

# Αρθρωτική Φωνητική

Άννα Σφακιανάκη

Φωνητικός/Γλωσσολόγος (PhD)

Ε.ΔΙ.Π., Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, ΠΚ

[asfakianaki@csd.uoc.gr](mailto:asfakianaki@csd.uoc.gr)

ΗΥ-578 Ψηφιακή Επεξεργασία Φωνής  
Εαρινό Εξάμηνο 2021-22  
Πανεπιστήμιο Κρήτης

# [ Τι είναι η Φωνητική; ]

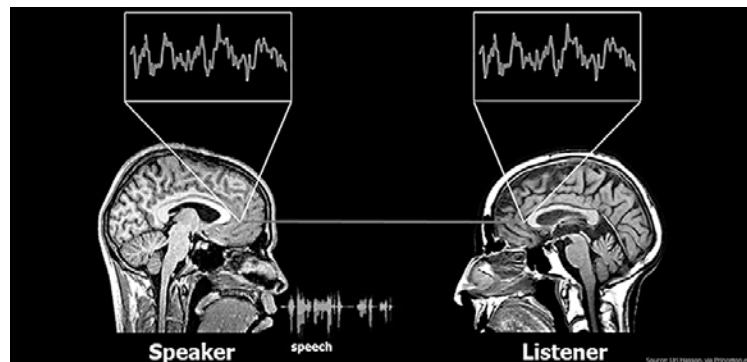
- Φωνητική είναι ο κλάδος της Γλωσσολογίας που μελετά συστηματικά τους ήχους της ανθρώπινης ομιλίας.
  1. Πώς παράγονται οι ήχοι της ομιλίας ➡ Παραγωγή
  2. Πώς μεταδίδονται οι ήχοι της ομιλίας ➡ Ακουστική
  3. Πώς προσλαμβάνονται οι ήχοι της ομιλίας ➡ Αντίληψη

Είναι ένα διεπιστημονικό αντικείμενο, τόσο θεωρητικό όσο και πειραματικό.

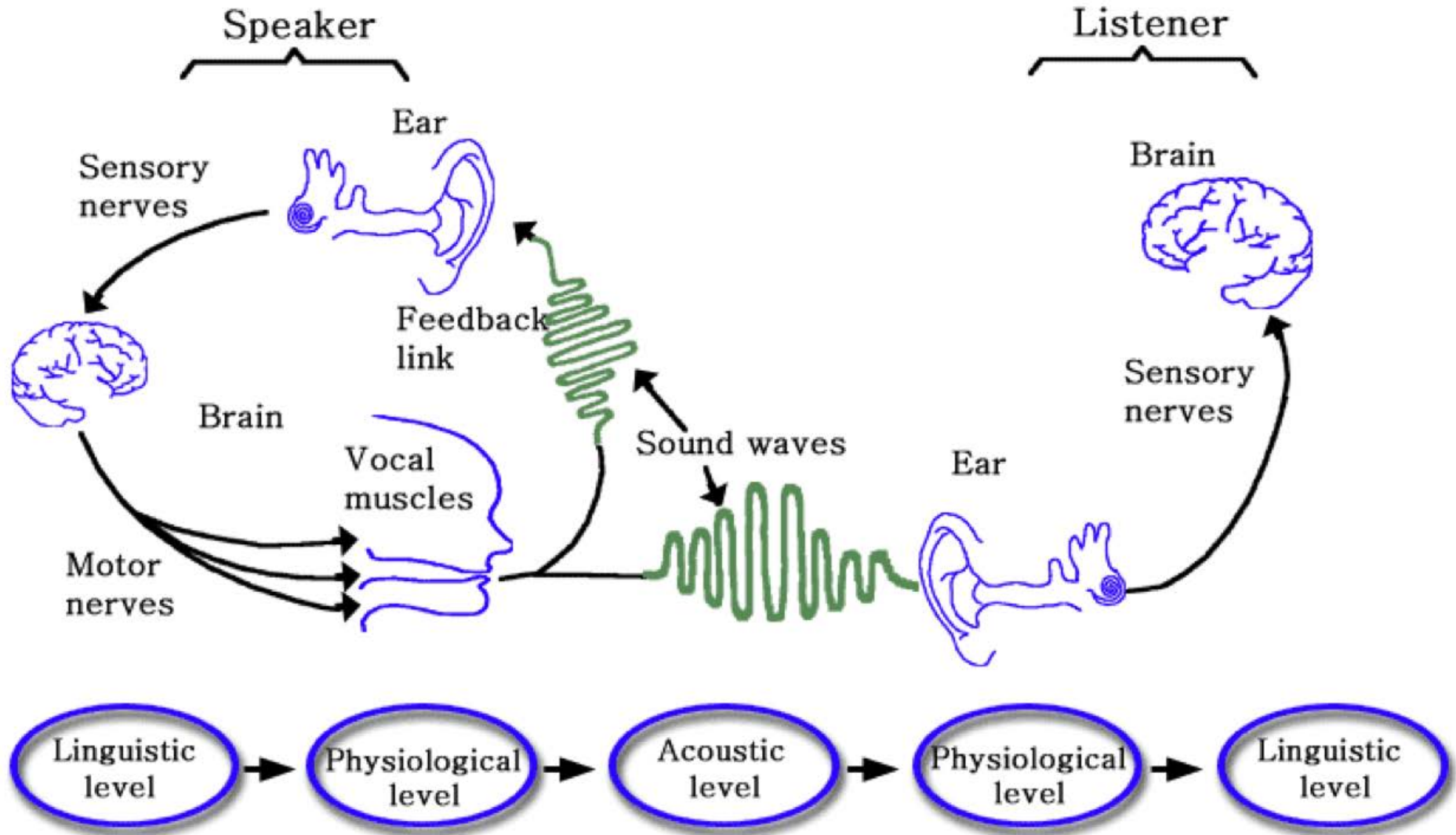


# Γιατί οι μηχανικοί Η/Υ χρειάζονται τη Φωνητική;

- Ένας μηχανικός που επεξεργάζεται το σήμα της ομιλίας συνήθως αγνοεί το γλωσσολογικό υπόβαθρο της ομιλίας που αναλύει. (Olaszy, 2005)
  - Πώς σχεδιάστηκε η φράση στον εγκέφαλο του ομιλητή;
  - Πώς παράχθηκε από τα αρθρωτικά όργανα του ομιλητή;
  - Τι είδος επιρροές δέχθηκε η φράση από το περιεχόμενο;
  - Πώς θα αποκωδικοποιήσει ο ακροατής τη φράση;



# The Speech Chain





# Phonetics in Speech Engineering

Συνδυασμός γνώσης των αρθρωτικών κινήσεων  
και των ακουστικών χαρακτηριστικών  
των ήχων της ομιλίας

Κατηγοριοποίηση  
των ήχων

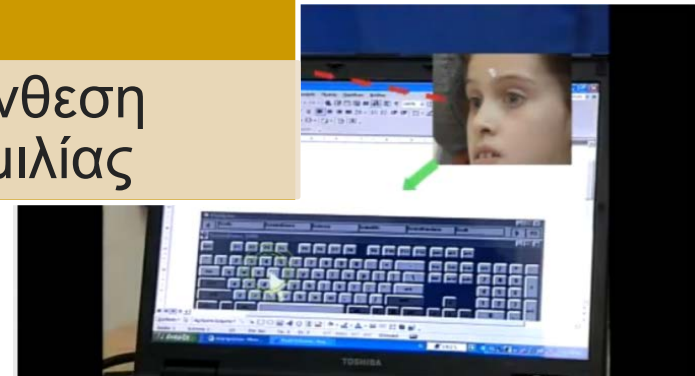
Κατάτμηση της  
ομιλίας

Επισημείωση Βάσεων Ομιλίας

Αλγόριθμοι

Αναγνώριση  
Ομιλίας

Σύνθεση  
Ομιλίας



# Phonetics in Speech Engineering

Διαταραχές  
Ομιλίας

- Διάγνωση
- Παρέμβαση



Εργαλεία  
Διδασκαλίας  
Προφοράς

- L2
- Ξένες Γλώσσες

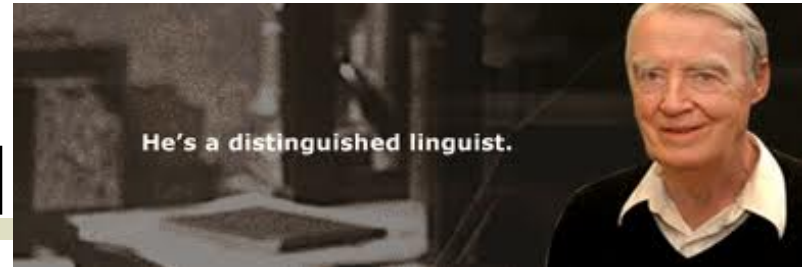


Βελτίωση  
Καταληπτότητας  
Ομιλίας

- Ακουστικά  
Βαρηκοΐας
- Άλλα εργαλεία



# Peter Ladefoged

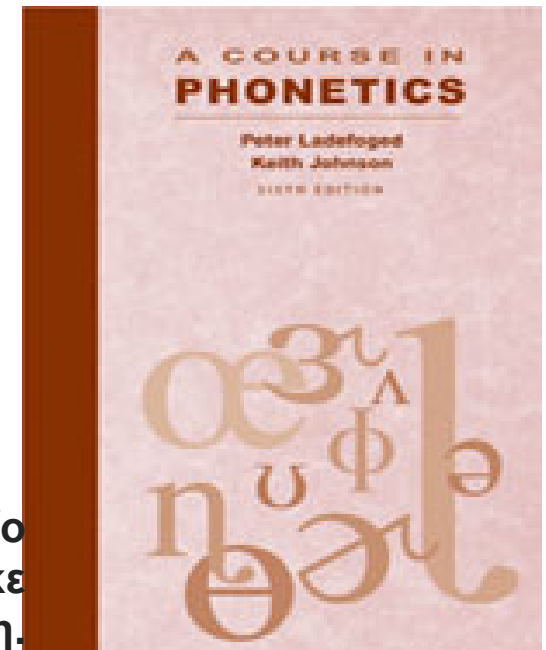


Home Page:

<http://www.linguistics.ucla.edu/people/ladefoge/>

- Καθηγητής UCLA (1962-1991)
- Ταξίδεψε σε Ευρώπη, Αφρική, Ινδία, Κίνα, Αυστραλία, κ.ά.
- Άκουσε και περιέγραψε όλους τους ήχους της ανθρώπινης ομιλίας, τους οποίους υπολόγισε σε 900 σύμφωνα και 200 φωνήεντα (*The Sounds of the World's Languages*).
- Πρόεδρος του International Phonetic Association (1986-1991) & Linguistic Society of America.
- Σύντομη καριέρα στο Hollywood ως κύριος γλωσσολογικός σύμβουλος στην ταινία του 1964 *My Fair Lady*.
- Παραδειγματικός Δάσκαλος

