mất răng, vùng khẩu cái và toàn cung hàm bằng chỉ số Average Absolute Deviation (AAD). **Phân tích thống kê sử dụng các kiểm định phi tham số với  $p < 0.05$ .** **Kết quả:** Độ đúng khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các vùng khảo sát ( $p = 0.030$ ), với độ đúng thấp nhất tại vùng khẩu cái, tiếp theo là vùng mất răng và cao nhất tại vùng răng. Tuy nhiên, tất cả các giá trị đều nằm trong ngưỡng chấp nhận lâm sàng (50 - 311  $\mu\text{m}$ ). Tỷ lệ đạt chuẩn cao ở tất cả các vùng (83.3 - 95.8%), với toàn cung hàm đạt 91.7%. **Kết luận:** Lấy dấu kỹ thuật số bằng IOS đạt độ đúng chấp nhận được trong phục hình tháo lắp từng phần hàm trên. Tuy nhiên, cần thận trọng tại vùng mất răng và vùng khẩu cái.

**Từ khóa:** lấy dấu kỹ thuật số, máy quét trong miệng, độ đúng, phục hình tháo lắp từng phần

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mất răng từng phần là tình trạng phổ biến, gây suy giảm chức năng ăn nhai, thẩm mỹ và ảnh hưởng đến sự ổn định của hệ thống nhai. Phục hình tháo lắp từng phần (Removable Partial Denture - RPD) là một giải pháp điều trị hiệu quả và hợp lý về chi phí, đặc biệt trong các trường hợp khoảng mất răng dài hoặc tiêu xương ổ răng đáng kể. Để đạt hiệu quả lâm sàng tối ưu, việc ghi nhận chính xác không chỉ các răng trụ mà còn cả mô nâng đỡ như sống hàm và vòm khẩu cái, đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo độ ổn định, lưu giữ và phân bố lực của hàm giả [1, 2].

Trong nhiều thập kỷ, kỹ thuật lấy dấu truyền thống bằng vật liệu đàn hồi được xem là tiêu chuẩn tham chiếu trong phục hình tháo lắp. Gần đây, sự phát triển của IOS kết hợp với quy trình CAD/CAM đã thúc đẩy xu hướng số hóa trong nha khoa. IOS cho phép thu nhận dữ liệu hình thái ba chiều theo thời gian thực và tối ưu hóa quy trình làm việc. Trong phục hình cố định, nhiều nghiên cứu cho thấy độ chính xác của IOS tương đương hoặc vượt trội so với phương pháp truyền thống [2, 3].

Tuy nhiên, việc ứng dụng IOS trong phục hình tháo lắp từng phần, đặc biệt ở hàm trên, vẫn còn nhiều thách thức. Nguyên nhân chủ yếu liên quan đến cơ chế ghép nối dữ liệu theo thuật toán "best-fit" và sự khác biệt về đặc tính cơ học giữa mô cứng và mô

mềm. Thuật toán này hoạt động hiệu quả ở các vùng có nhiều mốc giải phẫu như bề mặt răng, nhưng có thể làm gia tăng sai số tích lũy ở các vùng niêm mạc rộng, ít đặc điểm hình học như vùng mất răng và vòm khẩu cái [2, 4]. Bên cạnh đó, khác với kỹ thuật truyền thống có thể ghi nhận mô mềm dưới tác động lực, IOS chủ yếu phản ánh hình thái mô ở trạng thái tĩnh, điều này có thể ảnh hưởng đến độ đúng của nền tựa niêm mạc [5 - 7].

Các nghiên cứu trước đây cho thấy độ đúng của dấu quét kỹ thuật số có thể khác nhau giữa các vùng giải phẫu, tuy nhiên kết quả chưa hoàn toàn nhất quán giữa các nghiên cứu [2, 8]. Đồng thời, các bằng chứng định lượng trong điều kiện lâm sàng thực tế (*in vivo*), đặc biệt là các nghiên cứu đánh giá độ đúng theo từng vùng giải phẫu và đối chiếu với ngưỡng chấp nhận lâm sàng trong phục hình tháo lắp, vẫn còn hạn chế.

Xuất phát từ đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá độ đúng (trueness) của dấu kỹ thuật số thu được từ IOS ở bệnh nhân mất răng từng phần hàm trên trong điều kiện lâm sàng. Nghiên cứu tập trung phân tích độ đúng theo các vùng giải phẫu (vùng răng, vùng mất răng và vùng khẩu cái) và đối chiếu với ngưỡng chấp nhận lâm sàng trên cơ sở mô tả, qua đó cung cấp cơ sở khoa học cho việc ứng dụng IOS trong phục hình tháo lắp từng phần.

Tác giả liên hệ: Văn Hồng Phượng

Email: [phuongvh2@hiu.vn](mailto:phuongvh2@hiu.vn)

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

#### 2.1.1. Mẫu nghiên cứu

Các bệnh nhân đến khám và điều trị tại phòng phục hình răng, Trung tâm Lâm sàng - Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng, từ tháng 12/2025 đến tháng 3/2026.

#### 2.1.2. Tiêu chí chọn mẫu

Người trưởng thành ( $\geq 18$  tuổi), mất răng từng phần hàm trên ( $\geq 2$  răng, không tính răng khôn), có khả năng hợp tác và đồng ý tham gia nghiên cứu.

