



**HAL**  
open science

# Các thanh điệu thanh hầu hoá và phi thanh hầu hoá dưới tác dụng của sự nhấn âm: các giá trị hệ số mở tiến dần đến cực đại

Alexis Michaud, Tuân Vu-Ngoc

## ► To cite this version:

Alexis Michaud, Tuân Vu-Ngoc. Các thanh điệu thanh hầu hoá và phi thanh hầu hoá dưới tác dụng của sự nhấn âm: các giá trị hệ số mở tiến dần đến cực đại. *Ngôn ngữ*, 2007, 38 (2), pp.46-52. hal-00135814

**HAL Id: hal-00135814**

**<https://hal.science/hal-00135814>**

Submitted on 14 Mar 2007

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

Alexis Michaud và Vũ Ngọc Tuấn, 2007, « Các thanh điệu thanh hầu hoá và phi thanh hầu hoá dưới tác dụng của sự nhấn âm: các giá trị hệ số mở tiến dần đến cực đại », *Ngôn ngữ*, 38(2), pp. 46-52.

Article published in the Vietnamese journal of linguistics *Ngôn ngữ* [Language], volume 38, issue 2 (Feb. 2007), pp. 46-52.

## CÁC THANH ĐIỀU THANH HẦU HOÁ VÀ PHI THANH HẦU HOÁ DƯỚI TÁC DỤNG CỦA SỰ NHẤN ÂM: CÁC GIÁ TRỊ HỆ SỐ MỞ TIẾN DẦN ĐẾN CỰC ĐẠI

Alexis Michaud (Sorbonne Nouvelle) & Vũ Ngọc Tuấn (LIMSI Orsay).

*Tóm tắt (VNTimes):*

Hai thanh “nặng” trong tiếng Việt Hà Nội (các thanh B2 và D2) có những đặc tính về chất lượng giọng nói tương phản mạnh mẽ: thanh B2, với sự siết thanh hầu, là khá giống với thanh D2 nhưng thanh D2 không bị siết lại. Dưới tác dụng của sự nhấn âm, độ dốc của các đường cong  $F_0$  được nâng lên và/ hoặc âm vực  $F_0$  được tăng lên. Các giá trị hệ số mở (được tính từ sự phái sinh của tín hiệu điện thanh hầu vốn được dùng để biểu diễn những giá trị chính xác) được giữ lại, và thậm chí trở nên cực đại, dưới sự nhấn âm. Bài viết này tập trung miêu tả đường cong khuếch đại. Khi có những thay đổi trong trường độ, chúng hình như phụ thuộc vào chủ ngữ.

(UNICODE: Hai thanh “nặng” trong tiếng Việt Hà Nội (các thanh B2 và D2) có những đặc tính về chất lượng giọng nói tương phản mạnh mẽ: thanh B2, với sự siết thanh hầu, là khá giống với thanh D2 nhưng thanh D2 không bị siết lại. Dưới tác dụng của sự nhấn âm, độ dốc của các đường cong  $F_0$  được nâng lên và/ hoặc âm vực  $F_0$  được tăng lên. Các giá trị hệ số mở (được tính từ sự phái sinh của tín hiệu điện thanh hầu vốn được dùng để biểu diễn những giá trị chính xác) được giữ lại, và thậm chí trở nên cực đại, dưới sự nhấn âm. Bài viết này tập trung miêu tả đường cong khuếch đại. Khi có những thay đổi trong trường độ, chúng hình như phụ thuộc vào chủ ngữ.)

## 1. Những cơ sở ngôn ngữ: các thanh điệu âm vực giọng nói và “giọng điệu có tính ngữ điệu”.

. Các thanh điệu Tiếng Việt có những đặc tính kiểu phát âm phức tạp, như đã được miêu tả ở [1 - 4].