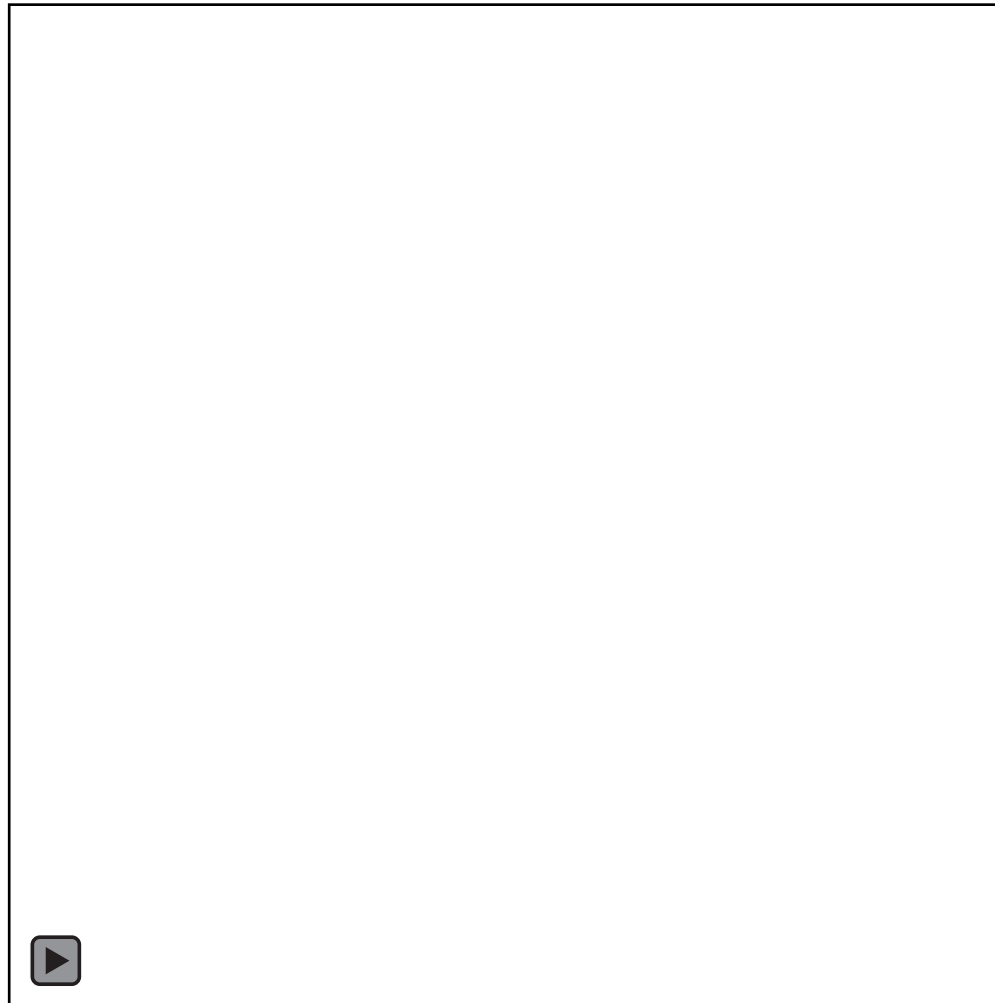
Υλικό από το βιβλίο  
χρησιμοποιήθηκε  
στην παρουσίαση.



# [ Παραγωγή Ομιλίας ]

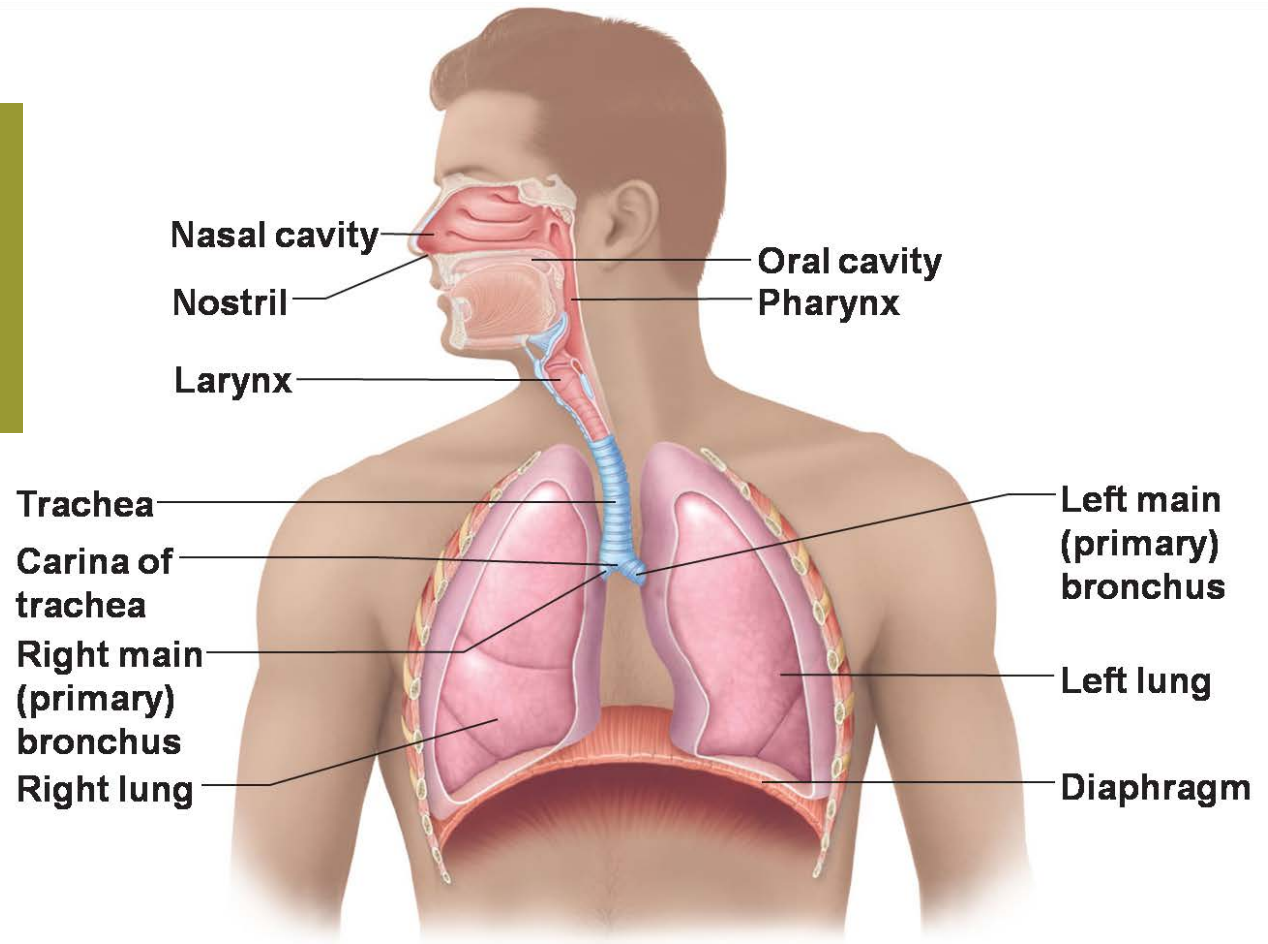
- Οι περισσότεροι ήχοι της ομιλίας είναι αποτέλεσμα των κινήσεων της γλώσσας και των χειλιών.
- Για να ακουστούν οι κινήσεις της ομιλίας (*speech gestures*) χρειάζεται:
  - εξώθηση αέρα από τους πνεύμονες
  - παραγωγή θορύβου στον λάρυγγα
- Οι κινήσεις της γλώσσας και των χειλιών διαμορφώνουν τον θόρυβο του λάρυγγα.

# [ Joy Nash trapped in an MRI machine... ]



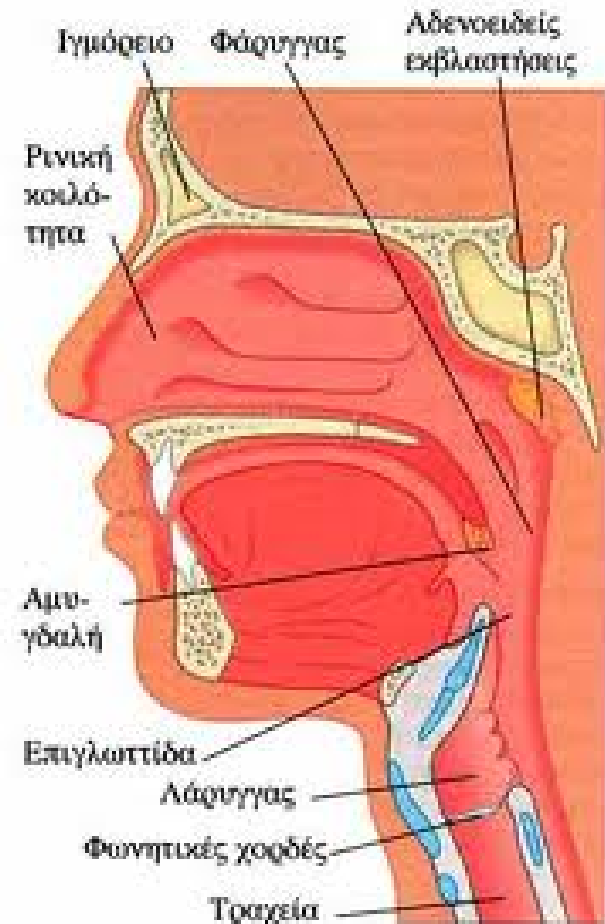
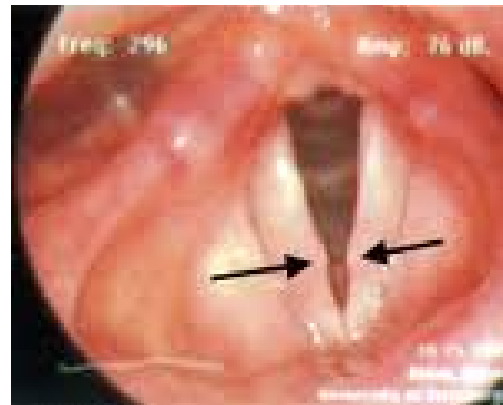
- Βασική πηγή ενέργειας για την ομιλία: αναπνευστικό σύστημα.
- Εξώθηση **αέρα** από τους πνεύμονες.
- πνεύμονες → τραχεία → λάρυγγας → φωνητικές χορδές

Μιλήστε εισπνέοντας αντί εκπνέοντας. Τι παρατηρείτε;



# Παραγωγή ομιλίας – φωνητικές χορδές

- Στον λάρυγγα υπάρχουν δύο μυώδεις πτυχές, οι **φωνητικές χορδές**.
- Όταν είναι ανοιχτές, ο αέρας περνά ελεύθερα στον φάρυγγα και στη στοματική κοιλότητα.



