VNU Journal of Science: Medical and Pharmaceutical Sciences

Journal homepage: https://js.vnu.edu.vn/MPS

Original Article

Repeatability and Reproducibility of Condylar Guidance Angle Measurement Using a Semi-adjustable Articulator

Tran Thanh Binh, Nguyen Thu Tra, Trinh Khanh Linh, Pham Thi Thanh Binh, Vo Truong Nhu Ngoc*

Hanoi Medical University, 1 Ton That Tung, Hanoi, Vietnam

Received 8th June 2026
Revised 24th August 2026; Accepted 28th August 2026

Abstract: Background: Accurate determination of sagittal condylar inclination (SCI) and Bennett angle (BA) on a semi-adjustable articulator plays a crucial role in ensuring prosthodontic stability and occlusal harmony. However, quantitative data regarding the repeatability and reproducibility of this manual adjustment protocol in Vietnam remain limited. Objective: To evaluate the repeatability and reproducibility of measuring SCI and BA angles using interocclusal records on a semi-adjustable articulator. Materials and Methods: An experimental study was conducted on 35 healthy volunteers (17 males, 18 females; aged 19–39 years) with normal physiological masticatory systems. Plaster cast models were mounted on a LabMate 500SH articulator utilizing facebow transfers and combination bite registration materials—O-bite (addition silicone) and Luxabite (bis-acryl resin). Two independent examiners measured bilateral SCI and BA angles in 3 independent repetitions, spaced 48 hours apart. Results: The mean left SCI angle (33.07° ± 11.97°) was significantly higher than the right SCI angle (26.99° ± 11.97°) with p = 0.002; bilateral Bennett angles showed no statistically significant difference (Left: 15.73° ± 7.50°; Right: 15.10° ± 7.38°; p = 0.708). Intra-examiner repeatability demonstrated high consistency with ICC > 0.988 across all angles. Inter-examiner reproducibility achieved excellent agreement with ICC > 0.982 (95% CI: 0.966–0.996). Bland-Altman analysis revealed minimal mean bias between examiners (ranging from -0.69° to 0.21°) with narrow 95% limits of agreement. Conclusion: Condylar guidance angle measurement using a semi-adjustable articulator combined with O-bite and Luxabite registration materials exhibits excellent repeatability and reproducibility. The high individual variation and asymmetry of the SCI angle underscore the clinical necessity of recording patient-specific eccentric bite registrations rather than relying on default average parameters like 30°.

Keywords: Sagittal Condylar Inclination (SCI), Bennett Angle, Semi-adjustable Articulator, Repeatability, Reproducibility.

* Corresponding author.
E-mail address: nhungoc@hmu.edu.vn

https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.5089

Độ lặp lại và độ tái lập của phương pháp đo góc hướng dẫn lồi cầu bằng giá khớp bán điều chỉnh

Trần Thanh Bình, Nguyễn Thu Trà, Trịnh Khánh Linh, Phạm Thị Thanh Bình, Võ Trương Như Ngọc*

Trường Đại học Y Hà Nội, 1 Tôn Thất Tùng, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 8 tháng 6 năm 2026
Chỉnh sửa ngày 24 tháng 8 năm 2026; Chấp nhận đăng ngày 28 tháng 8 năm 2026

Tóm tắt: Đặt vấn đề: Việc xác định chính xác độ dốc lồi cầu (SCI) và góc Bennett (BA) trên giá khớp bán điều chỉnh đóng vai trò quan trọng đối với tính ổn định và sự hài hòa khớp cắn của phục hình. Tuy nhiên, dữ liệu định lượng về độ lặp lại và độ tái lập của quy trình cài đặt thủ công này tại Việt Nam còn hạn chế. Mục tiêu: Đánh giá độ lặp lại và độ tái lập của phương pháp đo góc SCI và BA bằng dấu cắn liên hàm trên giá khớp bán điều chỉnh. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu thực nghiệm được tiến hành trên 35 tình nguyện viên (17 nam, 18 nữ; độ tuổi 19–39) có hệ thống nhai sinh lý bình thường. Mẫu hàm thạch cao được lên giá khớp LabMate 500SH bằng dấu cung mặt và khóa cắn phối hợp O-bite (silicone) và Luxabite (nhựa Bis-acryl). Hai nghiên cứu viên độc lập tiến hành đo góc SCI và BA ở cả hai bên, lặp lại 3 lần độc lập, mỗi lần cách nhau 48 giờ. Kết quả: Giá trị trung bình góc SCI bên Trái (33,07° ± 11,97°) cao hơn đáng kể so với bên Phải (26,99° ± 11,97°) với p = 0,002; góc Bennett hai bên không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (Trái: 15,73° ± 7,50°; Phải: 15,10° ± 7,38°; p = 0,708). Độ lặp lại nội người đo đạt mức cao với ICC > 0,988 ở tất cả các góc. Độ tái lập giữa hai người đo đạt mức tương hợp rất cao với ICC > 0,982 (95% CI: 0,966–0,996). Phân tích Bland-Altman ghi nhận độ lệch trung bình giữa hai người đo rất nhỏ (dao động từ -0,69° đến 0,21°) với dải giới hạn đồng thuận 95% hẹp. Kết luận: Phương pháp đo góc hướng dẫn lồi cầu bằng giá khớp bán điều chỉnh kết hợp khóa cắn phối hợp O-bite và Luxabite có độ lặp lại và độ tái lập xuất sắc. Góc SCI có tính cá thể hóa và bất đối xứng cao, khẳng định tầm quan trọng của việc ghi dấu cắn vận động riêng biệt cho từng bệnh nhân thay vì áp dụng tham số mặc định 30°.

Từ khóa: Độ dốc lồi cầu (SCI), Góc Bennett, Giá khớp bán điều chỉnh, Độ lặp lại, Độ tái lập.

1. Mở đầu

Trong lĩnh vực Phục hình Răng Hàm Mặt, một trong những mục tiêu của nhà lâm sàng là khôi phục chức năng ăn nhai và thẩm mỹ của bệnh nhân sao cho hài hòa với hệ thống cơ - khớp Thái dương hàm (TDH) [1]. Để đạt được mục tiêu này, quy trình ghi dấu và chuyển đổi các thông số hình thái học chức năng từ miệng bệnh nhân lên các thiết bị mô phỏng là một bước kỹ thuật quan trọng. Hai thông số liên quan mật thiết tới việc chi phối quỹ đạo di chuyển của lồi cầu bên trong hõm khớp trong các vận động đưa hàm ra trước và sang hai bên là độ dốc lồi cầu (SCI) và góc Bennett (BA) [2, 3]. Về mặt lý thuyết, việc xác định không chính xác hai chỉ số này có thể tạo ra sự bất tương thích giữa mặt nhai của răng phục hình và khớp cắn phù hợp với quỹ đạo

* Tác giả liên hệ.
Địa chỉ email: nhungoc@hmu.edu.vn

https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.5089

vận động thực tế của hàm dưới cũng như lồi cầu. Trên lâm sàng, những sai sót này nếu tích lũy lại có thể dẫn đến các điểm chạm sớm, cản trở khớp cắn ở các tư thế chức năng, gây quá tải lực nhai cục bộ và làm tăng nguy cơ xuất hiện các triệu chứng của loạn năng hệ thống nhai sau điều trị [3].