. Tiếng Việt cũng có sự nhấn âm mang tính ngữ điệu: như trong nhiều ngôn ngữ, tính khả biến lớn được nhìn nhận trong hiện thực hoá của các thanh điệu từ vựng phản ánh trung thực sự nổi trội về thông tin của những âm tiết khác nhau trong phát ngôn (đối với miêu tả phi công cụ chi tiết về giọng điệu ngữ điệu trong tiếng Việt, xem [3]; đối với tiếng Quan Thoại cũng liên quan tương tự, xin xem ở [5] và [6]).

Tình huống mang tính loại hình học này đặt ra câu hỏi về việc làm thế nào để sự nổi bật ngữ điệu ( hoặc “giọng ngữ điệu”, “sự nhấn âm”) ảnh hưởng tới những thanh điệu từ vựng khác nhau và những đặc tính chất lượng thanh tính của chúng.

Nghiên cứu này tập trung vào hai thanh liên quan đến hiện tượng siết thanh hầu ( phát âm “cứng”) ngược lại với phát âm “lơi”: các thanh B2 và D2. Tiếng Việt có một đối vị 6 thanh cho các âm tiết cuối vang và một đối vị 2 thanh cho các âm tiết cuối đóng. Thanh B2, thuộc về đối vị thứ nhất, bị siết thanh hầu; thanh D2, thuộc về thành phần thấp của đối vị thứ hai, thường được miêu tả khá gần với B2 về cao độ nhưng lại không bị siết thanh hầu [3]. Có một sự nhập nhằng ở đây, cả hai đều được viết giống nhau về chính tả, bằng một dấu chấm ở dưới con chữ ( gọi là dấu “nặng”).

Hai tham số chính sẽ được khảo sát là: tần số cơ bản (Fo) và hệ số mở (Oq).

## 2. Các chất liệu ngôn từ:

Trong một nghiên cứu thử nghiệm, những dữ liệu âm thanh được thu thập qua 12 chủ thể phát ngôn ở Hà Nội; nhưng để thuận tiện cho việc đo điện thanh hầu và âm thanh, theo báo cáo, được thực hiện tại Pháp với bốn người bản địa ( được trả tiền), tuổi từ 19 đến 24, rời Hà Nội sang Pháp trong thời gian dưới một năm trước lúc ghi âm. Các mẫu bao gồm 42 kết hợp nguyên âm và phụ âm cuối với thanh B2 và D2 có trong tiếng Việt, nghĩa là tổng số có 84 âm tiết, được thu bởi 4 người nói dưới 2 điều kiện đọc:

. Điều kiện 1: trong câu “Đây là chữ \_\_\_\_.” hoặc “Tôi đọc chữ \_\_\_\_.”. Những người đọc được chỉ dẫn để tưởng tượng ra ngữ cảnh trong đó họ đang dạy một đứa trẻ con hoặc một người nước ngoài không biết đọc.

. Điều kiện 2: trong câu “Đây là chữ \_\_\_\_ cơ mà!”. Phụ từ “cơ mà” ở cuối câu rất quan trọng đối với việc nhấn âm (cùng một cách như những phụ từ để hỏi trong tiếng Việt và tiếng Trung) và do đó được sử dụng bất chấp thực tế rằng nó làm mất đi tính đối xứng của hai câu mẫu âm tiết mục tiêu là âm tiết cuối phát ngôn trong điều kiện 1 chứ không phải trong điều kiện 2. Để kiểm tra những hiệu quả có thể của vị trí này, một điều kiện thứ 3 được thử nghiệm (chỉ một người nói): một biến thể của điều kiện 1 với câu mẫu “Đây là chữ \_\_\_\_ ạ.”, nhưng với một phụ từ cuối (chỉ sự tôn trọng). Khi không có sự khác biệt đáng kể giữa các điều kiện 1 và 3, nó sẽ được giả định như sau: sự khác nhau giữa các điều kiện 1 và 2 phụ thuộc vào tham số nhấn âm, chứ không phải do tham số cuối phát ngôn / phi cuối phát ngôn. Điều kiện 1 sẽ được gọi là “NE” (không nhấn giọng) và điều kiện 2 được gọi là “E” (nhấn giọng).