# Παραγωγή ομιλίας – φωνητικές χορδές



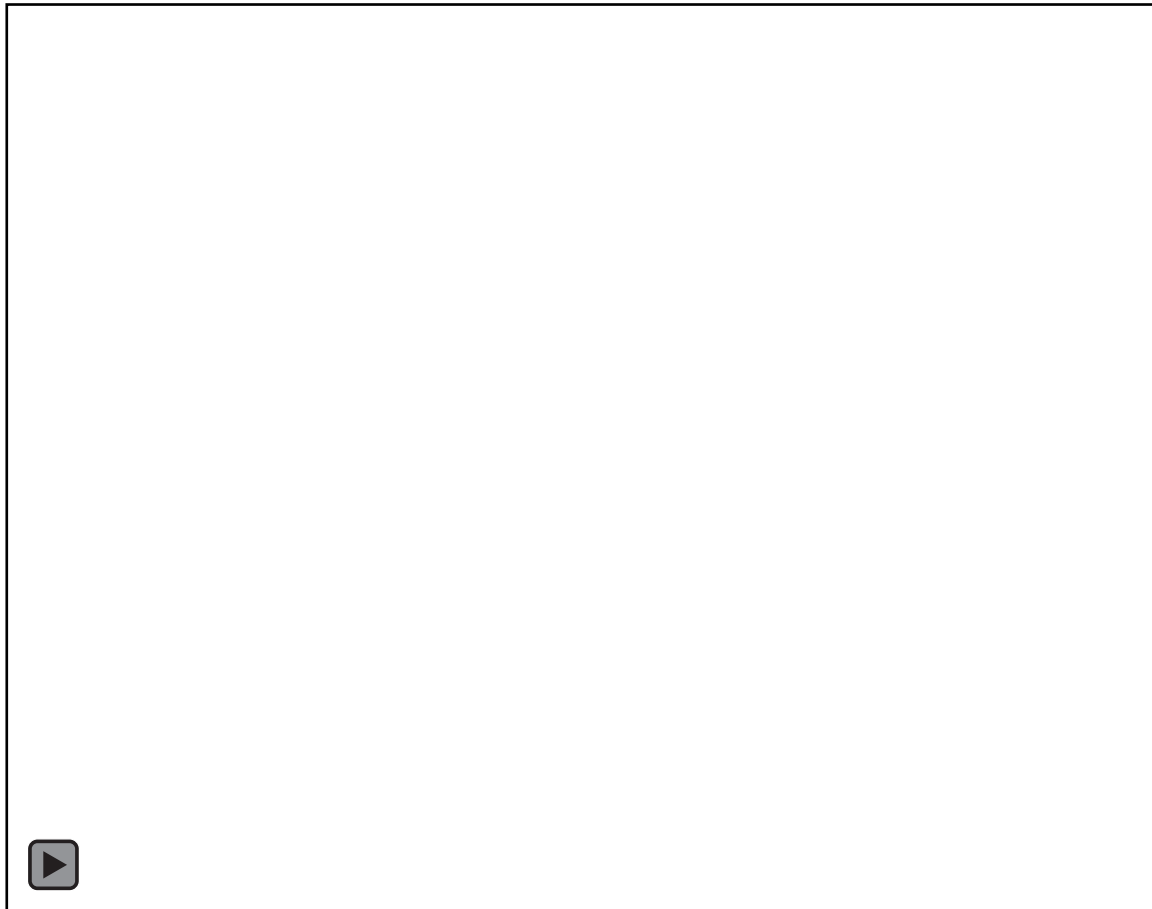
- Ανοιχτές φωνητικές χορδές:
  - αναπνοή
  - παραγωγή **άηχων** (**voiceless**) φθόγγων
- Κλειστές φωνητικές χορδές:
  - παραγωγή **ηχηρών** (**voiced**) φθόγγων (φώνηση -**phonation**)

Άσκηση: διαφορά ηχηρού-άηχου φθόγγου  
[fffffffnnnnnnfffffffnnnnnnn]

- προφέρουμε με άκρες των δαχτύλων στον λάρυγγα
- κλείνουμε αφτιά και προφέρουμε



# Παραγωγή ομιλίας –φωνητικές χορδές



- Στροβοσκόπηση: γυναικείες φωνητικές χορδές σε χαμηλό και υψηλό τονικό ύψος (pitch)  
**Video:** <https://www.youtube.com/watch?v=UpOXecWC5Dw>

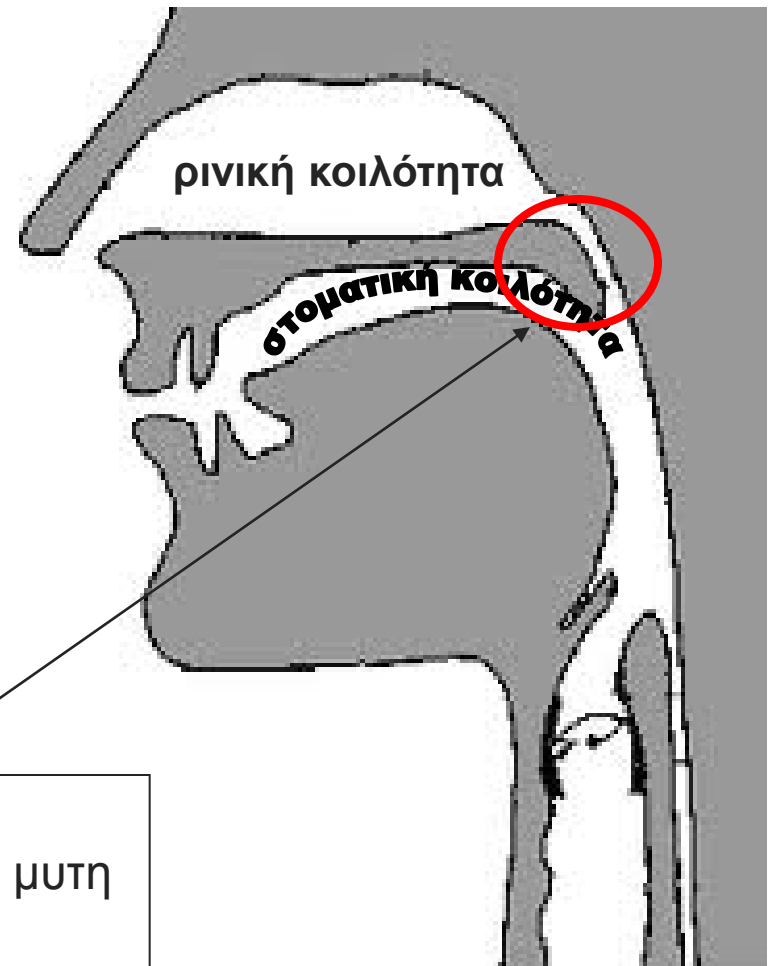
# [ Ηχηρότητα (voicing) ]

- Διάκριση φθόγγων με βάση την ηχηρότητα:
  - fat vs. vat
  - thigh vs. thy
  - sue vs. zoo
  - φάρος vs. βάρος
  - σώνει vs. ζώνη

Άλλα ζεύγη;

# Φωνητική Οδός (vocal tract)

- Στοματική κοιλότητα (oral tract)
  - στόμα
  - φάρυγγας
- Ρινική κοιλότητα (nasal tract)
- Αρθρωτές (articulators)
  - γλώσσα
  - χείλη



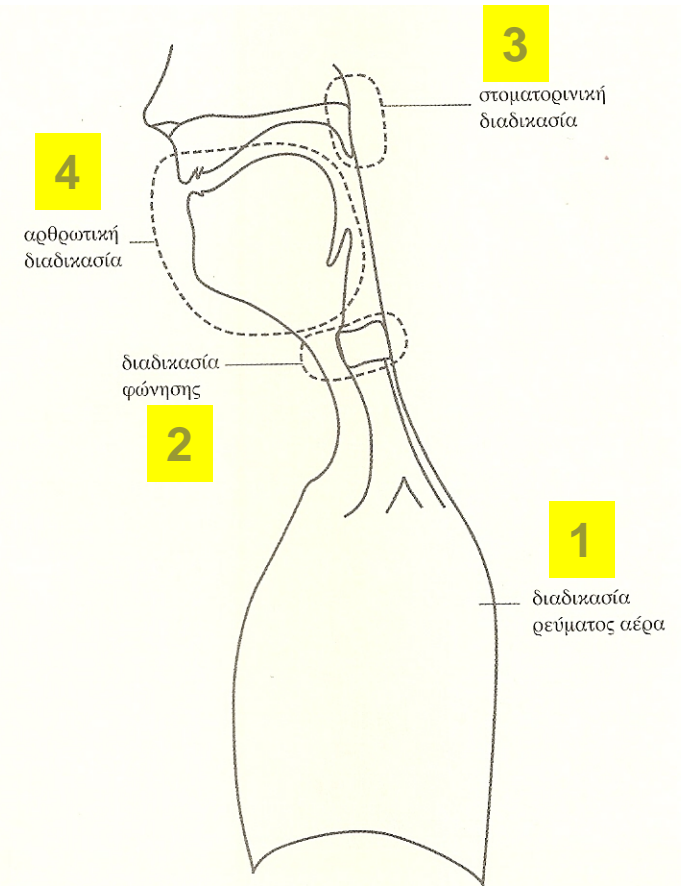
Μαλακή απόληξη **χαμηλά**:

- αέρας εισέρχεται και εξέρχεται από τη μύτη
- παραγωγή [m] και [n]

# Μηχανισμός Παραγωγής Ομιλίας

## Speech Production Mechanism

1. διαδικασία ρεύματος αέρα  
(airstream process)
2. διαδικασία φώνησης  
(phonation process)
3. στοματορινική διαδικασία  
(oro-nasal process)
4. αρθρωτική διαδικασία  
(articulatory process)



# [ Ηχητικά κύματα ]

- Ο τρόπος που ακούμε έναν ήχο εξαρτάται από την **ακουστική δομή** του (**acoustic structure**).

- Παράμετροι περιγραφής ήχων

<http://www.youtube.com/watch?v=-rFnzHXX1vk>

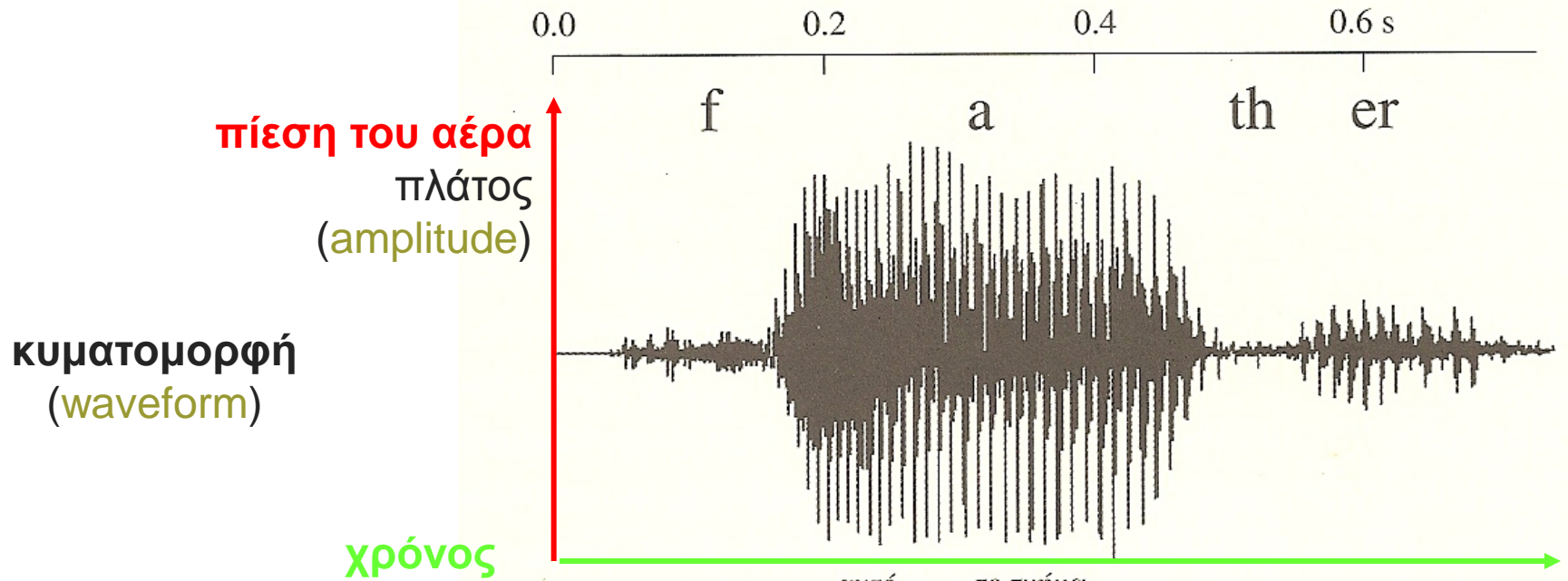
1. συχνότητα (**pitch/frequency**)
2. ακουστότητα (**loudness**)
3. ποιότητα (**quality**)