Hiện nay, các phương pháp xác định thông số vận động lồi cầu khá phong phú. Các kỹ thuật chẩn đoán hình ảnh như cắt lớp vi tính chùm tia hình nón (CBCT), phim X quang toàn cảnh Panorama hay X quang sọ nghiêng giúp ích rất nhiều trong việc quan sát chi tiết cấu trúc giải phẫu xương của khớp TDH. Tuy nhiên, một số nghiên cứu thực nghiệm ghi nhận rằng các thông số đo đạc trên phim thường có xu hướng cao hơn so với giá trị chức năng đo được trên giá khớp [4-7]. Điều này được lý giải là do hình ảnh X quang chưa phản ánh được sự tham gia và biến dạng đàn hồi của các mô mềm như đĩa đệm, hệ thống dây chằng và bao khớp trong quá trình hàm dưới dịch chuyển chức năng [8]. Ở một khía cạnh khác, các hệ thống lồi cầu đồ kỹ thuật số và giá khớp điện tử được đánh giá cao nhờ khả năng ghi lại vận động theo thời gian thực với độ chính xác cao [9-11]. Dù vậy, tại điều kiện thực tế của đa số các Phòng khám và Bệnh viện tại Việt Nam hiện nay, việc triển khai ứng dụng các thiết bị này còn gặp nhiều rào cản do chi phí đầu tư lớn, quy trình vận hành tương đối phức tạp và đòi hỏi thời gian huấn luyện chuyên sâu cho cả bác sĩ lẫn kỹ thuật viên.

Chính vì vậy, các dòng giá khớp cơ học vẫn là công cụ chủ đạo trong quy trình chế tác phục hình tại các labo. Trong đó, các loại giá khớp không điều chỉnh thường sử dụng các hằng số cố định cho mọi bệnh nhân, như độ dốc lồi cầu được đặt ở mức 30 độ [12]. Việc áp dụng một thông số chung như vậy đôi khi chưa phản ánh được sự đa dạng về mặt giải phẫu của từng cá thể. Để cải thiện nhược điểm này, giá khớp bán điều chỉnh được sử dụng rộng rãi như một giải pháp phù hợp, cân bằng được tính chính xác và tính thực tiễn lâm sàng. Nhờ thiết kế mô phỏng tương đối cấu trúc giải phẫu tự nhiên, với thành phần lồi cầu nằm ở cành dưới và hộp lồi cầu nằm ở cành trên, giá khớp bán điều chỉnh giúp duy trì mối tương quan không đổi giữa trục lồi cầu và mặt phẳng nhai ở các độ mở hàm và di chuyển khác nhau, từ đó giúp quy trình mô phỏng vận động trở nên trực quan và phù hợp về mặt sinh lý hơn [13].

Tuy nhiên, hiệu quả làm việc của giá khớp bán điều chỉnh vẫn phụ thuộc nhiều vào độ chính xác của quá trình ghi dấu khớp cắn bằng vật liệu, sáp hoặc silicon, cũng như thao tác tinh chỉnh cơ học thủ công của người vận hành [14-16]. Một yếu tố kỹ thuật cần được quan tâm là độ chính xác lặp lại của các thông số khi thiết lập trên thiết bị. Thực tế, hộp lồi cầu của giá khớp bán điều chỉnh thường cấu tạo bởi các rãnh trượt tuyến tính phẳng, trong khi hõm khớp giải phẫu của con người lại có bề mặt cong phức tạp. Các nghiên cứu hình học khớp cắn chỉ ra rằng, một sai lệch giảm khoảng 9 độ của chỉ số SCI trên giá khớp có thể dẫn đến giảm 5,5 độ góc nghiêng hướng dẫn của răng sau, tương đương với khoảng lệch khớp cắn lên đến 0,2 mm trên lâm sàng [3, 17]. Khoảng chênh lệch này có nguy cơ làm giảm đi tính ổn định và độ bền vững của phục hình răng hàm lớn. Bên cạnh đó, một số nghiên cứu cũng ghi nhận sự biến thiên của các chỉ số này giữa các lần lấy dấu và cài đặt khác nhau trên cùng một đối tượng [18, 19], đặt ra yêu cầu phải khảo sát kỹ hơn về độ ổn định của quy trình thiết lập thủ công.

Tại Việt Nam, giá khớp bán điều chỉnh là một công cụ được áp dụng phổ biến trong chương trình Đào tạo Đại học, sau Đại học và được trang bị tại các Bệnh viện chuyên khoa. Dù vậy, các nghiên cứu thực nghiệm nhằm đánh giá độ ổn định cơ học và độ chính xác lặp lại của các thông số SCI và BA khi thiết lập trên hệ thống giá khớp bán điều chỉnh vẫn còn tương đối hạn chế, các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào mô tả lâm sàng hoặc báo cáo ca bệnh [20], chưa có nghiên cứu định lượng về độ chính xác của công cụ này. Việc thiếu vắng các dữ liệu thực nghiệm cụ thể có thể dẫn đến chưa đánh giá được hết những sai số tích lũy có thể xảy ra trong quy trình thực hành hằng ngày.

Xuất phát từ những lý do trên, chúng tôi thực hiện nghiên cứu "Độ lặp lại và độ tái lập của phương pháp đo góc hướng dẫn lồi cầu bằng giá khớp bán điều chỉnh" nhằm đánh giá độ lặp lại

và độ tái lập của phương pháp, từ đó xác định tính tin cậy của các phép đo.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên các mẫu silicon ghi dấu khớp cắn tư thế lệch tâm (vận động đưa hàm ra trước và sang bên), được tiến hành lấy trên các tình nguyện viên đáp ứng đầy đủ các tiêu chuẩn lựa chọn và loại trừ dưới đây, sau đó được chuyển giao để tiến hành các phép đo thực nghiệm trên hệ thống giá khớp bán điều chỉnh.