Cuối cùng, 4 chủ thể phát ngôn cùng đọc một bài báo có một số âm tiết mang thanh B2 và D2. Điều tra và những tính toán có thể quan sát được với những âm tiết riêng lẻ cho thấy cùng một kết luận như dưới các điều kiện NE và English; thực tế từ các lời nói liên tục và các quan sát trong các trường hợp ở đó giọng nói phát ra ngắn sau sự dứt đoạn thanh hầu của thanh B2, sẽ không được trình bày ở đây.

Các âm tiết mục tiêu được trình bày lần lượt theo một trật tự bất kì, lựa chọn những mục mang thanh khác. Các cuộc thu thanh được diễn ra trong phòng thí nghiệm xử lí âm thanh LIMSI (Orsay, Pháp), với máy đo âm thanh hầu EG — 2 [7].

### 3. Phương pháp:

Cách tính Fo và Oq là được dựa trên sự phát sinh của tín hiệu DEGG. Tính hữu dụng của tín hiệu DEGG đối với việc đặc trưng hoá sự phát âm phi bệnh lí, và đặc biệt đối với việc xác định chính xác những ví dụ của sự đóng và mở thanh hầu (như được minh họa trong hình 4) được biểu diễn trên cơ sở của những dữ liệu sinh lí học ở [8 — 10]. Oq là bằng với độ dài của pha mở (tức là độ dài giữa

khoảng thời gian mở thanh hầu và độ dài khoảng thời gian đóng thanh hầu kế tiếp) được phân chia theo chu kì (được định nghĩa là thời gian giữa hai lần đóng thanh hầu). Nó đưa lại một sự chỉ dẫn về sự khép dây thanh: một Oq thấp chỉ định một giọng “căng”, một Oq cao chỉ định một giọng “lơi” [4; 11].

Đối với những chủ ngôn nam (số 2,3 và 4) việc tách âm tự động của các khoảng thời gian đóng và mở thanh hầu là thành công trong 95% của các trường hợp. Trong các trường hợp còn lại, và trong hầu hết mọi trường hợp đối với chủ ngôn 1 (nữ), một vài trong số những đỉnh đã không nổi bật (quan sát chung thấy rằng việc thu EGG nhiều hơn đối với các chủ thể nữ), gây ra sự tách âm đỉnh mở sai lệch. Vì vậy đã có hai sự điều chỉnh trong các chương trình: (i) một bước cho việc gọt giữa DEGG được thiết lập ở 0, 3 ms, (ii) vị trí của đỉnh mở được nhận ra trên đường cong DEGG. Kết quả của việc tách âm tự động được kiểm tra lại thông qua sự quan sát tất cả các hạng tử. (Trong các trường hợp sự tách âm đỉnh mở đã thành công mà không cần phải gọt giữa, chương trình được điều chỉnh cũng sẽ cho ra những kết quả giống hệt nhau).

Tuy nhiên, đối với chủ ngôn 1, phương pháp khác phải được sử dụng: phát hiện khoảng thời gian đóng từ DEGG và sau đó ước chừng khoảng thời gian mở thông qua một phương pháp chuẩn được áp dụng cho tín hiệu EGG [12,13]. (Phương pháp này được sử dụng đối với những chủ ngôn 2,3 và 4 như một sự kiểm tra kỹ hơn các kết quả). Vì các kết quả của chủ ngôn 1 là những giá trị được thoả thuận, hơn nữa còn thêm một biến thể về giới tính, chúng không được so sánh với các kết quả của chủ ngôn 2- 3- 4 ở đây. Do đó, tổng số âm tiết được báo cáo trong những phân tích này là 504 (84 âm tiết x 3 chủ ngôn x 2 điều kiện đọc).