- Πώς παράγεται ο ήχος

κινήσεις αρθρωτών → αλλαγές στη ροή αέρα → μικρές διακυμάνσεις πίεσης του αέρα → **ηχητικό κύμα** (**sound wave**) → δονήσεις στο ακουστικό τύμπανο του ακροατή



# Διακυμάνσεις πίεσης του αέρα



κυματομορφή  
(*waveform*)

χρόνος

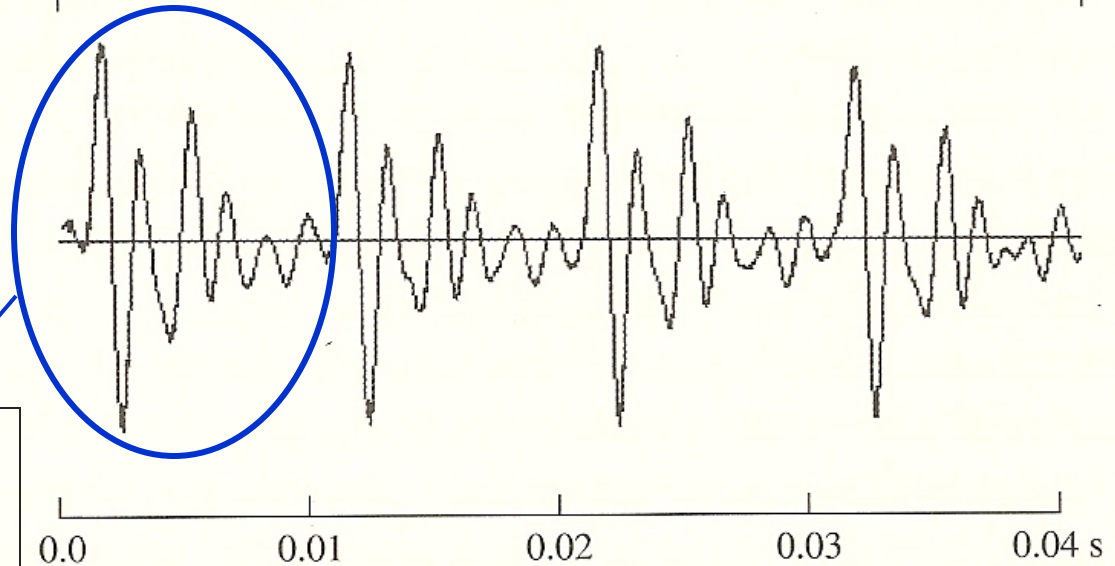
μεγεθυσμένο

αυτό  $[ ]$  το τμήμα

μεγεθυσμένο

- Διάρκεια λέξης: 0,6s
- Επανάληψη κορυφών πίεσης: 0,01s  
→ ένας παλμός κάθε 0,01s

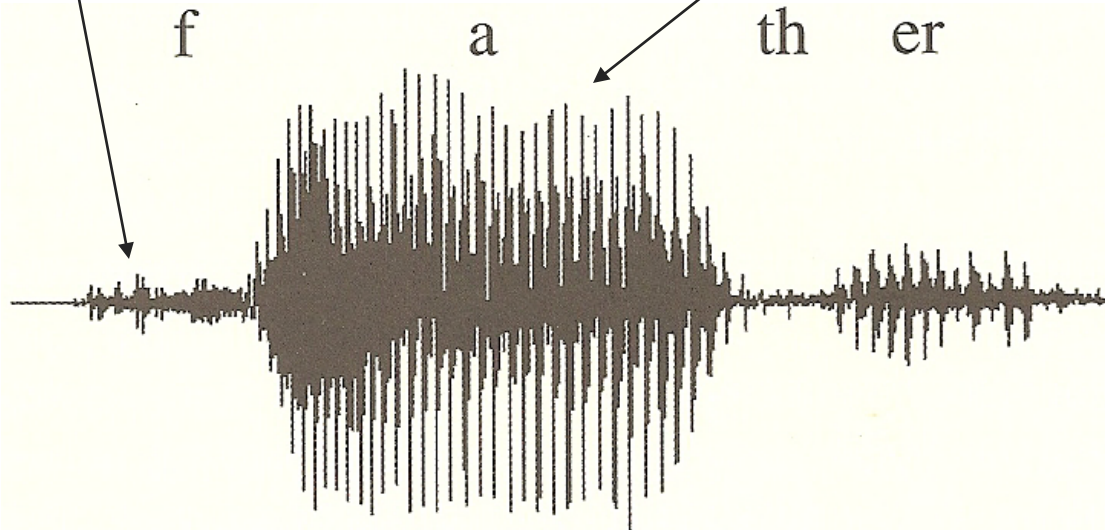
Διακυμάνσεις μέσα στο 0,01s  
→ σχήμα φωνητικής οδού  
(*ποιότητα φωνήεντος*)



# [ Ηχητικά κύματα ]

- μικρές, ακανόνιστες διακυμάνσεις
- οι φωνητικές χορδές δεν πάλλονται

- μεγάλοι, ισόχρονοι παλμοί πίεσης
- οι φωνητικές χορδές πάλλονται



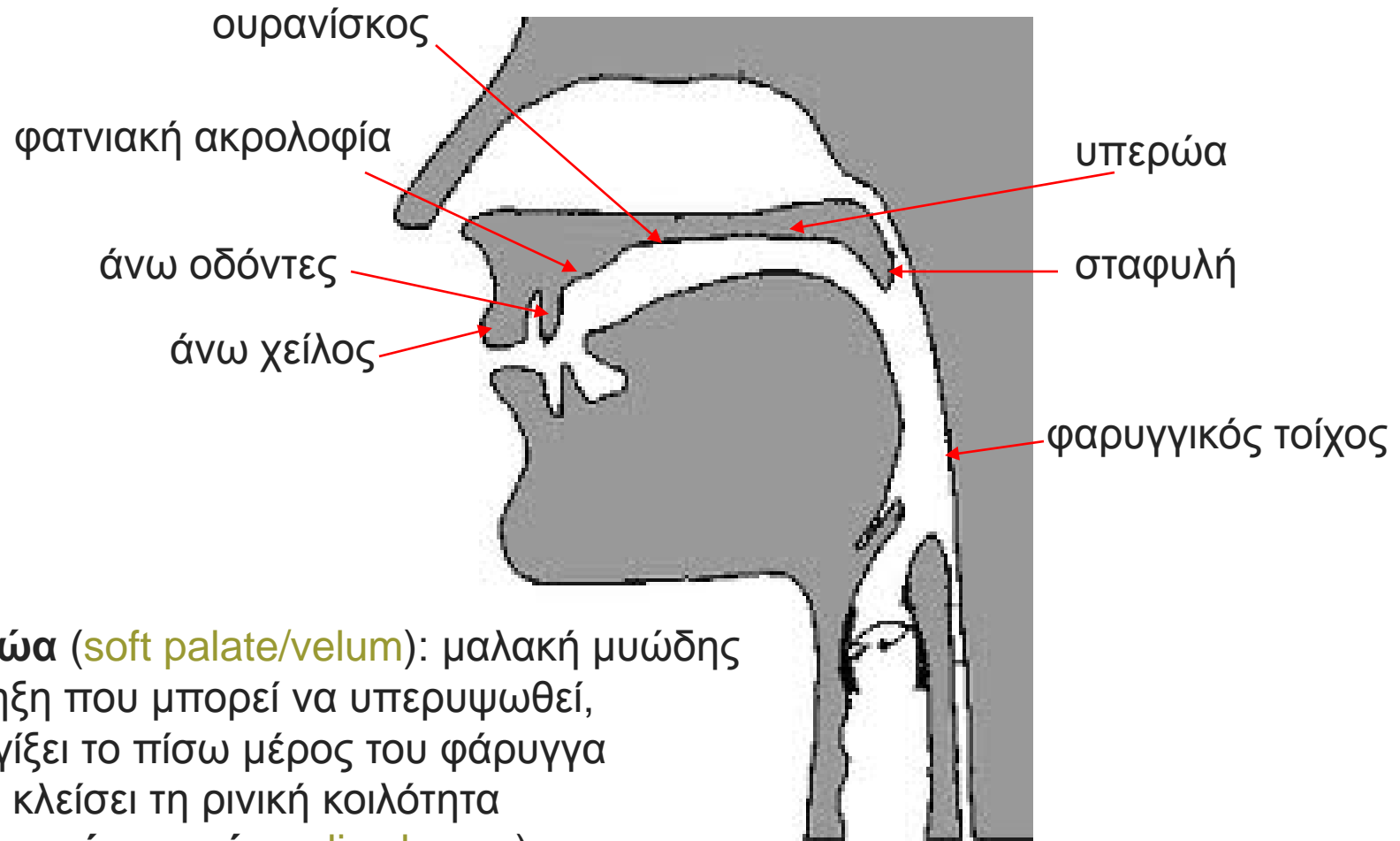
# [ Σημεία αρθρωτικών κινήσεων ]

- Αρθρωτές: μέρη της φωνητικής οδού που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή φθόγγων
- Οι κάτω αρθρωτές είναι πολύ ευκίνητοι και πλησιάζουν τους άνω αρθρωτές.