2.1.1. Tiêu chuẩn lựa chọn

Các tình nguyện viên được lựa chọn tham gia vào nghiên cứu phải đảm bảo các điều kiện nghiêm ngặt về hệ thống nhai sinh lý bình thường: i) Độ tuổi trưởng thành, bộ răng vĩnh viễn đã mọc hoàn thiện (không tính răng hàm lớn thứ ba); ii) Khớp cắn Angle hạng I, có mối tương quan răng cửa và răng nanh hướng dẫn ổn định (độ cắn trùm và cắn chìa trong giới hạn sinh lý từ 2-4 mm); iii) Số lượng răng trên cung hàm đầy đủ hoặc không mất quá 1 răng (trừ răng hàm lớn thứ ba), không có khoảng mất răng làm gián đoạn cung răng và không có răng lệch lạc nghiêm trọng ảnh hưởng đến mặt phẳng cắn; và iv) Hệ thống cơ hàm và khớp TDH hoạt động bình thường: biên độ há hàm tự do > 40mm, đường đóng mở hàm thẳng, không lệch lạc.

2.1.2. Tiêu chuẩn loại trừ

Nhằm loại bỏ các yếu tố nhiễu có thể ảnh hưởng đến quỹ đạo vận động chức năng tự nhiên của lồi cầu, các trường hợp sau sẽ bị loại trừ: i) Có tiền sử hoặc hiện tại đang biểu hiện các dấu hiệu của loạn năng hệ thống nhai (TMD) như: tiếng kêu khớp (tiếng lục cục, tiếng lạo xạo), đau khớp TDH hoặc đau hệ cơ nhai khi vận động; ii) Có răng sứt mẻ lớn, răng lung lay do bệnh lý nha chu, hoặc các phục hình diện rộng (cầu răng, hàm giả tháo lắp) làm thay đổi hướng dẫn khớp cắn tự nhiên; iii) Đang trong quá trình điều trị chỉnh nha hoặc mới hoàn thành điều trị chỉnh nha dưới 6 tháng ;iv) Có tiền sử chấn thương vùng hàm mặt, phẫu thuật xương hàm hoặc phẫu thuật liên quan đến khớp TDH; và v) Mắc các bệnh lý toàn thân ảnh hưởng đến hệ thống cơ-xương-khớp (như viêm khớp dạng thấp) hoặc không có khả năng hợp tác thực hiện các vận động đưa hàm theo yêu cầu của quy trình lâm sàng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu thực nghiệm.

2.2.2. Cỡ mẫu và phương pháp chọn mẫu

Cỡ mẫu cho nghiên cứu được tính theo công thức sau:

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \cdot SD_{diff}^2}{\Delta^2}$$

Trong đó:

n: Cỡ mẫu (tổng số đối tượng cần điều tra);

α: Mức ý nghĩa thống kê.

Z1-α/2 với α = 0,05 ta có Z1-α/2 = 1,96

1 - β: Công suất thống kê.

Z1 - β với 1 - β = 0,8, ta có Z1 - β = 0,84

SDdiff: độ lệch chuẩn của sự khác biệt.

Dựa theo nghiên cứu của Diego et al., (2021) [20], SD của góc là khoảng 10.5 độ. Sai số khác biệt giữa hai lần đo thường nhỏ hơn nhiều, giả định SDdiff bằng 5 độ.

Δ: Sự khác biệt tối thiểu có ý nghĩa lâm sàng.

Theo Fahad et al., (2015) [22], 100% các phép đo lặp lại trên giá khớp đều nằm trong biên độ sai số < 4 độ, giả định Δ = 3.

Từ công thức tính, cỡ mẫu tối thiểu cho nghiên cứu là 22. Chúng tôi lấy dự phòng 10% so với mẫu dự kiến, cỡ mẫu cần thu thập là 25.

Trên thực tế, nhằm tăng lực kiểm định thống kê và nâng cao độ chính xác cho các phân tích độ tương hợp, nghiên cứu đã mở rộng thu thập và phân tích chính thức trên 35 đối tượng (17 nam/18 nữ), trong độ tuổi từ 19 đến 39 (24,3 ± 4,3). Nghiên cứu sử dụng phương pháp chọn mẫu thuận tiện. Tất cả các tình nguyện viên được tuyển chọn tại Trung tâm Kỹ thuật cao, Viện đào tạo Răng Hàm Mặt, Trường Đại học Y Hà Nội trong khoảng thời gian từ tháng 3 đến tháng

6/2026, đáp ứng đầy đủ các tiêu chuẩn chọn mẫu và không vi phạm tiêu chuẩn loại trừ.

2.2.3. Phương pháp thực hiện

i) Vật liệu nghiên cứu

Sau khi tuyển chọn tình nguyện viên thỏa mãn các tiêu chuẩn lựa chọn và tiêu chuẩn loại trừ, mỗi cá nhân tham gia nghiên cứu được tiến hành lấy dấu hai hàm bằng Alginate Aroma. Mẫu hàm nghiên cứu được đổ bằng thạch cao nha khoa Type 4 IMP Extreme Die Stone (Snow Rock, Hàn Quốc) có độ cứng bề mặt cao, hạn chế mài mòn và hạn chế bọt khí. Quá trình lấy dấu cắn vận động trượt sử dụng phối hợp hai loại vật liệu ghi dấu chuyên dụng có đặc tính cơ lý học bổ trợ lẫn nhau. Trong đó, addition silicone chuyên dụng ghi cắn O-bite (DMG, Đức) sở hữu độ cứng bờ Shore A cao cùng thời gian trùng hợp nhanh, đóng vai trò định vị và hỗ trợ tình nguyện viên duy trì vị trí cắn trượt ổn định. Đồng thời, nhựa Bis-acryl ghi dấu cắn Luxabite (DMG, Đức) với bản chất là nhựa trùng hợp không có tính đàn hồi và độ co ngót thể tích gần như bằng không sau khi đông cứng, giúp đảm bảo tính ổn định kích thước của dấu cắn trong quá trình lên giá khớp. Hệ thống định vị tương quan hàm trên so với nền sọ được thực hiện bằng cung mặt đi kèm cao su Peri Compound ghi dấu trên nĩa cắn. Toàn bộ các thao tác mô phỏng vận động lồi cầu được thực hiện trên hệ thống giá khớp bán điều chỉnh LabMate 500SH (Song Yong Scientific Co., Đài Loan).

ii) Quy trình thu thập số liệu và tiến hành đo đạc

Quy trình thực nghiệm được chuẩn hóa qua các bước sau. Đầu tiên, tình nguyện viên được hướng dẫn và tập luyện vận động trượt hàm dưới ra trước và trượt sang bên đến tư thế đỉnh đối đỉnh. Vị trí tương quan trượt mong muốn được đánh dấu cố định bằng bút chuyên dụng trên bề mặt răng. Tình nguyện viên được quan sát qua gương trực tiếp để tự kiểm soát và tái lập chính xác vị trí tương quan này nhiều lần trước khi tiến hành ghi dấu chính thức.