#### 2.1.3. Tiêu chí loại trừ

Bệnh nhân có viêm nha chu tiến triển, răng lung lay độ II trở lên, tổn thương mô mềm, đang điều trị chỉnh nha, dị tật hàm mặt, bệnh toàn thân nặng, dị ứng vật liệu lấy dấu, không hợp tác hoặc không đồng ý tham gia.

#### 2.1.4. Kỹ thuật chọn mẫu

Chọn mẫu thuận tiện tất cả các đối tượng thỏa tiêu chí trong thời gian nghiên cứu. Trường hợp thất thoát mẫu được thay thế bằng đối tượng tương đương về đặc điểm mất răng.

#### 2.1.5. Cỡ mẫu

Cỡ mẫu được ước tính nhằm so sánh sự khác biệt về độ đúng giữa ba vùng giải phẫu (vùng răng, vùng mất răng và vùng khẩu cái) trong cùng một bệnh nhân. Việc tính toán được thực hiện bằng phần mềm G\*Power (phiên bản 3.1.9.7) theo mô hình repeated measures ANOVA (within factors) với các tham số: mức ý nghĩa  $\alpha = 0.05$ , power = 80%, kích thước hiệu ứng trung bình  $f = 0.25$ , số lần đo là 3 và hệ số tương quan giữa các lần đo 0.6. Kết quả cho thấy cỡ mẫu tối thiểu là 23 bệnh nhân. Nghiên cứu lựa chọn 24 bệnh nhân để đảm bảo cỡ mẫu tối thiểu.

Mặc dù cỡ mẫu được ước tính dựa trên repeated measures ANOVA, phương pháp này được sử dụng như một xấp xỉ trong điều kiện chưa có công cụ tính cỡ mẫu trực tiếp cho kiểm định phi tham số tương ứng. Trong phân tích thực tế, các kiểm định phi tham số được áp dụng do dữ liệu không tuân theo phân phối chuẩn.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu cắt ngang phân tích.

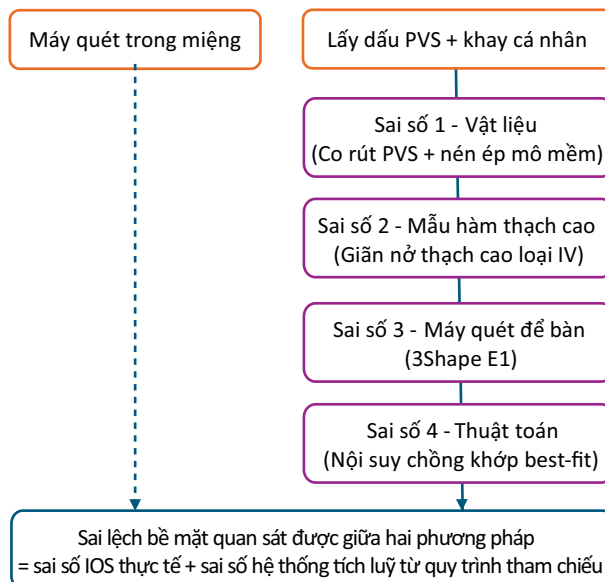
#### 2.2.2. Quy trình nghiên cứu

Các bệnh nhân đủ tiêu chuẩn nghiên cứu được khám lâm sàng và tiến hành lấy dấu hàm trên bằng hai phương pháp: Lấy dấu kỹ thuật số và lấy dấu truyền thống. Tất cả các thao tác được thực hiện bởi cùng một bác sĩ có kinh nghiệm nhằm giảm sai lệch

giữa người thực hiện.

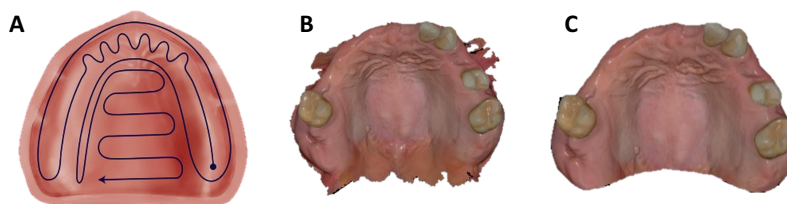
Ở phương pháp lấy dấu kỹ thuật số, cung hàm trên được quét trực tiếp trong miệng bằng máy quét trong miệng Heron IOS (Mỹ, 2022) để thu nhận dữ liệu ba chiều, sau đó lưu dưới dạng tệp STL.