Άσκηση: περιγραφή της κίνησης της γλώσσας και των χειλιών κατά την παραγωγή της λέξης “κάποτε”

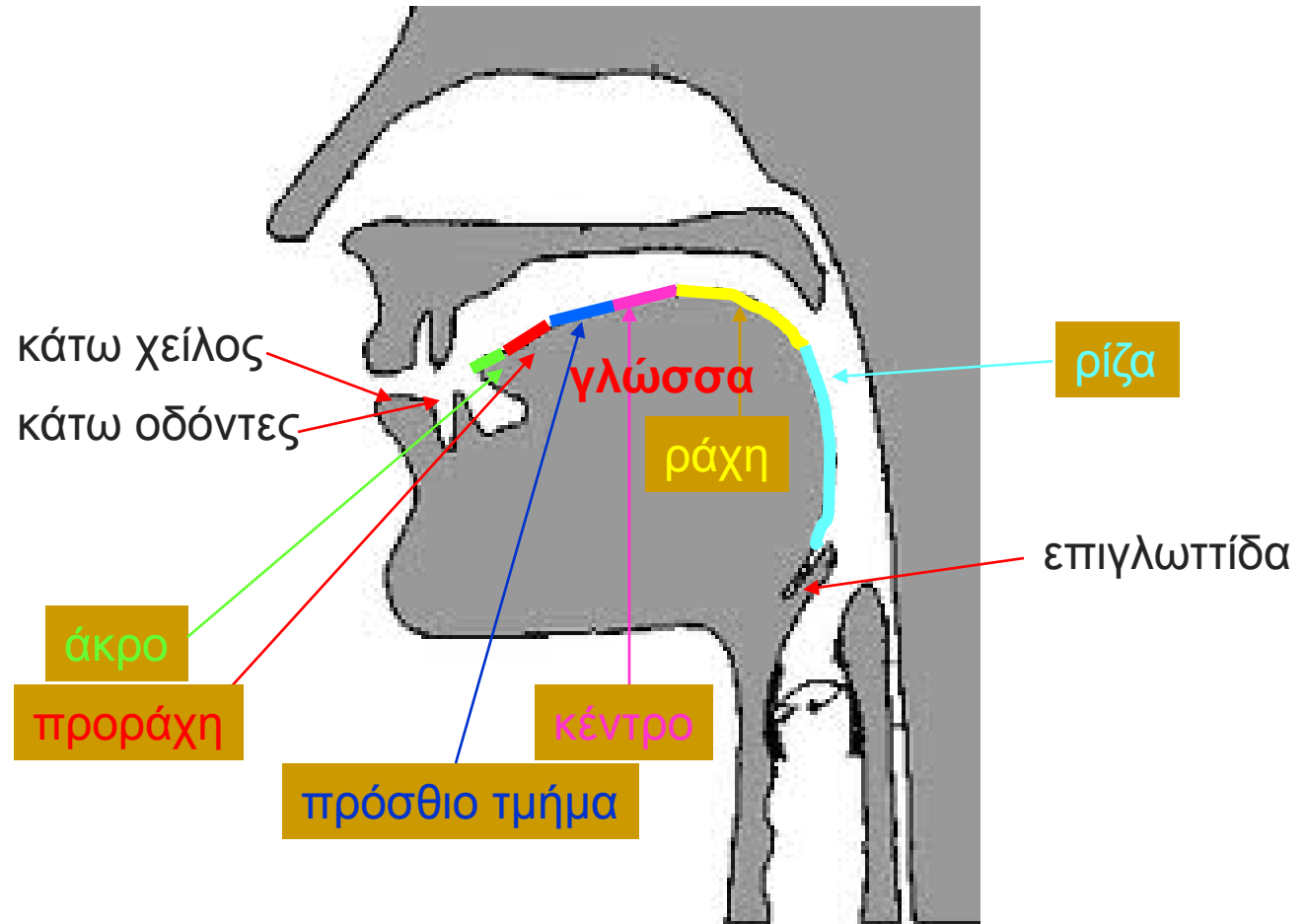


# [ Άνω αρθρωτές ]



**Υπερώα (soft palate/velum):** μαλακή μυώδης απόληξη που μπορεί να υπερυψωθεί, να αγγίξει το πίσω μέρος του φάρυγγα και να κλείσει τη ρινική κοιλότητα (**υπερωική φραγή –velic closure**).

# [ Κάτω αρθρωτές ]



# Άνω αρθρωτές

## Αντιστοιχία ελληνικών-αγγλικών όρων

- χείλος lip
- οδόντες teeth
- φατνία alveolar ridge
- ουρανίσκος hard palate
- υπερώα soft palate/velum
- σταφυλή uvula

# Κάτω αρθρωτές

## Αντιστοιχία ελληνικών-αγγλικών όρων

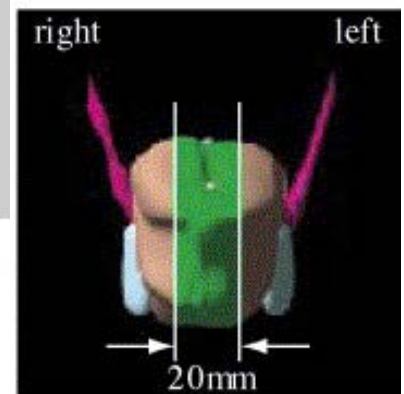
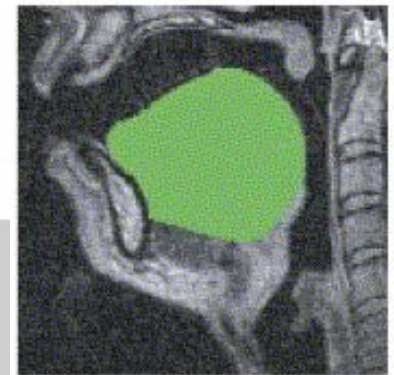
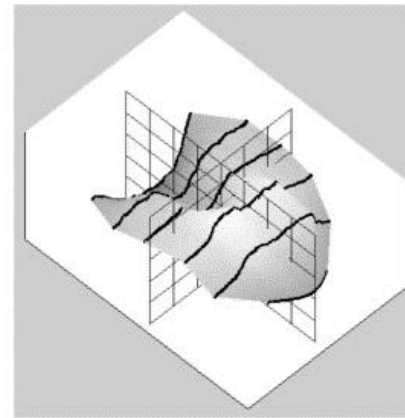
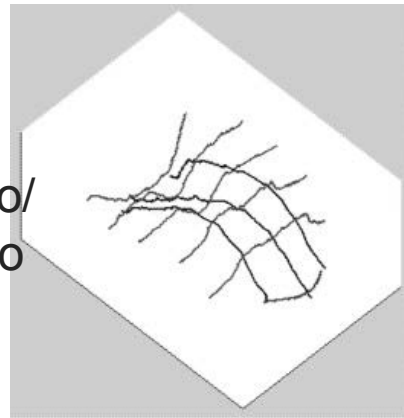
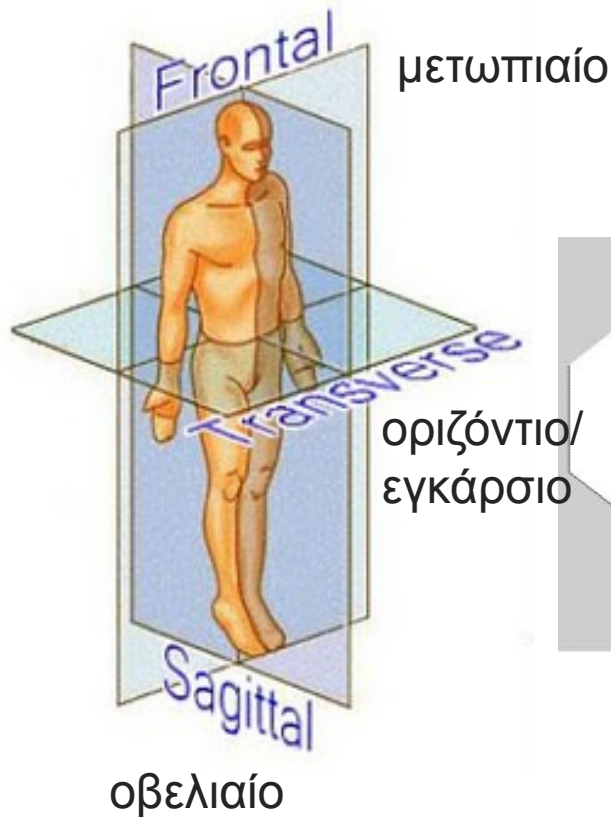
■ κάτω χείλος	bottom lip	
■ κάτω οδόντες	bottom teeth	
■ άκρο	tip	} γλώσσα tongue
■ προράχη	blade	
■ πρόσθιο τμήμα	front	
■ κέντρο	center	
■ ράχη	back/dorsum	
■ ρίζα	root	
■ επιγλωττίδα	epiglottis	

# Παραδείγματα

- “**ποικιλία**”
  1. τα χείλη ενώνονται
  2. το πίσω και κεντρικό μέρος γλώσσας ανυψώνεται (προς ουρανίσκο ή υπερώα;)
  3. η άκρη της γλώσσας στα φατνία
- “**τρούλος**” vs. “**τι**”
- “**sigh**” vs. “**shy**”
- **φ**άρος vs. **θ**άρρος

# Απεικόνιση της γλώσσας

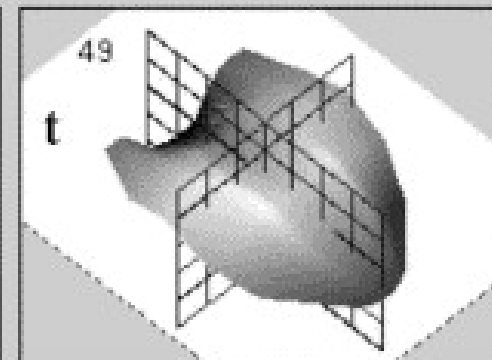
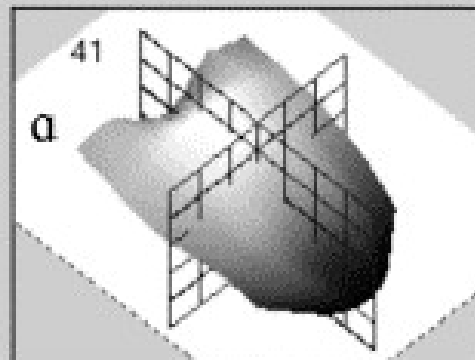
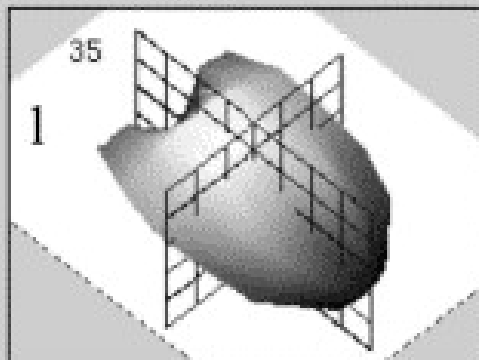
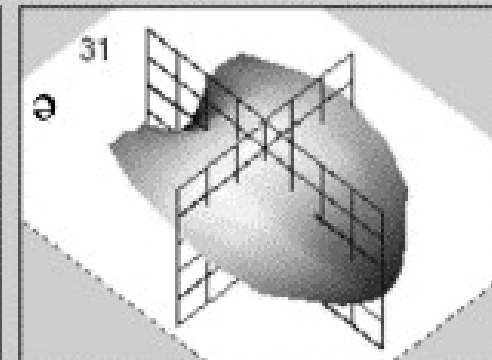
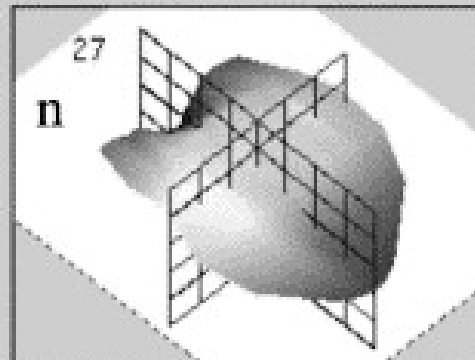
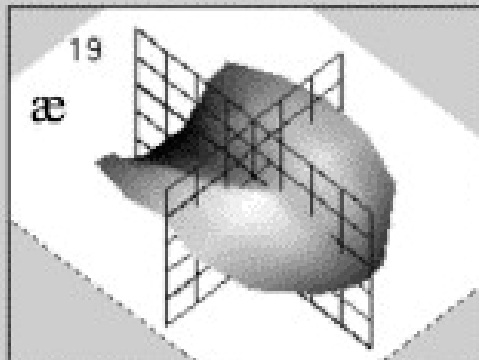
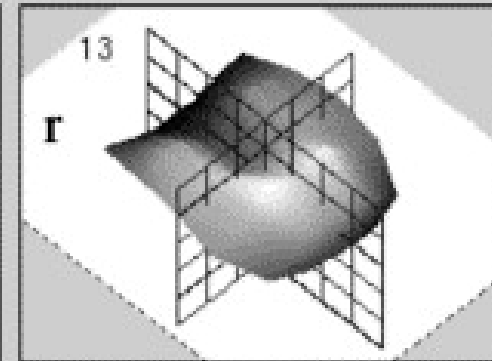
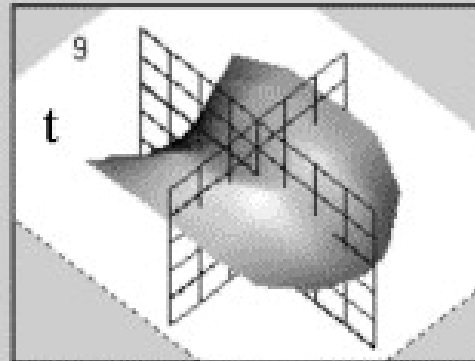
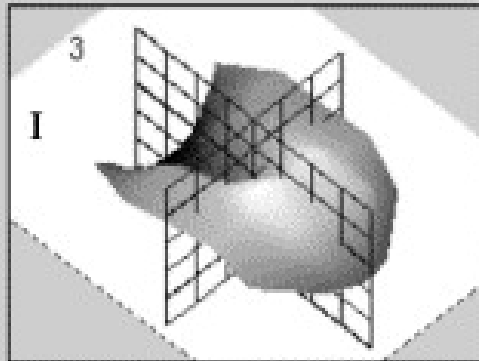
- 3D vs. mid-sagittal view (οβελιαία τομή)