Khi người tham gia nghiên cứu thực hiện vận động trượt hàm dưới vào đúng vị trí tương quan đã đánh dấu, kỹ thuật bơm ghi dấu song song hai bên được tiến hành. Vật liệu O-bite được bơm vào vùng răng sau ở một bên; đặc tính đông cứng nhanh của O-bite hỗ trợ nâng đỡ hàm dưới, giữ vững vị trí đỉnh đối đỉnh mà không gây mỏi cơ hay di lệch. Đồng thời, vật liệu Luxabite được bơm vào vùng răng sau ở phía đối diện; đặc tính cứng chắc và không đàn hồi của nhựa Bis-acryl sau đông cứng giúp triệt tiêu sự biến dạng cơ học dưới lực ép trong quá trình thiết lập mẫu hàm trên giá khớp.

Mẫu hàm thạch cao hàm trên sau đó được định vị chính xác lên giá khớp LabMate 500SH thông qua dấu cung mặt Peri Compound, được thiết lập dựa theo mặt phẳng ngang tự nhiên. Mẫu hàm dưới được khớp với mẫu hàm trên nhờ hệ thống khóa cắn phối hợp O-bite và Luxabite. Nghiên cứu viên tiến hành điều chỉnh hộp lồi cầu trên giá khớp để ghi nhận các giá trị SCI và BA ở cả hai bên.

Để đánh giá độ chính xác lặp lại cũng như độ tin cậy giữa các nghiên cứu viên, quy trình thu thập dữ liệu được thiết kế theo phương pháp mù độc lập. Mỗi thời điểm lấy dấu và đo đạc được thực hiện độc lập bởi hai nghiên cứu viên đã được chuẩn hóa kỹ thuật. Toàn bộ quy trình lấy dấu cắn và định vị trên giá khớp được lặp lại ba lần độc lập trên mỗi đối tượng nghiên cứu, trong đó mỗi lần đo trên giá khớp cách nhau 48 giờ nhằm tránh sai số do ghi nhớ dữ liệu.

2.2.4. Xử lý và phân tích dữ liệu

Các dữ liệu được xử lý trên phần mềm Stata 17.0. Các biến định tính như giới tính hay hình thức hướng dẫn khớp cắn sang bên được biểu diễn dưới dạng tần số và tỷ lệ phần trăm; trong khi đó, các biến định lượng liên tục bao gồm tuổi, chỉ số độ dốc lồi cầu (SCI) và góc Bennett (BA) được đánh giá tính phân phối chuẩn bằng phép kiểm định Shapiro-Wilk. Kiểm định Paired t-test được sử dụng để so sánh giá trị trung bình của góc SCI và góc Bennett giữa bên Trái và bên Phải trên cùng một đối tượng. Biến phân phối chuẩn được biểu diễn dưới dạng số trung bình ± độ lệch chuẩn (Mean ± SD), biến phân phối lệch biểu diễn dưới dạng trung vị và khoảng tứ phân vị (Median, IQR). Độ lặp lại qua 3 lần đo của cùng một nghiên cứu viên thực hiện được đánh giá qua hệ số tương quan nội lớp (ICC) theo mô hình hiệu ứng hỗn hợp hai chiều. Độ tái lập giữa

02 người đo được phân tích kết hợp giữa hệ số ICC và biểu đồ Bland-Altman nhằm phát hiện sai số hệ thống. Mức ý nghĩa thống kê được thiết lập tại p < 0,05 với khoảng tin cậy 95%.

2.3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu được nằm trong khuôn khổ đề tài "Reliability of condylar guidance record using digital axiography (Độ tin cậy của phương pháp xác định góc hướng dẫn lồi cầu sử dụng lồi cầu đồ điện tử)". Đề tài đã được xét duyệt và thông qua về mặt đạo đức bởi Hội đồng Đạo đức trong Nghiên cứu Y sinh - Trường Đại học Y Hà Nội (căn cứ Công văn đề nghị số 83/VĐTRHM-ĐT ngày 03/02/2026; Giấy chứng nhận mã số: 584/GCN-KHCN) và thực hiện theo Quyết định giao đề tài số 665/QĐ-ĐHYHN ngày 24/02/2026. Tình nguyện viên đã được giải thích và ký Giấy cam kết đồng ý tham gia nghiên cứu trước khi tiến hành thu thập dữ liệu.

3. Kết quả

Giá trị trung bình của góc SCI bên Trái là 33,07 ± 11,97; cao hơn so với bên Phải (26,99 ± 11,97), sự khác biệt này là có ý nghĩa với p = 0,002. Trong khi đó, giá trị góc Bennett ở hai bên không ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với p = 0,708; lần lượt là 15,73 ± 7,5 ở bên Trái và 15,10 ± 7,38 ở bên Phải (Bảng 1).

Bảng 1. Giá trị trung bình các giá trị SCI và BA

Góc hướng dẫn		Trung bình (°)	Độ lệch chuẩn (SD)	p - value
SCI	Trái (n = 35)	33,07	11,97	0,002
	Phải (n = 35)	26,99	11,97	
Bennett	Trái (n = 35)	15,73	7,50	0,708
	Phải (n = 35)	15,10	7,38	

Bảng 2. Hệ số ICC đánh giá độ lặp lại của từng người đo

Góc hướng dẫn	Người đo	ICC	95% CI
SCI (T)	1	0,9962	0,9933-0,9978
	2	0,9882	0,9792-0,9933
SCI (P)	1	0,9962	0,9933-0,9978
	2	0,9979	0,9963-0,9988
Bennett (T)	1	0,9925	0,9867-0,9957
	2	0,9953	0,9917-0,9973
Bennett (P)	1	0,9884	0,9796-0,9934
	2	0,9937	0,9889-0,9964

Hệ số tương quan nội lớp (ICC) dùng để đánh giá độ lặp lại của cả hai nghiên cứu viên đều đạt ở mức xuất sắc đối với tất cả các góc hướng dẫn được đo đạc. Cụ thể, Người đo 1 đạt hệ số ICC cao nhất ở góc SCI Trái và SCI Phải (ICC = 0,9962; 95% CI: 0,9933-0,9978), và thấp nhất ở góc Bennett Phải (ICC = 0,9884; 95% CI: 0,9796-0,9934). Trong khi đó, Người đo 2 đạt hệ số ICC cao nhất ở góc SCI Phải (ICC = 0,9979; 95% CI: 0,9963-0,9988) và thấp nhất ở góc SCI Trái (ICC = 0,9882; 95% CI: 0,9792-0,9933). Nhìn chung, toàn bộ các giá trị ICC của cả hai người đo đều vượt ngưỡng 0,9; khẳng định quy trình thực hiện phép đo có độ chính xác, tính ổn định và độ tin cậy cao giữa các lần đo lặp lại của mỗi nghiên cứu viên (Bảng 2).