Ở phương pháp lấy dấu truyền thống, dấu hàm được lấy bằng vật liệu cao su polyvinylsiloxane (PVS) với khay cá nhân, sau đó đổ mẫu thạch cao loại IV. Mẫu thạch cao được quét bằng máy quét để bàn 3Shape E1 nhằm tạo dữ liệu STL. Trong nghiên cứu này, do giới hạn của điều kiện *in vivo*, dữ liệu thu được từ quy trình lấy dấu truyền thống kết hợp máy quét để bàn được sử dụng làm chuẩn tham chiếu lâm sàng, vì đây là phương pháp được áp dụng phổ biến trong các nghiên cứu *in vivo* đánh giá độ đúng của IOS [2, 8]. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng phương pháp tham chiếu này không phải là tiêu chuẩn vàng tuyệt đối, vật liệu PVS có thể gây biến dạng mô mềm do lực nén trong quá trình lấy dấu, trong khi IOS ghi nhận hình thái mô ở trạng thái không chịu lực. Do đó, một phần sai lệch quan sát được giữa hai phương pháp có thể phản ánh sự khác biệt về trạng thái sinh lý của mô mềm hơn là sai số kỹ thuật của thiết bị [5 - 7]. Sai lệch bề mặt quan sát được giữa hai phương pháp là tổng gộp của sai số IOS và chuỗi sai số hệ thống từ quy trình tham chiếu lâm sàng [9].



Hình 1. Sơ đồ lan truyền sai số trong quy trình tham chiếu [9]

Các tệp STL từ hai phương pháp được nhập vào phần mềm Medit Link (phiên bản 3.4.9) để xử lý và chuẩn hóa dữ liệu. Trước khi xuất tệp STL, dữ liệu được cắt tỉa theo các giới hạn giải phẫu: Vùng ngách hành lang được giới hạn tại đường nối niêm mạc - nướu, và giới hạn phía sau được cắt ngay trước rãnh chân bướm - hàm [2, 8].



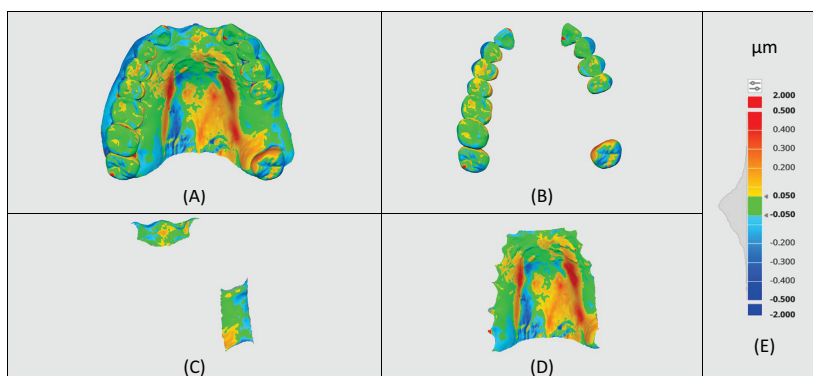
**Hình 2.** Quy trình lấy dấu kỹ thuật số và xử lý dữ liệu quét  
 (A) Sơ đồ đường quét theo thứ tự từ mặt nhai đến mặt ngoài và kết thúc ở khẩu cái  
 (B) Dữ liệu quét 3D toàn bộ hàm trên thu được từ máy IOS  
 (C) Mô hình sau khi được xử lý để loại bỏ các vùng không liên quan và chuẩn hóa vùng phân tích

Quá trình chồng khớp được thực hiện trên phần mềm Medit link (phiên bản 3.4.9) bằng thuật toán best-fit thông qua chức năng “automatic alignment” trên toàn bộ bề mặt.

Sau khi chồng khớp, vùng phân tích được chia thành ba vùng giải phẫu: Vùng răng, vùng mất răng và vùng khẩu cái. Vùng răng được xác định theo đường viền nướu của các răng còn lại. Vùng mất răng được chuẩn hóa bằng cách xác định giới hạn 6 mm mở rộng về mỗi phía (trong/ngoài) tính từ đường đỉnh sống hàm, theo giao thức đo lường của Yao và cộng sự (2025) [8]. Thông số này được lựa chọn nhằm đảm bảo bao phủ trọn vẹn vùng niêm mạc sừng hóa

chịu lực chức năng của hàm khung, đồng thời loại trừ các vùng mô mềm di động ở ngách hành lang - nơi sự khác biệt giữa trạng thái nén ép của dấu cao su và trạng thái tĩnh của IOS có thể tạo ra sai lệch giả tạo ảnh hưởng đến độ ổn định của thuật toán chồng khớp [5]. Vùng khẩu cái được xác định bằng cách nối các đường biên phía trên, với giới hạn phía sau là đường nối hai rãnh chân bướm - hàm [8].

Độ đúng được định lượng bằng chỉ số Average Absolute Deviation (AAD), biểu thị giá trị trung bình tuyệt đối của khoảng cách điểm - điểm giữa hai bề mặt tương ứng, phản ánh mức độ sai lệch hình học ( $\mu\text{m}$ ); giá trị AAD càng nhỏ cho thấy độ đúng càng cao.



**Hình 3.** Bản đồ màu biểu thị sai lệch bề mặt giữa file STL của dấu kỹ thuật số và dấu truyền thống  
 (A) Toàn bộ cung hàm; (B) vùng răng; (C) vùng mất răng; (D) vùng khẩu cái;  
 (E) thang màu biểu thị sai lệch theo đơn vị micromet ( $\mu\text{m}$ )

Sai lệch được mã hóa theo thang màu định lượng từ -2.000 đến +2.000  $\mu\text{m}$ , với giá trị âm (xanh dương) biểu thị bề mặt thấp hơn, giá trị dương (đỏ) biểu thị bề mặt cao hơn, và màu xanh lá biểu thị sai lệch gần bằng 0

**2.2.3. Các biến số nghiên cứu**

Trong nghiên cứu này, các biến số được chia thành hai nhóm chính: Biến số mô tả đặc điểm lâm sàng và biến số kết quả đo lường.