#### 4. Kết quả:

##### 4.1. Không nhấn âm: sự đối lập rõ ràng giữa các thanh B2 và D2:

Các tín hiệu điển hình EGG đối với các thanh D2 và B2 được trình bày trong hình 1a - b: giọng phi thanh hầu hoá đối lập với giọng thanh hầu hoá được gọt giữa. Các giá trị Fo và Oq được đánh dấu trong hình 2a — b. Các giá trị Oq đối với thanh D2 cao hơn nhiều; Oq tăng dần trong sự diễn biến âm tiết. Giọng nói có tính hình thái.

Như đối với thanh B2, sự tiết thanh hầu phản ánh sự kéo dài được ghi nhận của quãng cách giữa các lần đóng thanh hầu. Gần cuối của âm tiết, có thể khẳng định rằng không có hiện tượng tuần hoàn theo chu kì nào nữa. Tuy nhiên, sự nghịch đảo khoảng thời gian giữa các lần đóng thanh hầu có thể tính được (theo nghiên cứu của Fujimura ở [14]), vẫn sử dụng “Fo” cho thuận tiện. Các giá trị hệ số mở được tính ở những điểm này thấp hơn quãng được nhận thấy trong lời nói được duy trì, khoảng chừng từ 30% đến 70%. Oq thấp từ lúc bắt đầu nói: giọng nói bị “căng”, và sức ép tăng lên theo chiều hướng của âm tiết. Hình 2 chỉ ra rằng không có ngoại lệ đối với mẫu này (điều này đúng đối với tất cả bốn chủ ngôn).

#### *4.2. Nhấn âm: các giá trị Oq tăng, Fo bổ trợ.*

Để tiến hành so sánh thống kê hai điều kiện, các đường cong cá thể (ví dụ những đường cong được đánh dấu trong hình 2) được quy chuẩn hoá cho phù hợp khoảng thời gian và được nối xen vào tại 100 điểm. Để tóm tắt dữ liệu nhìn thấy được, một sự mô phỏng âm tiết cũng được xây dựng cho mỗi tập hợp con 42 âm tiết (ví dụ thanh B2 của chủ ngôn 2 dưới tác dụng của sự nhấn âm), với số vòng thanh hầu trung bình và khoảng thời gian trung bình. Bốn đường cong trung bình này được đánh dấu chấm chấm trong hình 3.

Các kết quả thống kê như sau:

##### *4.2.1. Các giá trị Oq dưới tác dụng của sự nhấn âm (E)*

Như sự phân phối các lệnh dữ liệu, việc sử dụng các trắc nghiệm đo tham số, các trắc nghiệm t được sử dụng (2 đuôi) tại mỗi trong số 100 điểm có khoảng cách tương đương đường cong mẫu. Đối với thanh D2, Oq cao hơn một chút, một sự khác biệt mang ý nghĩa thông kê.

Bảng 1: Ý nghĩa của sự biến đổi  $O_q$  từ NE tới E.

<i>THANH D2</i>	<i>Sự khác nhau trung bình với NE</i>
Chủ ngôn 2	+ 5,6%
Chủ ngôn 3	+ 5,6%
Chủ ngôn 4	+ 6,0%
<i>THANH B2</i>	<i>Sự khác nhau trung bình với NE</i>
Chủ ngôn 2	- 0,3%
Chủ ngôn 3	- 11%
Chủ ngôn 4	- 2,9%

4.2.2. Các giá trị  $F_0$  dưới tác dụng của sự nhấn âm (E)

Bảng 2. Ý nghĩa của sự biến đổi  $F_0$  từ NE tới E.