Bảng 3. Hệ số ICC đánh giá độ tái lập giữa hai người đo

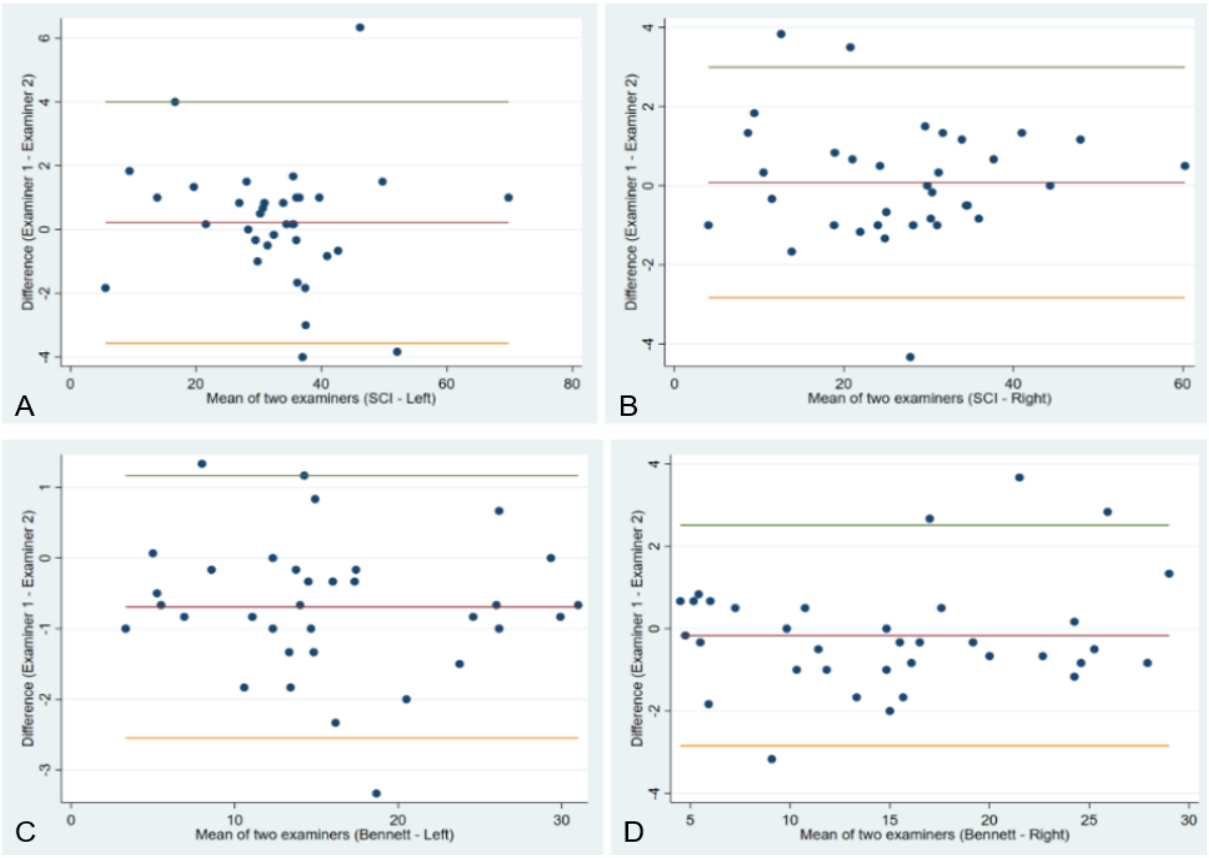
Góc hướng dẫn	ICC	95% CI
SCI (T)	0,9869	0,9748-0,9932
SCI (P)	0,9922	0,9851-0,9960
Bennett (T)	0,9877	0,9876-0,9936
Bennett (P)	0,9828	0,9669-0,9911

Độ lặp lại giữa hai người đo đạt mức cao trên tất cả các góc hướng dẫn, với chỉ số ICC > 0,98. Cụ thể, góc SCI Phải ghi nhận hệ số tương quan cao nhất (ICC = 0,9922; 95% CI: 0,9851-0,9960), tiếp theo là Bennett Trái (ICC = 0,9877), SCI Trái (ICC = 0,9869), và Bennett

Phải (ICC = 0,9828). Toàn bộ khoảng tin cậy 95% đều nằm ở ngưỡng cao (> 0,96), thể hiện sự tương hợp tốt và tính nhất quán giữa hai nghiên cứu viên trong quá trình thực hiện phép đo (Bảng 3).

Bảng 4. Phân tích mức độ đồng thuận Bland-Altman giữa hai người đo.

Góc hướng dẫn	Độ lệch trung bình	SD	Upper LoA	Lower LoA
SCI (T)	0,21	1,93	4	-3,57
SCI (P)	0,09	1,49	3	-2,83
Bennett (T)	-0,69	0,95	1,16	-2,55
Bennett (P)	-0,17	1,37	2,51	-2,84



Hình 1. Biểu đồ Bland-Altman đánh giá mức độ đồng thuận giữa hai người đo đối với các giá trị SCI và Bennett ở hai bên. A - Góc SCI Trái, B - Góc SCI Phải, C - Góc Bennett Trái, D - Góc Bennett Phải.

Phân tích mức độ đồng thuận Bland-Altman giữa hai người đo (Bảng 4 và Hình 1) cho thấy độ lệch trung bình giữa hai nghiên cứu viên tương đối nhỏ ở tất cả các góc hướng dẫn, dao động từ -0,69 đến 0,21. Cụ thể, sai lệch thấp nhất được ghi nhận ở góc SCI Phải (0,09; SD = 1,49) với khoảng giới hạn đồng thuận 95% (95% LoA) từ -2,83 đến 3,00; góc SCI Trái có sai lệch 0,21 (SD = 1,93; 95% LoA: -3,57 đến 4,00). Đối với góc Bennett, sai lệch trung bình lần lượt là -0,69 ở bên Trái (SD = 0,95; 95% LoA: -2,55 đến 1,16) và -0,17 ở bên Phải (SD = 1,37; 95% LoA: -2,84 đến 2,51). Quan sát biểu đồ Bland-Altman (Hình 1A, 1B, 1C, 1D) nhận thấy hầu hết các điểm dữ liệu phân bố tập trung quanh đường trung bình sai lệch và nằm gọn trong khoảng giới hạn đồng

thuận 95%, chỉ ghi nhận một vài điểm ngoại lệ nằm ngoài dải LoA. Kết quả này phản ánh độ tương hợp cao và sự nhất quán tốt giữa hai người đo độc lập.