- **Biến số mô tả đặc điểm lâm sàng:** Bao gồm tuổi, giới tính.

- **Biến số kết quả (Độ đúng của lấy dấu kỹ thuật số):** Được xác định bằng chỉ số (AAD) giữa tệp STL của dấu kỹ thuật số (đối tượng thử nghiệm) và dấu truyền thống (đối tượng tham chiếu). Độ đúng được đo lường tại 4 vị trí: Toàn cung hàm, vùng răng, vùng mất răng và vùng khẩu cái.

**Bảng 1.** Định nghĩa và phân loại các biến số nghiên cứu

Nhóm biến	Biến số	Loại biến	Giá trị / Đơn vị
Biến mô tả (Đặc điểm mẫu nghiên cứu)	Tuổi	Định lượng	Năm
	Giới tính	Nhị giá	Nam, Nữ
Biến kết quả (Độ đúng)	Độ đúng toàn cung hàm	Định lượng liên tục	$\mu\text{m}$
	Độ đúng vùng răng	Định lượng liên tục	$\mu\text{m}$

Nhóm biến	Biến số	Loại biến	Giá trị / Đơn vị
Biến kết quả (Độ đúng)	Độ đúng vùng mất răng	Định lượng liên tục	µm
	Độ đúng vùng khẩu cái	Định lượng liên tục	µm

(Độ đúng được biểu thị bằng chỉ số Average Absolute Deviation - AAD)

**2.2.4. Xử lý số liệu**

Dữ liệu được nhập và quản lý bằng Microsoft Excel 2021, sau đó được phân tích thống kê bằng phần mềm IBM SPSS Statistics 27.0.

- **Thống kê mô tả:** Biến định lượng được mô tả bằng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn, giá trị nhỏ nhất và lớn nhất. Biến định tính được trình bày dưới dạng tần số và tỷ lệ phần trăm.

- **Kiểm tra phân bố dữ liệu:** Phân bố của các biến số kết quả độ đúng (AAD) được kiểm tra bằng kiểm định Shapiro-Wilk. Do dữ liệu không tuân theo phân phối chuẩn, các giá trị AAD được trình bày dưới dạng trung vị (Median) và khoảng tứ phân vị (IQR).

- **Thống kê suy luận:**

+ Để đánh giá mức độ chấp nhận lâm sàng, các giá trị độ đúng được đối chiếu với ngưỡng chấp nhận lâm sàng (50 - 311 µm) [1, 8] dựa trên thống kê mô tả và tỷ lệ mẫu đạt chuẩn.

+ Để so sánh sự khác biệt về độ đúng giữa ba vùng khảo sát (vùng răng, vùng mất răng và vùng khẩu cái) trên cùng một bệnh nhân, kiểm định phi tham số Friedman được sử dụng. Khi có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, phân tích hậu kiểm (post-hoc) được thực hiện bằng kiểm định Wilcoxon signed-rank cho các mẫu bắt cặp, kết hợp với hiệu chỉnh Bonferroni để tránh sai số loại I do so sánh cặp nhiều lần.

+ Mức ý nghĩa thống kê được xác định ở mức  $p < 0.05$  (kiểm định hai phía).

**2.2.5. Kiểm soát sai số đo**

Toàn bộ phép đo được thực hiện hai lần bởi cùng

**3.2. Đánh giá độ đúng của lấy dấu kỹ thuật số**

**3.2.1. Đánh giá độ đúng giữa các vùng khảo sát**

**Bảng 2.** Đặc điểm độ đúng tại các vùng khảo sát (n = 24)

Vùng đo	Trung vị (µm)	95% CI (µm)	Khoảng tứ phân vị (µm)	Nhỏ nhất (µm)	Lớn nhất (µm)
Vùng răng <sup>a</sup>	147.5	126.5 - 182.0	109.0 - 192.0	64.0	380.0
Vùng mất răng <sup>ab</sup>	176.5	103.0 - 214.0	95.0 - 246.0	57.0	469.0
Vùng khẩu cái <sup>b</sup>	180.0	148.5 - 225.0	137.0 - 269.0	109.0	393.0

Kiểm định Friedman:  $\chi^2(2) = 7.000$ ;  $p = 0.030$ ; Kendall's  $W = 0.146$

Chú thích: Các ký tự khác nhau (a, b) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nhóm (so sánh cặp, kiểm định Wilcoxon với hiệu chỉnh Bonferroni,  $p_{adj} < 0.05$ ).

Kiểm định Friedman cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về độ đúng giữa các vùng khảo sát ( $\chi^2(2) = 7.000$ ;  $p = 0.030$ ) (Bảng 2). Phân tích hậu kiểm bằng kiểm định Wilcoxon với hiệu chỉnh

một người đánh giá, cách nhau 2 tuần. Độ lặp lại được đánh giá bằng hệ số tương quan nội lớp (ICC), khoảng tin cậy 95%.