Takano & Honda  
(2007)

# 3D απεικόνιση γλώσσας

*“It ran a lot”*



Young & Stone  
(2002)

Σύμφωνα

-

Φωνήεντα



- Για να αρθρωθούν τα σύμφωνα πρέπει το ρεύμα αέρα που περνά μέσα από τη φωνητική οδό να συναντήσει **εμπόδια**.

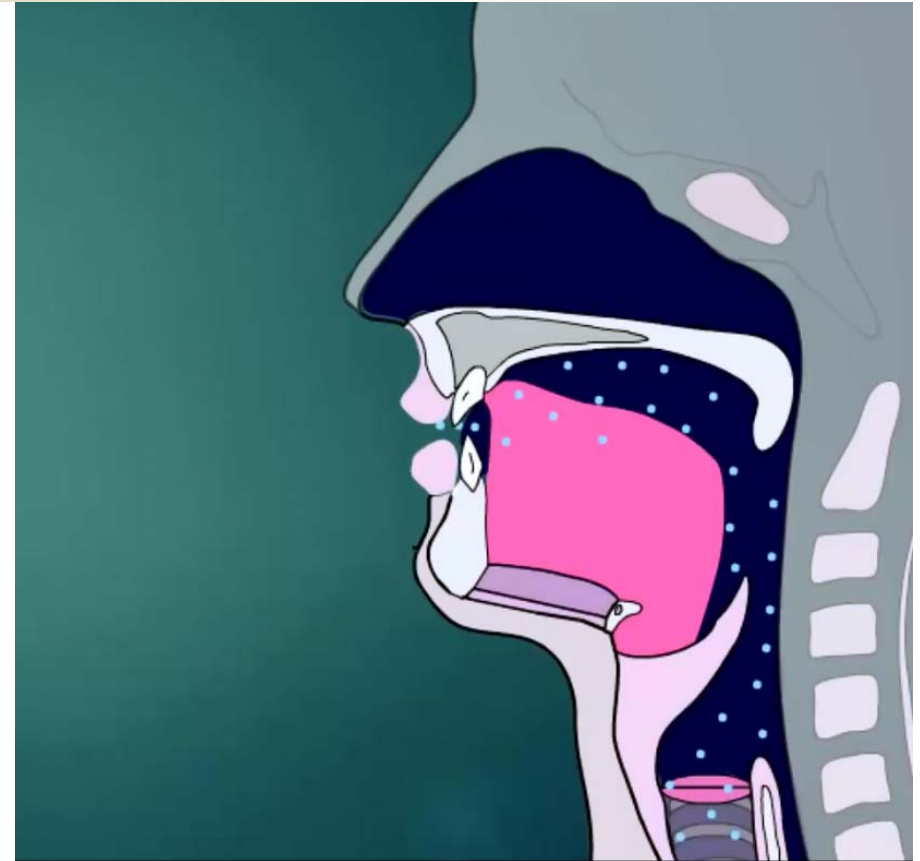


# [ Σύμφωνα ]

Ηχηρότητα

Τόπος άρθρωσης

Τρόπος άρθρωσης



- Ανάλογα με τον **τόπο** και τον **τρόπο** που εμποδίζεται το ρεύμα κάνουμε την ταξινόμηση των συμφώνων.

# Βασικά σημεία άρθρωσης συμφώνων

## Αρθρωτής

- χείλη
- άκρη/προράχη γλώσσας
- ράχη γλώσσας

## Άρθρωση

χειλική (labial)  
κορωνιδική (coronal)  
ραχιαία (dorsal)

Παράδειγμα: “τοπικός”

# Διεθνές Φωνητικό Αλφάβητο (ΔΦΑ)

## International Phonetic Alphabet (IPA)

### THE INTERNATIONAL PHONETIC ALPHABET (revised to 2015)

CONSONANTS (PULMONIC) © 2015 IPA

	Bilabial	Labiodental	Dental	Alveolar	Postalveolar	Retroflex	Palatal	Velar	Uvular	Pharyngeal	Glottal
Plosive	<b>p b</b>			<b>t d</b>		<b>ʈ ɖ</b>	<b>c ɟ</b>	<b>k ɡ</b>	<b>q ɢ</b>		<b>ʔ</b>
Nasal	<b>m</b>	<b>ɱ</b>		<b>n</b>		<b>ɳ</b>	<b>ɲ</b>	<b>ŋ</b>	<b>ɴ</b>		
Tell	<b>β</b>			<b>ɾ</b>					<b>ʀ</b>		
Tap or Flap		<b>ⱱ</b>		<b>ɽ</b>		<b>ɽ</b>					
Fricative	<b>ɸ β</b>	<b>f v</b>	<b>θ ð</b>	<b>s z</b>	<b>ʃ ʒ</b>	<b>ʂ ʐ</b>	<b>ç ʝ</b>	<b>x ɣ</b>	<b>χ ʁ</b>	<b>ħ ʕ</b>	<b>h ɦ</b>
Lateral fricative				<b>ɬ ɮ</b>							
Approximant		<b>ʋ</b>		<b>ɹ</b>		<b>ɻ</b>	<b>j</b>	<b>ɰ</b>			
Lateral approximant				<b>l</b>		<b>ɭ</b>	<b>ʎ</b>	<b>ʟ</b>			

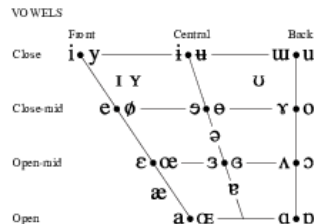
Symbols to the right in a cell are voiced, to the left are voiceless. Shaded areas denote articulations judged impossible.

CONSONANTS (NON-PULMONIC)

	Clicks	Voiced implosives	Ejectives
◌ Bilabial	<b>ɸ</b>	<b>ɓ</b>	<b>ʼ</b> Example: <b>ɓ</b>
◌ Dental	<b>ɗ</b>	<b>ɗ</b>	<b>ɓ'</b> Bilabial
◌ (Postalveolar)	<b>ɗ̠</b>	<b>ɗ̠</b>	<b>ɗ'</b> Dental/alveolar
◌ Palatoalveolar	<b>ɟ</b>	<b>ɟ</b>	<b>ɟ'</b> Palatal
◌ Velar	<b>ɠ</b>	<b>ɠ</b>	<b>ɠ'</b> Velar
◌ Alveolar lateral	<b>ɠ</b>	<b>ɠ</b>	<b>ɠ'</b> Alveolar fricative

OTHER SYMBOLS

<b>ʌ</b> Voiceless labial-velar fricative	<b>ɕ ʑ</b> Alveolo-palatal fricatives
<b>ʋ</b> Voiced labial-velar approximant	<b>ɭ</b> Voiced alveolar lateral flap
<b>ɥ</b> Voiced labial-palatal approximant	<b>ɥ</b> Simultaneous <b>ɥ</b> and <b>x</b>
<b>ɦ</b> Voiceless epiglottal fricative	Affricates and double articulations can be represented by two symbols joined by a tie bar if necessary.
<b>ʕ</b> Voiced epiglottal fricative	
<b>ʡ</b> Epiglottal plosive	



SUPRASEGMENTALS

<b>ˈ</b> Primary stress	<b>fouˈnɛtʃən</b>
<b>ˌ</b> Secondary stress	
<b>ː</b> Long	<b>eː</b>
<b>ˑ</b> Half-long	<b>eˑ</b>
<b>˘</b> Extra-short	<b>ɛ̘</b>
<b>˙</b> Minor (foot) group	
<b>ˑ</b> Major (intonation) group	
<b>ˑ</b> Syllable break	<b>ji.ækt</b>
<b>ˑ</b> Linking (absence of a break)	

TONES AND WORD ACCENTS

LEVEL	CONTOUR
<b>˥</b> or <b>˧</b> Extra high	<b>˥˥</b> or <b>˧˧</b> Rising
<b>˥</b> High	<b>˥˨</b> Falling
<b>˥</b> Mid	<b>˥˨˥</b> High rising
<b>˥</b> Low	<b>˥˨˨</b> Low rising
<b>˥</b> Extra low	<b>˥˨˨˥</b> Rising-falling
<b>˩</b> Downstep	<b>˩˩</b> Global rise
<b>˩</b> Upstep	<b>˩˩</b> Global fall

DIACRITICS Some diacritics may be placed above a symbol with a descender, e.g. **ɿ̥**

◌ Voiceless	<b>ɿ̥</b>	◌ Broadly voiced	<b>ɿ̬</b>	◌ Dental	<b>ɿ̪</b>
◌ Voiced	<b>ɿ̬</b>	◌ Creaky voiced	<b>ɿ̬̰</b>	◌ Apical	<b>ɿ̪̺</b>
<b>h</b> Aspirated	<b>tʰ</b>	◌ Linguolabial	<b>ɿ̪̺</b>	◌ Lateral	<b>ɿ̪̺̺</b>
◌ More rounded	<b>ɿ̜</b>	◌ Labialized	<b>tʷ</b>	◌ Nasalized	<b>ɿ̜̃</b>
◌ Less rounded	<b>ɿ̝</b>	◌ Palatalized	<b>tʲ</b>	◌ Nasal release	<b>ɿ̜̃̚</b>
◌ Advanced	<b>ɿ̟</b>	◌ Velarized	<b>tˠ</b>	◌ Lateral release	<b>ɿ̜̃̚̚</b>
◌ Retracted	<b>ɿ̠</b>	◌ Pharyngealized	<b>tˤ</b>	◌ No audible release	<b>ɿ̜̃̚̚̚</b>
◌ Centralized	<b>ɿ̞</b>	◌ Velarized or pharyngealized	<b>t˞</b>		
◌ Mid-centralized	<b>ɿ̞̞</b>	◌ Rhotic	<b>ɿ̞̞̺</b>	◌ Voiced alveolar fricative	
◌ Syllabic	<b>ɿ̥̩</b>	◌ Lowered	<b>ɿ̞̞̺̞</b>	◌ Voiced bilabial approximant	
◌ Non-syllabic	<b>ɿ̥̩̩̩</b>	◌ Advanced Tongue Root	<b>ɿ̞̞̺̞̞</b>		
◌ Rhoticity	<b>ɿ̥̩̩̩̩</b>	◌ Retracted Tongue Root	<b>ɿ̞̞̺̞̞̞</b>		