<i>THANH D2</i>	<i>Sự khác nhau trung bình với NE</i>	<i>Sự khác nhau có ý nghĩa</i>
Chủ ngôn 2	+ 15% (1 thanh 1/4)	Từ các điểm thứ 3 đến 97
Chủ ngôn 3	+ 21% (1 thanh 1/4)	Tại tất cả các điểm
Chủ ngôn 4	+ 2% (ít hơn 1/4 thanh)	Không tại điểm đơn
<i>THANH B2</i>	<i>Sự khác nhau trung bình với NE</i>	<i>Sự khác nhau có ý nghĩa</i>
Chủ ngôn 2	+ 30% (gần với 2 1/2 các thanh)	Tại tất cả các điểm
Chủ ngôn 3	+ 9,8% (3/4 thanh)	Cao hơn cho tới điểm 74; thấp hơn sau điểm 82
Chủ ngôn 4	+ 2%	Không tại điểm đơn

Những sự khác nhau trung bình chỉ được đưa ra như một nỗ lực đầu tiên để ước tính khoảng cách giữa hai âm tiết, sự khác nhau không nhấn âm / nhấn âm thực sự là một miêu tả về các hình đường cong, như sẽ được biện luận trong phần 5.

#### 4.2.3. Sự biến đổi trong các tham số khác:

Hai tham số phụ được đo:

##### 1) Độ dài âm tiết:

Không có mô hình chung nổi lên, các độ dài âm tiết cao hơn dưới tác dụng của sự nhấn âm (E) đối với các chủ ngôn 2 và 3, nhưng thấp hơn đối với chủ ngôn 4.

Bảng 3. Ý nghĩa của sự biến đổi trường độ từ NE tới E.

	Chủ ngôn	Sự khác nhau giữa NE và E	Có ý nghĩa (s) hoặc không có ý nghĩa (ns)
Thanh D2	2	+ 7%	ns (p = 0,22)
	3	+ 7%	ns (p = 0,09)
	4	- 19%	s (p = 1,8*10 <sup>-5</sup> )
Thanh B2	2	+ 8%	ns (p = 0,39)
	3	+ 28%	s (p = 5,7*10 <sup>-8</sup> )
	4	- 6%	ns (p = 0,13)

2) Biên độ dao động của đỉnh trên sự phái sinh của tín hiệu EGG ở sự đóng thanh hầu (được gọi là: DECPA), chỉ ra tốc độ cao nhất trong sự tăng cường bề mặt tiếp xúc âm thanh ở sự đóng thanh hầu. Trên cơ sở nghiên cứu về “DECPA, và sự ứng dụng của nó trong lĩnh vực ngôn điệu” [15], biên đổi được đo là DECPA cực đại đạt được trong âm tiết (chứ không phải là giá trị được tính toán cho toàn bộ âm tiết). Mẫu hình tương tự với vấn đề đó về trường độ: đối với những chủ ngôn 2 và 3, DECPA cực đại thực sự cao hơn dưới tác dụng của sự nhấn âm (p từ 10<sup>-4</sup> đến 10<sup>-13</sup>), chỉ ra sự đóng nhanh hơn của thanh hầu, đối với chủ ngôn 4, DECPA cực đại về ý nghĩa thấp hơn dưới tác dụng của sự nhấn âm.



Một quan sát thống kê mới đây về độ lệch chuẩn của tất cả các tham số có khuynh hướng cao hơn dưới tác dụng của sự nhấn âm (chỉ ra biến đổi lớn hơn qua các hạng tử), mặc dù trong hầu hết các trường hợp sự khác nhau không có ý nghĩa.