**2.2.6. Vấn đề đạo đức trong nghiên cứu**

Nghiên cứu được thực hiện theo các nguyên tắc đạo đức trong nghiên cứu y sinh và đã được Hội đồng Đạo đức trong nghiên cứu y sinh học của Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng phê duyệt (Mã số đề tài: GVTC19.28).

Tất cả bệnh nhân tham gia nghiên cứu đều được giải thích rõ mục tiêu và quy trình nghiên cứu, đồng thời ký cam kết đồng thuận tham gia.

Thông tin cá nhân và dữ liệu thu thập được bảo mật tuyệt đối, chỉ sử dụng cho mục đích nghiên cứu.

Nghiên cứu không can thiệp gây hại và không làm thay đổi quy trình điều trị thông thường của bệnh nhân.

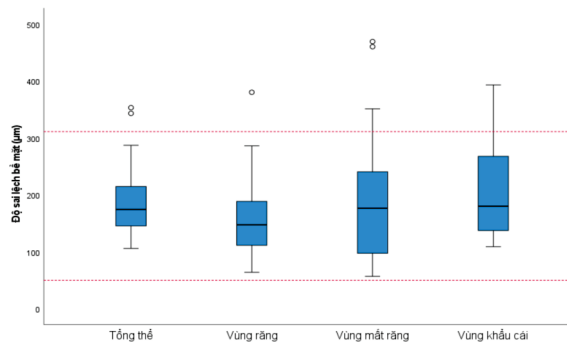
**3. KẾT QUẢ**

Tổng cộng 24 mẫu được đưa vào phân tích và không ghi nhận dữ liệu thiếu. Kiểm định Shapiro-Wilk cho thấy các biến độ đúng (toàn cung hàm, vùng răng, vùng mất răng và vùng khẩu cái) không tuân theo phân phối chuẩn ( $p < 0.05$ ), do đó các phân tích suy luận sử dụng các kiểm định phi tham số. Biểu đồ hộp cho thấy sự hiện diện của một số ngoại lai mức độ nhẹ nhưng không ghi nhận ngoại lai cực đoan.

**3.1. Đặc điểm mẫu nghiên cứu**

Mẫu nghiên cứu gồm 24 bệnh nhân, với tuổi trung bình là  $57.67 \pm 12.49$  (dao động từ 28 đến 79). Tỷ lệ nam và nữ tương đương nhau (50%).

Bonferroni cho thấy vùng khẩu cái có độ đúng thấp hơn so với vùng răng ( $p_{adj} = 0.028$ ,  $r = 0.38$ ), trong khi không ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các cặp vùng còn lại ( $p_{adj} > 0.05$ ).



Hình 4. Minh họa phân bố độ đúng giữa các vùng khảo sát

Kết quả cho thấy độ đúng có xu hướng thấp hơn tại vùng khẩu cái và vùng mất răng so với vùng răng. Trung vị độ đúng tại vùng khẩu cái là thấp nhất, trong

khi vùng răng ghi nhận giá trị cao nhất. Ngoài ra, khoảng phân bố (IQR) tại vùng mất răng rộng hơn, cho thấy mức độ biến thiên lớn hơn so với các vùng còn lại.

**3.2.2. Đánh giá độ đúng của các vùng khảo sát theo ngưỡng chấp nhận lâm sàng (50 - 311 µm)**

Bảng 3. Đánh giá độ đúng theo vùng khảo sát

Vùng khảo sát	Tỉ lệ đạt chuẩn	Số mẫu đạt chuẩn (n/N)	Tỉ lệ đạt chuẩn (%)	Tỉ lệ không đạt (%)
Toàn cung hàm	0.92	22/24	91.7%	8.3%
Vùng răng	0.96	23/24	95.8%	4.2%
Vùng mất răng	0.83	20/24	83.3%	16.7%
Vùng khẩu cái	0.96	23/24	95.8%	4.2%

Kết quả cho thấy tỷ lệ mẫu có độ đúng nằm trong ngưỡng chấp nhận lâm sàng (50 - 311 µm) cao ở tất cả các vùng khảo sát, dao động từ 83.3% đến 95.8%. Vùng răng và vùng khẩu cái ghi nhận tỷ lệ đạt chuẩn cao nhất (95.8%), tiếp theo là toàn cung hàm (91.7%), trong khi vùng mất răng có tỷ lệ đạt chuẩn thấp nhất (83.3%) (Bảng 3).

hoàn toàn nằm trong giới hạn có thể chấp nhận được về mặt lâm sàng để chế tác khung bộ RPD.

**4. BÀN LUẬN**

**4.1. Đặc điểm mẫu nghiên cứu**

Mẫu nghiên cứu bao gồm 24 bệnh nhân mất răng từng phần hàm trên, với độ tuổi trung bình là 57.67 ± 12.49 và tỷ lệ nam nữ cân bằng (50%). Độ tuổi này phù hợp với đặc điểm dịch tễ học của nhóm bệnh nhân có nhu cầu phục hình tháo lắp, khi tình trạng mất răng có xu hướng tích lũy theo thời gian. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu *in vivo* của Yao và cộng sự (2025) [8], với độ tuổi trung bình là 63.1 ± 9.0.