<https://www.internationalphoneticassociation.org/>

## Πίνακας ΔΦΑ

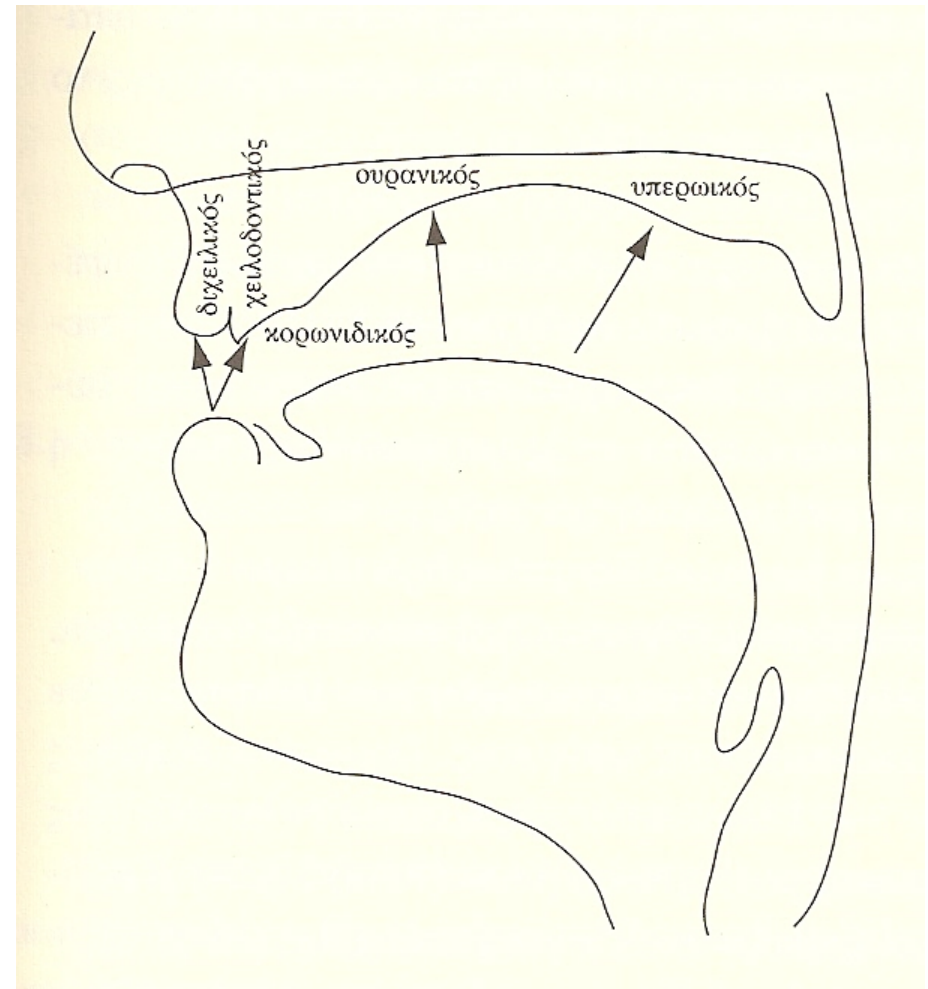
[https://www.internationalphoneticassociation.org/IPAcharts/inter\\_chart\\_2018/IPA\\_2018.html](https://www.internationalphoneticassociation.org/IPAcharts/inter_chart_2018/IPA_2018.html)

Typeset: Double SS, Helvetica, Double SS, IPA Kiel, IPA LS Uni (symbols)



# Σημεία άρθρωσης συμφώνων

- **διχειλικό** (bilabial)  
τα χείλη εφάπτονται μεταξύ τους
  - **πείρα, μπύρα, μοίρα**
- **χειλοδοντικό** (labiodental)  
το κάτω χείλος στα πάνω μπροστινά δόντια
  - **φάτα, βάτα**



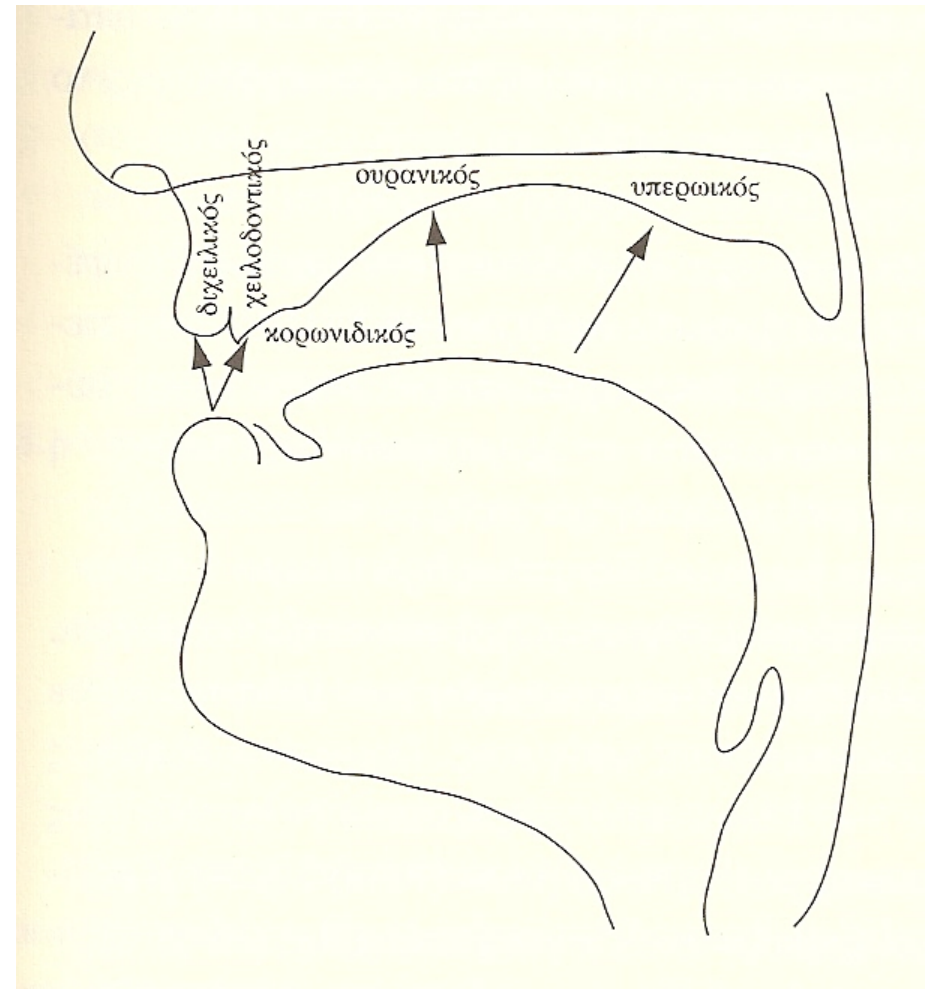
# Σημεία άρθρωσης συμφώνων

- **διχειλικό** (bilabial)  
τα χείλη εφάπτονται μεταξύ τους
  - **πείρα, μπύρα, μοίρα**
- **χειλοδοντικό** (labiodental)  
το κάτω χείλος στα πάνω μπροστινά δόντια
  - **φάτα, βάτα**

## ΚΟΡΩΝΙΔΙΚΗ ΑΡΘΡΩΣΗ

- **οδοντικό** (dental)  
η άκρη/προράχη της γλώσσας πίσω από τα πάνω μπροστινά δόντια
  - **θύτης, δύτης**

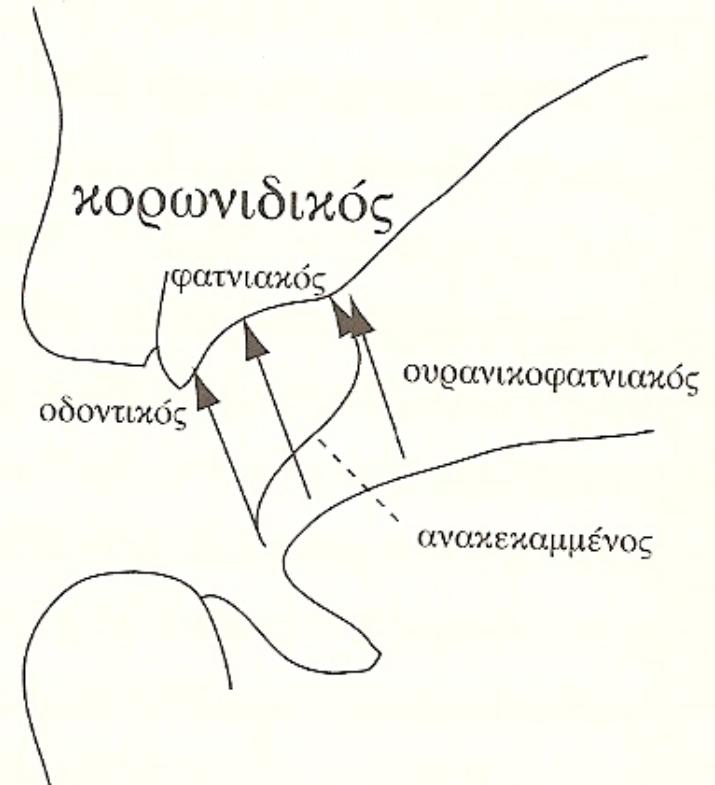
**μεσοδοντικό** (interdental)  
η γλώσσα ανάμεσα στα δόντια



# Σημεία άρθρωσης συμφώνων -Κορωνιδική άρθρωση

## ΚΟΡΩΝΙΔΙΚΗ ΑΡΘΡΩΣΗ (συνέχεια)

- **Φατνιακός** (alveolar)  
 άκρη/προράχη γλώσσας στα φατνία  
*τάμα, **ν**τάμα, **ν**άμα*  
*σώνει, **ζ**ώνη*  
*λάμα*
- **Ουρανικοφατνιακός** (palato-alveolar)  
 ή **Μεταφατνιακός** (post-alveolar)  
 προράχη της γλώσσας πίσω από τα φατνία  
*shy, **sh**e, **sh**ow*