## 5. Thảo luận và kết luận:

### 1.1. Sự biến đổi qua các chủ ngôn và tính đồng nhất cơ bản.

Các sự kiện không được lưu giữ đầy đủ bởi những giá trị trung bình qua toàn bộ âm tiết. Chúng cần được làm mẫu về đường cong khuyếch đại dưới tác dụng của sự nhấn âm; một trong những biểu hiện có thể của nó là tăng âm vực Fo (tiêu biểu ở chủ ngôn 2, hình 3), biểu hiện khác có thể là sự khác nhau giữa cực đại Fo và cực tiểu Fo trở nên lớn hơn: chủ ngôn 4 nhận thấy một đường cong Fo có quãng tăng qua khoảng thời gian rút ngắn âm tiết. Đường cong Oq cũng được mở rộng (chi tiết ở 5.2). Sự so sánh các chủ ngôn 2- 3- 4 giúp hiểu được các đặc điểm nào có ý nghĩa qua các chủ ngôn: dưới tác dụng của sự nhấn âm, chủ ngôn 4 tạo ra những âm tiết ngắn hơn, nghĩa là đối lập với chủ ngôn 2 và 3; vì vậy, trong tiếng Việt, việc kéo dài âm tiết hình như là một biến số độc lập với chủ ngôn, trong khi một mối tương quan bền vững của sự nhấn âm là đường cong khuyếch đại, được biểu hiện, theo chủ ngôn, như một độ dốc tăng của đường cong Fo (và, ít quan trọng hơn, của đường cong Oq) hoặc như tăng âm vực Fo.

### 1.2. Oq như một đặc tính bền vững của các thanh.

Một kết quả nổi bật từ thí nghiệm là sự mạnh mẽ của Oq như một mối tương quan của thanh điệu từ vựng. Sự khác nhau rất tiêu biểu của Oq giữa các thanh B2 và D2 được tồn tại dưới sự nhấn âm, và thậm chí hơn được tăng với sự nhất quán lớn qua các hạng tử và qua các chủ ngôn. Đường nét Oq giáng ở thanh B2; dưới tác dụng của sự nhấn âm, các giá trị Oq cao hơn ở phần đầu âm tiết, và thấp hơn ở phần cuối, hơn là dưới điều kiện “Phi nhấn âm”, nghĩa là có sự dịch chuyển khép dây thanh được phát âm nhiều hơn trong mẫu hình của âm tiết. Ở thanh D2, Oq cao, dưới tác dụng của sự nhấn âm, nó vẫn cao hơn, trong những tỉ lệ hạn định (xem hình 3).

Tình cờ, nghiên cứu này chỉ ra rằng, không giống trong tiếng Phúc Kiến [16], Quảng Đông [17] và nhiều ngôn ngữ Hán — Tạng khác vừa không có sự đóng thanh hầu vừa không có sự thanh hầu hoá đi kèm thanh tắc cuối tiếng Việt (lưu ý: tất cả các âm tiết thanh — 8 có âm cuối tắc, không có âm tiết thanh — 4 có âm cuối tắc). Điều này đi ngược lại những khẳng định của [18] (nó không được dựa trên bằng chứng thực nghiệm, cũng không phải là dữ liệu gốc).

#### 6. Triển vọng:

Từ quan điểm chuyên môn, nghiên cứu này khẳng định rằng hệ số mở được tính từ sự phát sinh của tín hiệu đo điện thanh âm (DEGG) có thể đưa thông tin đúng về chất lượng giọng nói.

Từ quan điểm ngôn ngữ học, sự nhấn âm trong các ngôn ngữ có thanh thường được miêu tả với đường cong khuếch đại (ví dụ [3; 5; 6]). Hình như khái niệm này có thể được áp dụng đối với tham số chất lượng giọng nói (ở đây là hệ số mở) cũng như đối với tần số âm cơ bản. Các kết quả được trình bày ở đây đưa ra một thách thức đối với các mẫu mới đây của sự tổng hợp lời nói ngôn ngữ có thanh (ví dụ [19]): nếu thành tố dụng học của ngữ điệu được làm mẫu và được tích hợp cùng với thành tố cú pháp thì sự tổng hợp của các ngôn ngữ như tiếng Việt phải tích hợp yếu tố chất lượng giọng nói cùng với Fo.