4. Bàn luận

Nghiên cứu đánh giá độ lặp lại và độ tái lập trong xác định góc SCI và góc Bennett bằng dấu cắn liên hàm trên giá khớp bán điều chỉnh (LabMate 500SH). Quy trình chuẩn hóa ghi nhận độ tin cậy và độ tương hợp cao (ICC > 0,98). Phân tích Bland-Altman cho thấy độ lệch trung bình giữa hai người đo nhỏ (< 0,7); khẳng định phương pháp có tính nhất quán cao.

Trong nghiên cứu này, giá trị trung bình của góc SCI bên Trái thu được là 33,07 ± 11,97; và bên Phải là 26,99 ± 11,97; trong khi góc Bennett bên Trái là 15,73 ± 7,50 và bên Phải là 15,10 ± 7,38. Giá trị trung bình của góc Bennett ghi nhận ở cả hai bên Trái và Phải đều tương đối tiệm cận với thông số cài đặt mặc định quy ước 15 trên đa số các dòng giá khớp bán điều chỉnh hiện nay [23, 24]. Mức chênh lệch không đáng kể giữa hai bên cho thấy sự di chuyển ngang của phức hợp lồi cầu - đĩa khớp khi hàm dưới vận động sang bên có tính đối xứng tương đối cao trên nhóm đối tượng nghiên cứu. Trái ngược với góc Bennett, góc SCI thể hiện độ biến thiên rộng với độ lệch chuẩn lên tới 11,97 và ghi nhận sự bất đối xứng rõ rệt giữa bên Trái (33,07) và bên Phải (26,99). Mức chênh lệch giữa hai bên phản ánh đặc tính cá thể hóa cao trong hình thái giải phẫu của hệ thống nhai. Về mặt sinh học, độ dốc của đường trượt lồi cầu phụ thuộc trực tiếp vào cấu trúc xương của hõm khớp thái dương hàm, độ dốc của lồi khớp, sự định vị của đĩa khớp và độ căng của hệ thống dây chằng bao khớp [25, 26]. Sự phát triển không hoàn toàn đồng nhất giữa hai bên dưới tác động của thói quen nhai lệch bên, tình trạng mất răng sớm, lệch lạc khớp cắn hoặc độ mòn răng bất đối xứng là các cơ sở giải phẫu giải thích cho sự chênh lệch này [27-29].

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi tương đồng với nhiều công bố trong và ngoài nước, về việc góc SCI trên lâm sàng luôn dao động trong khoảng rộng và ít khi đạt trạng thái đối xứng tuyệt đối [6, 30, 32]. Việc thói quen của bác sĩ lâm sàng chọn áp dụng góc SCI mặc định 30° cho tất cả bệnh nhân sẽ dẫn đến nguy cơ sai lệch động học rất lớn trên phục hình. Trong trường hợp góc SCI thực tế của bệnh nhân phẳng hơn mặc định (< 30°), việc cài đặt 30° trên giá khớp sẽ mô phỏng đường trượt lồi cầu dốc hơn thực tế, làm cho mặt phẳng hướng dẫn răng cửa/răng nanh được thiết kế với múi răng quá cao, từ đó tạo ra cản trở khớp cắn phía sau khi bệnh nhân vận động hàm. Ngược lại, khi góc SCI thực tế dốc hơn mặc định (> 30°), phục hình tạo ra sẽ có múi quá phẳng, dẫn đến hở khớp vùng răng sau và làm gia tăng lực xé ngang bất lợi lên hệ thống nha chu răng trước lẫn khớp thái dương hàm [25, 26, 32]. Do đó, việc cá thể hóa các tham số lồi cầu bằng cách ghi dấu cắn vận động trên từng bệnh nhân là cần thiết để tối ưu hóa thiết kế mặt phẳng hướng dẫn, bảo vệ khớp thái dương hàm và giảm thiểu tối đa thời gian mài chỉnh trên lâm sàng.

Về độ lặp lại, kết quả ghi nhận hệ số ICC của cả hai nghiên cứu viên đều đạt mức cao (ICC > 0,98). Theo phân loại của Koo và Li (2016) [33], hệ số ICC lớn hơn 0,90 thể hiện độ tin cậy xuất sắc. Thêm vào đó, toàn bộ giới hạn dưới của khoảng tin cậy 95% ở cả hai người đo đều trên 0,979; cho thấy sai số ngẫu nhiên giữa các lần đo lặp lại của từng cá nhân là rất thấp. Kết quả này của chúng tôi tương đồng với Liya Ma và cộng sự (2023) [33], cho thấy mức độ lặp lại cao đối với mỗi quy trình làm việc. Điều này xuất phát từ việc quy chuẩn hóa nghiêm ngặt các thao tác, bao gồm kiểm soát độ dày vật liệu ghi dấu cắn, độ nén và co ngót của vật liệu. Ngược lại, Katsuomi Hangai và cộng sự (2008) đánh giá phương pháp đo trên các giá khớp bán điều chỉnh thường không ổn định và có sự biến thiên đáng kể tùy thuộc vào loại thiết bị sử dụng [34]. Sự đối lập này có thể đến từ vật liệu được sử dụng. Trong khi Katsuomi Hangai và cộng sự (2008) sử dụng vinyl silicone (MEMOREG2) trong phương pháp lấy dấu cắn, nghiên cứu của chúng tôi ứng dụng addition silicone O-bite và nhựa Bis-acryl ghi dấu cắn Luxabite. Hai vật liệu này có độ đàn hồi thấp, ít bị nén hơn khi đưa lên giá khớp so với vinyl silicone [35, 36]. Thêm vào đó,

chúng tôi sử dụng mặt phẳng ngang tự nhiên khi lên cung mặt thay vì mặt phẳng Frankfort, có thể là yếu tố giúp tăng độ lặp lại do không biến thiên theo mốc mô mềm như Frankfort.

Về độ tái lập, chỉ số ICC giữa hai nghiên cứu viên độc lập đạt từ 0,9828 đối với góc Bennett Phải đến 0,9922 đối với góc SCI Phải, với giới hạn dưới của 95% CI luôn đạt trên 0,966. Tuy nhiên, do bản chất của hệ số ICC có thể bị thổi phồng bởi độ biến thiên của cỡ mẫu trong quần thể [33], phân tích Bland-Altman đã được ứng dụng bổ sung nhằm đánh giá trực tiếp bản chất sai số đo đạc thực tế. Phân tích Bland-Altman ghi nhận độ lệch trung bình ở mức rất thấp, lớn nhất là -0,69° đối với góc Bennett Trái và nhỏ nhất là 0,09° đối với góc SCI Phải. Bên cạnh đó, khoảng giới hạn đồng thuận 95% thu được trong nghiên cứu có dải tương đối hẹp. Việc quan sát biểu đồ đồ thị Bland-Altman cho thấy hầu hết các điểm dữ liệu phân bố đồng đều, tập trung xung quanh đường trung bình và nằm trọn bên trong dải đường giới hạn trên (Upper LoA) và đường giới hạn dưới (Lower LoA). Hiện tượng chỉ xuất hiện một vài điểm ngoại lệ nằm sát hoặc ngoài dải LoA không làm giảm độ tin cậy chung, mà phản ánh đúng thực tế lâm sàng ở những bệnh nhân có hình thái hõm khớp bất thường hoặc độ thả lỏng cơ hàm không đều khi cắn dấu. Nhìn chung, các chỉ số này cho thấy quy trình lấy dấu và chỉnh giá khớp có tính ổn định cao ở từng người đo, đảm bảo tính khách quan và khả năng tái lập kết quả chính xác giữa các nghiên cứu viên khác nhau.