Tuy nhiên, phân tích theo vùng giải phẫu cho thấy độ đúng không đồng đều. Cụ thể, độ đúng thấp nhất tại vùng khẩu cái (AAD cao nhất), tiếp theo là vùng mất răng, và cao nhất tại vùng răng (AAD thấp nhất), với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa vùng răng và vùng khẩu cái ( $p_{adj} = 0.028$ ). Kết quả này phù hợp với xu hướng đã được ghi nhận trong các nghiên cứu trước đây [2, 8].

**4.2. Đánh giá độ đúng của lấy dấu kỹ thuật số**

Kết quả nghiên cứu cho thấy độ đúng (AAD) tại các vùng khảo sát dao động từ 147.5 µm đến 180.0 µm và đều nằm trong ngưỡng chấp nhận lâm sàng (50 - 311 µm) [1, 8]. Điều này cho thấy lấy dấu kỹ thuật số bằng IOS có thể đạt mức độ chính xác chấp nhận được trong phục hình tháo lắp từng phần, phù hợp với các tổng quan hệ thống gần đây [10 - 13]. Các tổng quan này đều thống nhất rằng độ chính xác của IOS trên các cung hàm mất răng từng phần

Sự khác biệt về độ đúng giữa các vùng có thể được giải thích bởi hai yếu tố chính. Thứ nhất, về nguyên lý thuật toán, các hệ thống IOS tái tạo mô hình 3D dựa trên thuật toán ghép nối hình ảnh theo nguyên lý "best-fit", hoạt động hiệu quả hơn tại các vùng có đặc điểm hình học rõ ràng như bề mặt răng. Ngược lại, vùng khẩu cái có bề mặt tương đối phẳng và ít mốc tham chiếu, làm giảm độ ổn định của quá trình ghép nối và dẫn đến sai số tích lũy, từ đó làm giảm độ đúng tại vùng này [2, 4, 8]. Vùng mất răng có mức độ trung gian, phản ánh sự cân bằng giữa hai yếu tố đối lập: Một mặt, vùng này vẫn nhận được sự hỗ trợ định vị từ các răng kế cận; mặt khác, sự thiếu hụt mốc tham chiếu giải phẫu và sự hiện diện của mô mềm di động làm tăng nguy cơ xuất hiện các giá trị vượt ngưỡng [4].

Thứ hai, về đặc điểm mô và phương pháp tham chiếu, sự chênh lệch độ đúng tại các vùng mô mềm

chịu ảnh hưởng đáng kể bởi sai số hệ thống vốn có của phương pháp tham chiếu. Về mặt thiết bị, mặc dù máy quét để bàn 3Shape E1 có sai số rất nhỏ (~10  $\mu\text{m}$ ) và đã được chứng minh có thể thay thế máy quét công nghiệp trong đánh giá độ đúng của IOS [9], quy trình số hóa gián tiếp vẫn tiềm ẩn sai số do co rút của vật liệu PVS và giãn nở của thạch cao type IV trong quá trình đông cứng. Quan trọng hơn, sự khác biệt về cơ sinh học giữa hai phương pháp là nguồn sai số có tính hệ thống và khó kiểm soát: Dấu PVS tạo ra lực nén ép gây biến dạng sinh lý mô mềm trong quá trình lấy dấu, trong khi IOS ghi nhận hình thái mô ở trạng thái không chịu lực (*unloaded state*). Sự chênh lệch lớn hơn tại vùng khẩu cái và vùng mất răng do đó cần được hiểu trong bối cảnh lan truyền sai số hệ thống từ quy trình tham chiếu, trong đó phương sai tổng thể là tổng cộng gộp của các thành phần:  $\sigma^2_{\text{tổng}} = \sigma^2_{\text{IOS}} + \sigma^2_{\text{PVS}} + \sigma^2_{\text{thạch cao}} + \sigma^2_{\text{scanner}} + \sigma^2_{\text{best-fit}}$  [9]. Việc hiểu rõ chuỗi lan truyền sai số này cho phép diễn giải kết quả khách quan hơn: AAD đo được là giới hạn trên của sai số thực tế, và IOS có thể đạt độ chính xác cao hơn so với con số quan sát được khi so sánh với dấu truyền thống [2, 5, 6].

Khi đánh giá theo ngưỡng chấp nhận lâm sàng, tỷ lệ mẫu đạt chuẩn cao ở tất cả các vùng khảo sát (83.3 - 95.8%) với tỷ lệ đạt chuẩn trên toàn cung hàm là 91.7%. Kết quả này củng cố tính khả thi của việc ứng dụng IOS trong phục hình tháo lắp, khi phần lớn các giá trị độ đúng nằm trong giới hạn an toàn [1, 8].

Phân tích theo từng vùng cho thấy vùng răng và vùng khẩu cái có tỷ lệ đạt chuẩn cao nhất (95.8%), trong khi vùng mất răng có tỷ lệ thấp nhất (83.3%). Đáng chú ý, mặc dù vùng khẩu cái có giá trị AAD trung vị cao nhất, tỷ lệ đạt chuẩn lâm sàng tại vùng này vẫn đạt 95.8% - tương đương vùng răng - cho thấy sai lệch tuy lớn hơn về giá trị tuyệt đối nhưng phân bố tương đối tập trung và ít có giá trị cực đoan vượt ngưỡng. Ngược lại, tỷ lệ không đạt thấp nhất tại vùng mất răng (83.3%) phản ánh mức độ biến thiên cao hơn trong phân bố AAD tại vùng này, như đã thể hiện qua khoảng IQR rộng hơn so với các vùng còn lại (Bảng 2) [4, 14].