#### Tài liệu tham khảo

1. Ferlus, M. *The Origin of Tones in Viet-Muong*. in *Southeast Asian Linguistic society XI*. 2001. Bangkok: Institute of Languages and Culture, Mahidol University.
2. Pham, A.H., *Vietnamese Tone: A New Analysis*. Outstanding Dissertations in Linguistics. 2003, London/New York/Oslo/Singapore: Routledge-Taylor and Francis. 192.
3. Thompson, L.C., *A Vietnamese Reference Grammar*. [1991 edition] ed. Vol. 13-14. 1965: University of Washington Press. 386.
4. Vu Ngoc, T., C. d'Alessandro, and S. Rosset. *A phonetic study of Vietnamese tones : acoustic and electroglottographic measurements*. in *International Conference on Speech and Language Processing*. 2002. Boulder, Colorado.
5. Chao Yuen-ren, *Tone and intonation in Chinese*. Bulletin of the Institute of History and Philology, 1933. **4:3**: p. 121-134.

6. Pike, K.L., *Tone Languages. A Technique for Determining the Number and Type of Pitch Contrasts in a Language, with Studies in Tonemic Substitution and Fusion*. 1948, Ann Arbor: University of Michigan Press. 187.
7. Rothenberg, M., *A multichannel electroglottograph*. *Journal of Voice*, 1992. **6**(1): p. 36-43.
8. Henrich, N., et al., *On the use of the derivative of electroglottographic signals for characterization of non-pathological voice phonation*. *Journal of the Acoustical Society of America*, accepted for publication July 2003.
9. Henrich, N., *Etude de la source glottique en voix parlée et chantée : modélisation et estimation, mesures acoustiques et électroglottographiques, perception*, in *Thèse de doctorat en Acoustique*. 2001, Université Paris 6: Paris. p. 283.
10. Childers, D.G., et al., *Electroglottography, speech and ultra-high speed cinematography*, in *Vocal Fold Physiology: Biomechanics, Acoustics and Phonatory Control*, I.R. Titze and R.C. Scherer, Editors. 1983, Denver Center for the Performing Arts: Denver, Colorado. p. 202-220.
11. Rothenberg, M. and J.J. Mahshie, *Monitoring vocal fold abduction through vocal fold contact area*. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1988. **31**: p. 338-51.
12. Davies, P., et al., *Variation of glottal open and closed phases for speakers of English*. *Proceedings of the Institute of Acoustics*, 1986. **8**: p. 539-46.
13. Howard, D.M., *Variation of electroglottographically derived closed quotient for trained and untrained adult female singers*. *Journal of Voice*, 1995. **9**(2): p. 163-72.
14. Thongkum, T.L., *Phonation types in Mon-Khmer languages*, in *Voice production: Mechanisms and functions*, O. Fujimura, Editor. 1988, Raven Press: New York. p. 319-333.
15. Michaud, A. *A Measurement from Electroglottography: DECPA, and its Application in Prosody*. in *Speech Prosody 2004*. 2004. Nara, Japan.
16. Iwata, R., et al., *Laryngeal adjustments of Fukienese stops: initial plosives and final applosives*. *Annual Bulletin of the Research Institute for Logopedics and Phoniatics*, 1979. **13**: p. 61-81.
17. Iwata, R., M. Sawashima, and H. Hirose, *Laryngeal adjustments for syllable-final stops in Cantonese*. *Annual Bulletin of the Research Institute for Logopedics and Phoniatics*, 1981. **15**: p. 45-54.
18. Thurgood, G., *Vietnamese and tonogenesis: revising the model and the analysis*. *Diachronica*, 2003. **19**(2): p. 333-363.
19. Fujisaki, H., S. Ohno, and S. Luksaneeyanawin. *Analysis and synthesis of Fo contours of Thai utterances based on the command-response model*. in *International Congress of Phonetic Sciences 15*. 2003. Barcelona.

*Người dịch và hiệu đính: Trần Trí Dõi và Nguyễn Huy Kỳ.*