Mặc dù quy trình đã được chuẩn hóa, nghiên cứu vẫn tồn tại một số hạn chế như cỡ mẫu n = 35 chọn thuận tiện chưa đại diện hoàn toàn cho quần thể lớn và bản chất cơ học của vật liệu ghi dấu cắn vẫn chịu ảnh hưởng nhất định bởi độ thả lỏng cơ của bệnh nhân. Do đó, các nghiên cứu tiếp theo nên mở rộng quy mô mẫu trên đa dạng các thể lệch lạc khớp cắn, đồng thời đánh giá so sánh đối chiếu phương pháp cơ học truyền thống này với các hệ thống ghi vận động hàm kỹ thuật số tiên tiến như JMT, Axiograph kỹ thuật số hay công nghệ mô phỏng khớp cắn trong hệ thống CAD/CAM.

5. Kết luận

Nghiên cứu cho thấy phương pháp xác định góc hướng dẫn lồi cầu trên giá khớp bán điều chỉnh LabMate 500SH kết hợp vật liệu O-bite và Luxabite có độ lặp lại và độ tái lập xuất sắc (ICC > 0,98), cho kết quả đo đạc đạt độ ổn định cao. Việc ghi nhận giá trị SCI bên Trái cao hơn đáng kể so với bên Phải thể hiện tính bất đối xứng giải phẫu ở từng cá thể. Do đó, việc ghi dấu cắn vận động nhằm cá thể hóa thông số lồi cầu cho từng bệnh nhân là cần thiết trong thực hành lâm sàng để tránh nguy cơ cản trở khớp cắn và đảm bảo tuổi thọ phục hình.

Tài liệu tham khảo

[1] Z. Shan, Y. Yang, The Association between Mastication, Malocclusion, and Craniofacial Morphology, International Journal of Dentistry and Oral Science, Vol. 1, No. 02, 2018, pp. 6-11, http://dx.doi.org/10.19070/2377-8075-SI02-01002.

[2] L. Oancea, R. Stegaroiu, C. M. Cristache, The Influence of Temporomandibular Joint Movement Parameters on Dental Morphology, Annals of Anatomy, Vol. 218, 2018, pp. 49-58, https://doi.org/10.1016/j.aanat.2018.02.013.

[3] L. Ma, F. Liu, J. Mei, J. Chao, Z. Wang, J. Shen, A Comparative Study to Measure The Sagittal Condylar Inclination Using Mechanical Articulator, Virtual Articulator and Jaw Tracking Device, The Journal of Advanced Prosthodontics, Vol. 15, No. 1, 2023, pp. 11-21, https://doi.org/10.4047/jap.2023.15.1.11.

[4] P. Shreshta, V. Jain, A. Bhalla, G. Pruthi, A Comparative Study to Measure the Condylar Guidance by the Radiographic and Clinical Methods, The Journal of Advanced Prosthodontics, Vol. 4, No. 3, 2012, pp. 153-157, https://doi.org/10.4047/jap.2012.4.3.153.

[5] O. K. Kwon, S. W. Yang, J. H. Kim, Correlation between Sagittal Condylar Guidance Angles Obtained Using Radiographic and Protrusive Occlusal Record Methods, The Journal of Advanced Prosthodontics, Vol. 9, 2017, pp. 302, https://doi.org/10.4047/jap.2017.9.4.302.

[6] A. S. Godavarthi, M. C. S. Sajjan, A. V. R. Raju, P. Rajeshkumar, A. Premalatha, N. Chava, Correlation of Condylar Guidance Determined by Panoramic Radiographs to One Determined by Conventional Methods, Journal of International

Oral Health, Vol. 7, No. 8, 2015, pp. 123-128, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26464554/ (accessed on: May 4th, 2026).

[7] A. M. Luke, S. T. Kuriadom, J. M. George, D. A. Wahjuningrum, Accuracy of Radiographic and Protrusive Occlusal Record Methods in Determining Condylar Guidance Angles: A Systematic Review and Meta-analysis, F1000Research, Vol. 11, No. 105, 2022, https://doi.org/10.12688/f1000research.75347.1.

[8] B. Xu, J. J. Park, S. H. Kim, Correlations of Temporomandibular Joint Morphology and Position Using Cone-Beam Computed Tomography and Dynamic Functional Analysis in Orthodontic Patients: A Cross-sectional Study, The Korean Journal of Orthodontics, Vol. 54, No. 5 2024, pp. 325-341, https://doi.org/10.4041/kjod24.089.

[9] C. Valenti, D. Massironi, T. Truffarelli et al., Accuracy of a New Photometric Jaw Tracking System in the Frontal Plane at Different Recording Distances: An In-vitro Study, Journal of Dentistry, Vol. 148, 2024, pp. 105245, https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105245.

[10] R. S. Saini, H. H. Alshoail, M. A. Kanji, S. K. Vaddamanu, S. A. Mosaddad, A. Heboyan, Virtual Articulator Software: Accuracy, Usability, and Clinical Applicability: A Systematic Review, International Dental Journal, Vol. 75, No. 3, 2025, pp. 1691-1704, https://doi.org/10.1016/j.identj.2025.03.005.

[11] G. Tafuri, M. Santilli, G. D'Addazio et al., Jaw Tracking System in Digital Dentistry: A Systematic Review, The International Journal of Prosthodontics, 2026, pp. 1-21, https://doi.org/10.11607%2Fijp.9327

[12] ScienceDirect, Articulator - An Overview, https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/articulator (accessed on: May 4th, 2026).

[13] A. O. Aljohani, M. G. Sghaireen, M. Abbas et al., Comparative Evaluation of Condylar Guidance Angles Measured Using Arcon and Non-Arcon Articulators and Panoramic Radiographs-A Systematic Review and Meta-Analysis, Life (Basel), Vol. 13, No. 6, 2023, pp. 1352, https://doi.org/10.3390/life13061352.

[14] K. H. Utz, F. Müller, W. Lückerath, E. Fuss, B. Koeck, Accuracy of Check-bite Registration and Centric Condylar Position. Journal of Oral Rehabilitation, Vol. 29, No. 5, 2002, pp. 458-466, https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.2002.00864.x.