Về mặt lâm sàng, mặc dù IOS cho thấy độ tin cậy cao trên toàn cung hàm, tỷ lệ không đạt tại vùng mất răng cho thấy cần thận trọng khi áp dụng hoàn toàn quy trình số hóa trong các trường hợp có diện mất răng rộng hoặc mô mềm di động. Trong những tình huống này, việc kết hợp với các kỹ thuật lấy dấu chức năng truyền thống có thể giúp tối ưu độ chính xác và khả năng thích nghi của phục hình [8].

Cần lưu ý rằng nghiên cứu này chỉ đánh giá độ đúng

(trueness) - một trong hai thành phần của độ chính xác [7]. Các nghiên cứu *in vitro* ghi nhận độ chụm (precision) của IOS thường đạt dưới 60  $\mu\text{m}$  đối với các khoảng mất răng ngắn, nhưng có xu hướng giảm sút đáng kể khi số lượng răng mất từ 5 răng trở lên do thiếu hụt mốc tham chiếu [4]. Tuy nhiên, với các thế hệ IOS hiện nay, độ chụm đã được cải thiện đáng kể và ít phụ thuộc vào kinh nghiệm của người thao tác [3]. Do đó, trong điều kiện *in vivo*, việc kiểm soát tốt nước bọt và tuân thủ chiến lược quét liên tục mới là những yếu tố then chốt để hạn chế nhiễu thuật toán, đảm bảo tính lặp lại và độ chính xác của dữ liệu số [12, 14].

### 4.3. Hạn chế của nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng dấu silicone làm tiêu chuẩn tham chiếu, có thể gây sai lệch do nén ép mô mềm, trong khi IOS ghi nhận mô ở trạng thái không chịu lực. Do đó, một phần sai khác quan sát được có thể phản ánh sự khác biệt về trạng thái sinh lý của mô hơn là sai số kỹ thuật. Ngoài ra, phương pháp tham chiếu này không phải là tiêu chuẩn vàng tuyệt đối, điều này có thể ảnh hưởng đến việc diễn giải kết quả.

Hơn nữa, IOS còn hạn chế trong việc phản ánh các yếu tố chức năng của mô mềm, đặc biệt ở các vùng niêm mạc rộng. Các yếu tố nhiễu trong điều kiện *in vivo* cũng có thể ảnh hưởng đến độ đúng của dữ liệu quét. Bên cạnh đó, nghiên cứu chỉ sử dụng một hệ thống IOS, cỡ mẫu còn hạn chế và chỉ khảo sát ở hàm trên, do đó khả năng khái quát hóa kết quả còn bị giới hạn. Ngoài ra, giới hạn ROI tuyệt đối 6 mm có thể dẫn đến diện tích phân tích không đồng nhất giữa các bệnh nhân do sự khác biệt về hình thái cung hàm. Cuối cùng, do trở ngại thực tế của việc quét lặp lại nhiều lần trong điều kiện *in vivo*, nghiên cứu chưa đánh giá được độ chụm, đây được xác định là hướng ưu tiên trong các nghiên cứu tiếp theo nhằm hoàn thiện bức tranh độ chính xác toàn diện của IOS.

## 5. KẾT LUẬN

Trong giới hạn của nghiên cứu này:

Lấy dấu kỹ thuật số bằng máy quét trong miệng (IOS) đạt độ đúng trong ngưỡng chấp nhận lâm sàng trong phục hình tháo lắp từng phần hàm trên, với tỷ lệ mẫu đạt chuẩn cao ở tất cả các vùng khảo sát.

Độ đúng không đồng đều giữa các vùng giải phẫu: Vùng răng có độ đúng cao nhất, vùng khẩu cái thấp nhất; sự khác biệt có ý nghĩa thống kê chỉ ghi nhận giữa vùng răng và vùng khẩu cái, trong khi các cặp vùng còn lại không có ý nghĩa thống kê.

**Ý nghĩa lâm sàng:** IOS là một phương pháp khả thi trong phục hình tháo lắp từng phần. Tuy nhiên, cần thận trọng khi quét các vùng niêm mạc rộng, ít mốc

tham chiếu. Trong một số trường hợp, có thể cân nhắc kết hợp với kỹ thuật lấy dấu chức năng để tối ưu kết quả phục hình.

### LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Trường Đại học

Quốc tế Hồng Bàng và Trung tâm Lâm sàng - Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng, đã giúp đỡ chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này. Đề tài nghiên cứu khoa học này được Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng cấp kinh phí thực hiện dưới mã số đề tài GVTC19.28.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] N. Tayan, "Accuracy of scanning Partially Edentulous Mandibular Arches using an intraoral scanner: an In-Vitro Pilot Study", M.S. thesis, Fac. Grad. Postdoctoral Studies, Univ. British Columbia, Vancouver, BC, Canada, 2024.
- [2] N. Gan, Y. Xiong and T. Jiao, "Accuracy of intraoral digital impressions for whole upper jaws, including full dentitions and palatal soft tissues", *PLoS One*, vol. 11, no. 7, 2016.
- [3] M. Schimmel, N. Akino, M. Srinivasan, ..., S. Abou-Ayash, "Accuracy of intraoral scanning in completely and partially edentulous maxillary and mandibular jaws: an in vitro analysis", *Clinical Oral Investigations*, vol. 25, pp. 1839-1847, 2021.
- [4] J.-H. Lee, J.-H. Yun, J.-S. Han, I.-S. L. Yeo and H.-I. Yoon, "Repeatability of intraoral scanners for complete arch scan of partially edentulous dentitions: An in vitro study", *Journal of Clinical Medicine*, vol. 8, no. 8, p. 1187, 2019.
- [5] L. Lo Russo, G. Caradonna, G. Troiano, ..., D. Ciavarella, "Three-dimensional differences between intraoral scans and conventional impressions of edentulous jaws: A clinical study", *The Journal of Prosthetic Dentistry*, vol. 123, no. 2, pp. 264-268, 2020.
- [6] Y. Ishioka, J. Wada, E.-Y. Kim, ..., N. Wakabayashi, "Morphological Comparison of Residual Ridge in Impression for Removable Partial Denture between Digital and Conventional Techniques: A Preliminary In-Vivo Study", *Journal of Clinical Medicine*, 2023.
- [7] Y. A. Al-Dulaijan, H. Alalawi, M. M. Gad, ..., P. Ellakany, "Trueness and precision of complete denture digital impression compared to conventional impression: an in vitro study", *PeerJ*, 2025. Doi: 10.7717/peerj.19075.
- [8] M. Yao, N. Gan, J. Ming, H. Cheng and T. Jiao, "In vivo study of intraoral scanner trueness in partial edentulism", *Scientific Reports*, 2025.
- [9] D. Borbola, G. Berkei, B. Simon, ..., J. Vag, "In vitro comparison of five desktop scanners and an industrial scanner in the evaluation of an intraoral scanner accuracy", *Journal of Dentistry*, vol. 129, p. 104391, 2023, doi: 10.1016/j.jdent.2022.104391.
- [10] V. Rasaie, J. Abduo, and S. Hashemi, "Accuracy of intraoral scanners for recording the denture bearing areas: A systematic review", *Journal of Prosthodontics*, vol. 30, no. 6, pp. 520-539, 2021, doi: 10.1111/jopr.13345.
- [11] K. Fueki, Y. Inamochi, J. Wada, ..., N. Wakabayashi, "A systematic review of digital removable partial dentures. Part I: Clinical evidence, digital impression, and maxillomandibular relationship record", *Journal of Prosthodontic Research*, vol. 66, no. 1, pp. 40-52, 2022, doi: 10.2186/jpr.JPR\_D\_20\_00116.
- [12] A. A. Achmadi, R. Rikmasari, F. Oscandar, and V. M. P. Novianti, "The accuracy of edentulous arch impression between intraoral scanner and laboratory scanner: a scoping review", *BDJ Open*, vol. 11, p. 13, 2025, doi: 10.1038/s41405-025-00300-4.
- [13] M. R. S. Curinga, A. K. C. Ribeiro, S. L. D. Moraes, ..., E. P. Pellizzer, "Mechanical properties and accuracy of removable partial denture frameworks fabricated by digital and conventional techniques: A systematic review", *The Journal of Prosthetic Dentistry*, vol. 133, pp. 85-95, 2025.
- [14] L. Ortensi, G. R. M. La Rosa, S. Ciletta, F. Grande, and E. Pedullà, "Evaluation of the accuracy of digital impressions with different scanning strategies: An in vitro study", *Journal of Dentistry*, vol. 151, p. 105433, 2024, doi: 10.1016/j.jdent.2024.105433.

# Assessment of the trueness of digital impressions in partially edentulous maxillae

Van Hong Phuong, Pham Nguyen Quan, Thai Hoang Phuoc Thao

## ABSTRACT

*Background: Intraoral scanner (IOS)-based digital impressions are increasingly used in removable prosthodontics. However, their trueness in partially edentulous maxillae requires further evaluation. Objective: To assess the trueness of digital impressions and compare it across anatomical regions. Materials and methods: A cross-sectional study was conducted on 24 patients with partially edentulous maxillae. Each case received both digital and conventional impressions. STL files were superimposed, and trueness was evaluated at the dentate area, edentulous ridge, palatal region, and entire arch using the Average Absolute Deviation (AAD). Non-parametric tests were applied with a significance level of  $p < 0.05$ . Results: Trueness differed significantly among regions ( $p = 0.030$ ), with the lowest trueness in the palatal region, followed by the edentulous area, and the highest in the dentate region. However, all values remained within the clinically acceptable range (50 - 311  $\mu\text{m}$ ). High acceptance rates were observed across regions (83.3 - 95.8%), with the full arch reaching 91.7%. Conclusion: IOS demonstrates clinically acceptable trueness for removable partial denture impressions in the maxilla. However, caution is warranted in edentulous and palatal regions.*

**Keywords:** digital impression, intraoral scanner, trueness, removable partial denture

---

Received: 25/3/2026

Revised: 20/4/2026

Accepted for publication: 29/5/2026