[15] B. Tank, R. J. Shah, G. Marwaha, N. Chauhan, E. Chheda, O. Shah, A Clinical Study on Evaluation of Vertical Accuracy of Interocclusal Registration Materials in Centric Relation-An In Vivo Study, Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, Vol. 16, No. Suppl 4, 2024, pp. S3824-S3826, https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1125_24.

[16] D. H. Park, J. M. Park, J. W. Choi, et al, Accuracy of Several Implant Bite Registration Techniques: An In-vitro Pilot Study, The Journal of Advanced Prosthodontics, Vol. 9, No. 5, 2017, pp. 341-349, https://doi.org/10.4047/jap.2017.9.5.341.

[17] H. L. Lin, Z. X. Lin, L. H. Jia, Z. C. Lu, H. Yu, Comparison of Sagittal and Transverse Condylar Inclination Measurement Techniques in Virtual Articulator Programming: A Technical Report, Journal of Dentistry, Vol 163, 2025, pp. 106120, https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.106120.

[18] G. Neupane, B. Sapkota, S. Basynet, U. Rimal, S. Mahanta, Comparative Study of the Effect of Interocclusal Recording Materials on Reproducibility of Horizontal Condylar Registrations in Arcon and Non – Arcon Articulators: A Clinical Study, Journal of Nepalese Prosthodontic Society, Vol. 7, 2024, pp. 67-77, https://doi.org/10.3126/jnprossoc.v7i2.77551.

[19] S. R. Keerthana, H. S. Mohammed, A. Hariprasad, M. Anand, S. Ayesha, Comparative Evaluation of Condylar Guidance Obtained by Three Different Interocclusal Recording Materials in a Semi-adjustable Articulator and Digital Panoramic Radiographic Images in Dentate Patients: An In vivo Study. The Journal of Indian Prosthodontic Society, Vol. 21, No. 4, 2021, pp. 397-404, https://doi.org/10.4103/jips.jips_239_21.

[20] T. C. Bao, P. N. Quan, V. V. Nhan, Accuracy of Virtual Occlusal Contact in Implant-Supported Fixed Full-Arch Restorations, Ho Chi Minh City Journal of Medicine, Vol. 29, No. 7, 2026, pp. 10-15, https://doi.org/10.32895/hcjm.m.2026.07.02 (in Vietnamese).

[21] S. M. Diego, D. V. L. Juan, Reliability of the Intraoral Records for Programming the Condylar Inclination of the Semiadjustable Articulator, The Journal of Contemporary Dental Practice, Vol. 22, No. 6, 2021, pp. 624-629, https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3109.

[22] F. Banasr, L. Shinawi, I. Soliman, A Comparative Evaluation to Measure the Sagittal Condylar Guidance Values between the Semiadjustable Articulators and Radiographic Images, Smile Dental Journal, Vol. 10, 2015, pp. 12-18, https://doi.org/10.12816/0023234.

[23] R. Werneck, M. Itaborai, A. L. Júnior et al., Effectiveness of the Semi-Adjustable Articulator Compared to Clinical Examination, International Journal of Odontostomatology, Vol. 16, 2022, pp. 7-12, https://doi.org/10.4067/S0718-381X 20220001000 07.

[24] Z. R. Abu, J. Aqrabawi, O. Al-Fatyan, B. Abuzaghllan, Dental Articulators: A Review. Journal of International Dental and Medical Research, Vol. 14, No. 4, 2021, pp. 1629-1638, https://doi.org/10.6084/m9.figshare.19636191.

[25] J. P. Okeson, Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion, 8th ed, Elsevier, the US, 2020.

[26] P. E. Dawson, Functional Occlusion: From TMJ to Smile Design, 1st ed, Elsevier, the US, 2006.

[27] D. Zabarović, V. Jerolimov, V. Carek, D. Vojvodić, K. Zabarović, D. Buković, The Effect of Tooth Loss on the TM-joint Articular Eminence Inclination. Collegium Antropologicum, Vol. 24, No. Suppl 1, 2000, pp. 37-42, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10946463/ (accessed on: May 4th, 2026).

[28] E. G. Katsavrias, D. J. Halazonetis, Condyle and Fossa Shape in Class II and Class III Skeletal Patterns: A Morphometric Tomographic Study, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Vol. 128, No. 3, 2005, pp. 337-346, https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.05.024.

[29] M. J. R. Vîrlan, D. L. Păun, E. N. Bordea et al., Factors Influencing the Articular Eminence of the Temporomandibular Joint (Review), Experimental and Therapeutic Medicine, Vol. 22, No. 4, 2021, pp. 1084, https://doi.org/10.3892/etm.2021.10518.

[30] A. C. Dragus, A. Mihai, G. Tanase, M. Burlibasa, C. M. Cristache, Intraindividual Left-Right Side Differences of Sagittal Condylar Inclination (SCI) in Different Skeletal Classes, Healthcare (Basel), Vol. 11, No. 9, 2023, pp. 1341, https://doi.org/10.3390/healthcare11091341.

[31] A. Lewandowska, K. M. Malara, J. J. Kostrzewa, Sagittal Condylar Inclination and Transversal Condylar Inclination in Different Skeletal Classes, Journal of Clinical Medicine, Vol. 11, No. 9, 2022, pp. 2664, https://doi.org/10.3390/jcm11092664.

[32] H. T. Shillingburg, D. A. Sather, E. L. Wilson, et al, Fundamentals of Fixed Prosthodontics, 4th ed, Quintessence Publishing, the US, 2012.

[33] T. K. Koo, M. Y. Li, A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research, Journal of Chiropractic Medicine, Vol. 15, No. 2, 2016, pp. 155-163, https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012.

[34] K. Hangai, K. Aridome, C. H. Wang, Y. Igarashi, Clinical Evaluation of Semi-adjustable Articulators: Reproducibility of Sagittal Condylar Path Inclination Assessed by a Jaw-tracking System with Six Degrees of Freedom, Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi, Vol. 52, No. 3, 2008, pp. 360-365, https://doi.org/10.2186/jjps.52.360.

[35] M. Ghazal, J. Hedderich, M. Kern, An In Vitro Study of Condylar Displacement Caused by Interocclusal Records: Influence of Recording Material, Storage Time, and Recording Technique, Journal of Prosthodontics, Vol. 26, No. 7, 2017, pp. 587-593, https://doi.org/10.1111/jopr.12437.

[36] A. P. Sushant, G. Krishna, R. Keerthi, B. G. Smitha, Interocclusal Recording Materials: A Review, Journal of Advanced Clinical and Research Insights, Vol. 6, No. 4, 2019, pp. 119-122, https://doi.org/10.15713/ins.jcri.274.