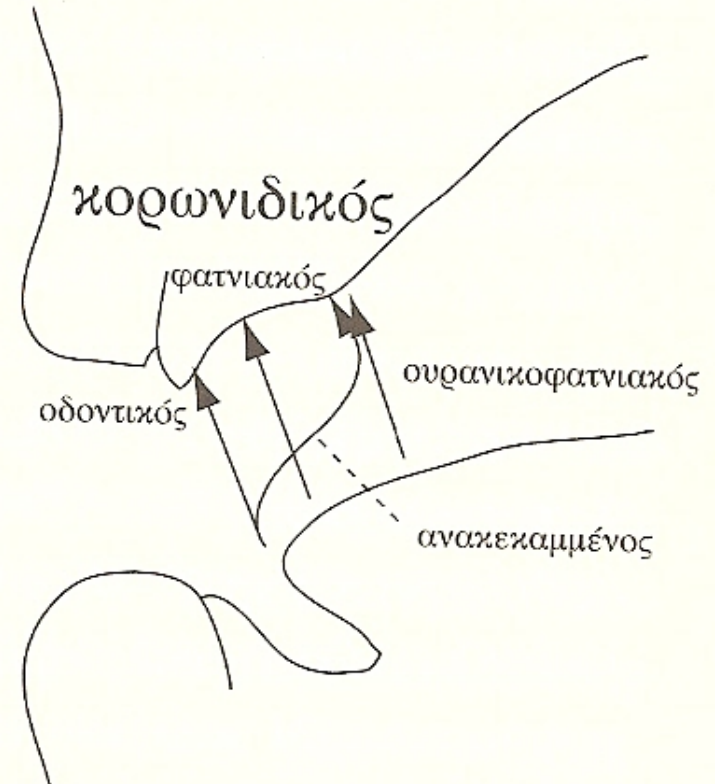




# Σημεία άρθρωσης συμφώνων -Κορωνιδική άρθρωση

## ΚΟΡΩΝΙΔΙΚΗ ΑΡΘΡΩΣΗ (συνέχεια)

- **Φατνιακός** (alveolar)  
 άκρη/προράχη γλώσσας στα φατνία  
*τάμα, ντάμα, νάμα*  
*σώνει, ζώνη*  
*λάμα*
- **Ουρανικοφατνιακός** (palato-alveolar)  
 ή **Μεταφατνιακός** (post-alveolar)  
 προράχη της γλώσσας πίσω από τα φατνία  
*shy, she, show*
- **Ανακεκαμμένος** (retroflex)  
 κάτω πλευρά της άκρης της γλώσσας  
 πίσω από τα φατνία  
*rye, row, ray*



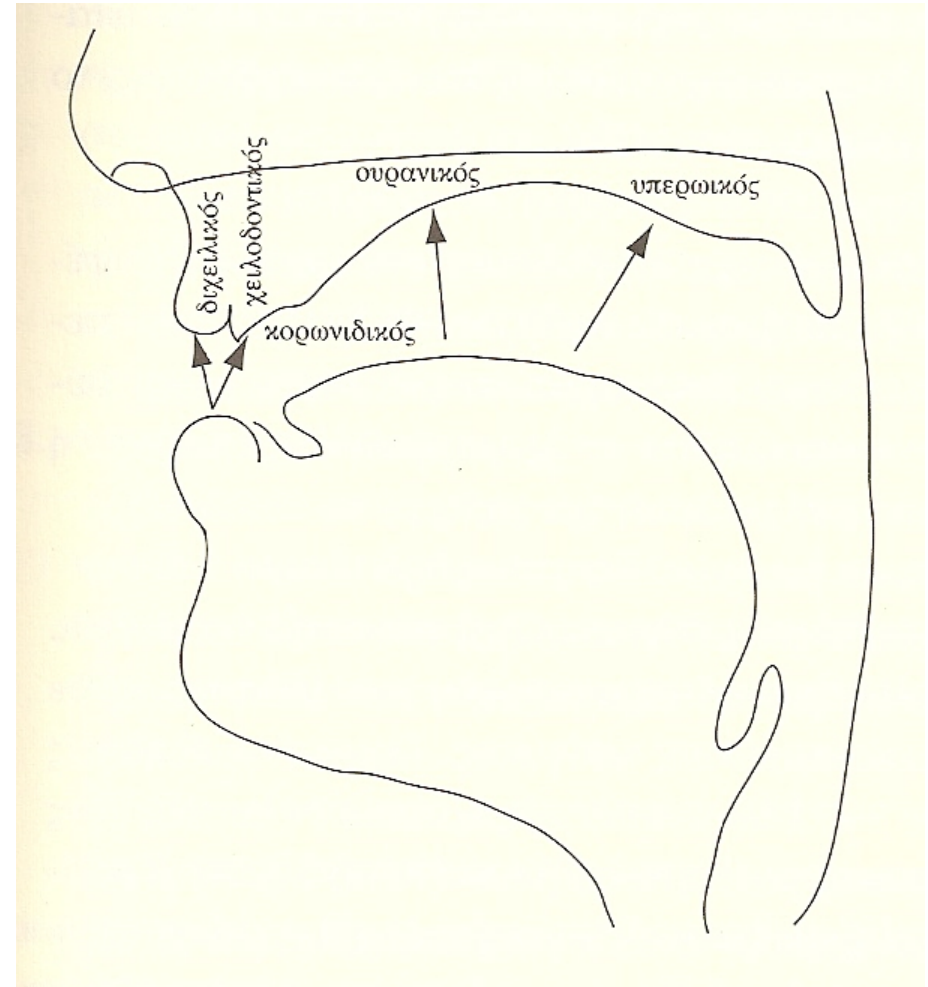
Άσκηση: Παραγωγή λέξης, κράτημα θέσης γλώσσας και εισπνοή αέρα



# Σημεία άρθρωσης συμφώνων

## ΚΟΡΩΝΙΔΙΚΗ Ή ΡΑΧΙΑΙΑ

- **ουρανικός** (palatal)  
πρόσθιο μέρος της  
γλώσσας στον ουρανίσκο  
*εκεί, γκι,*  
*νιος,*  
*χιόνι, γιοι*



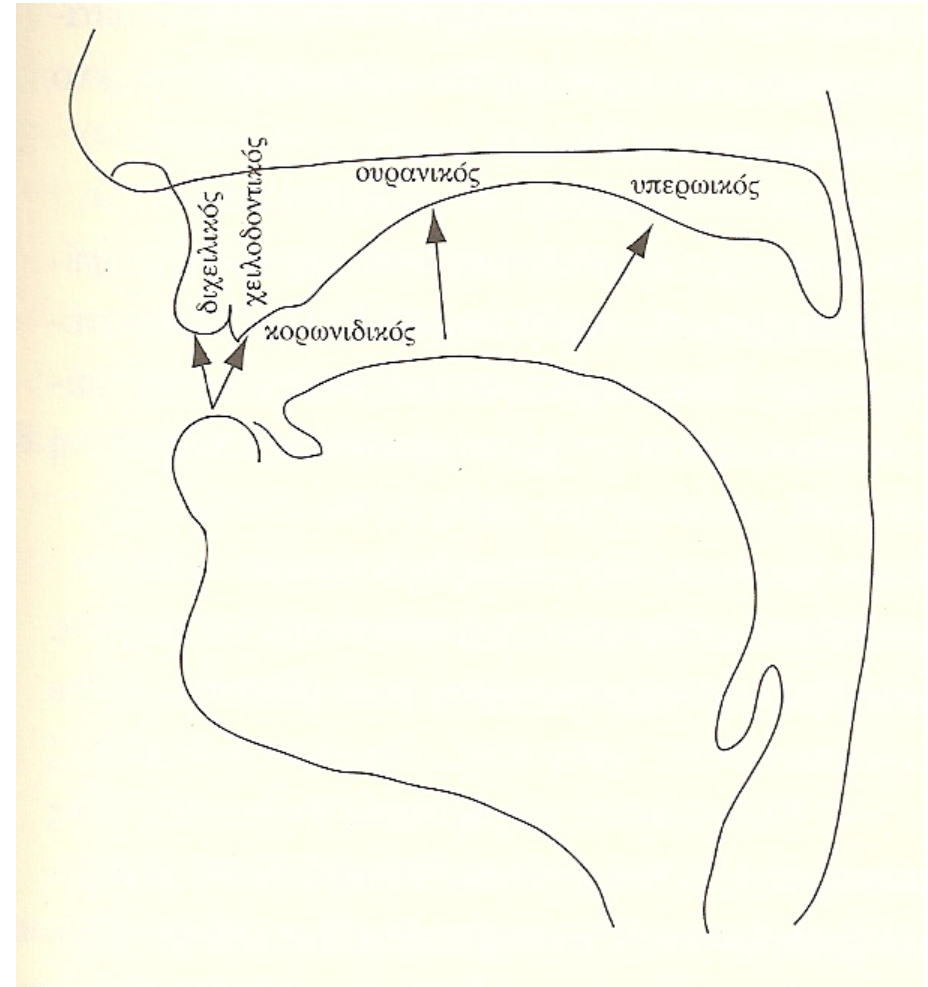
# Σημεία άρθρωσης συμφώνων

## ΚΟΡΩΝΙΔΙΚΗ Ή ΡΑΧΙΑΙΑ

- **ουρανικός** (palatal)  
πρόσθιο μέρος της  
γλώσσας στον ουρανίσκο  
*εκεί, γκι,*  
*νιος,*  
*χιόνι, γιος*

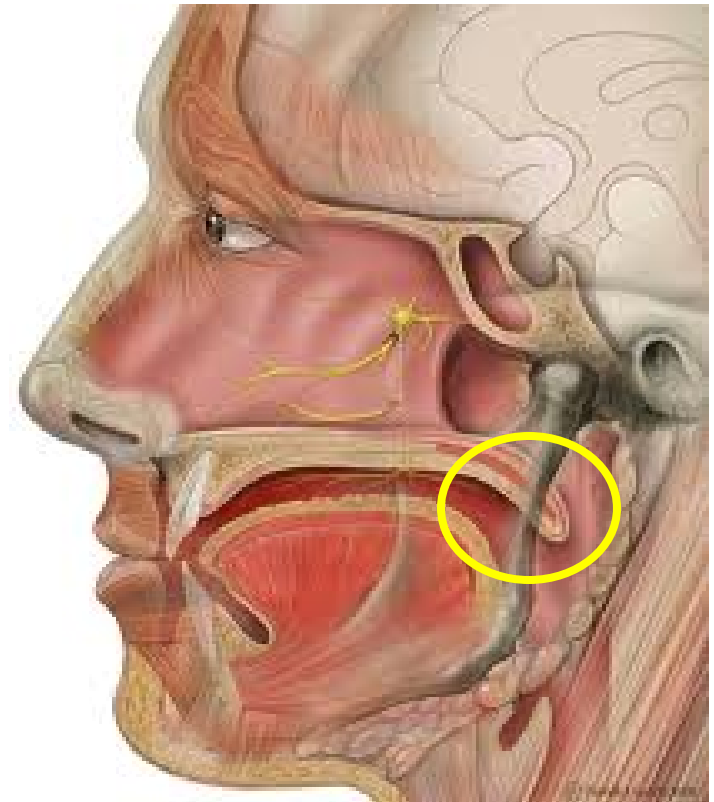
## ΡΑΧΙΑΙΑ ΑΡΘΡΩΣΗ

- **υπερωικός** (velar)  
ράχη της γλώσσας στην  
υπερώα  
*καλά, γκαλά*  
*άγχος*  
*χάλα, γάλα*



# [ Στοματορινική διαδικασία ]

- Για τους περισσότερους φθόγγους η υπερώα βρίσκεται ψηλά και κλείνει την είσοδο προς τη ρινική κοιλότητα (**στοματικοί φθόγγοι**).
- Κατά την παραγωγή **ρινικών φθόγγων**:
  - Υπάρχει εμπόδιο για την έξοδο του αέρα από το στόμα.
  - Η υπερώα χαμηλώνει και ο αέρας βρίσκει διέξοδο από τη ρινική κοιλότητα.



Παράδειγμα: **άγχος** →  
υπερωικό →

**άνω** →  
φατνιακό →

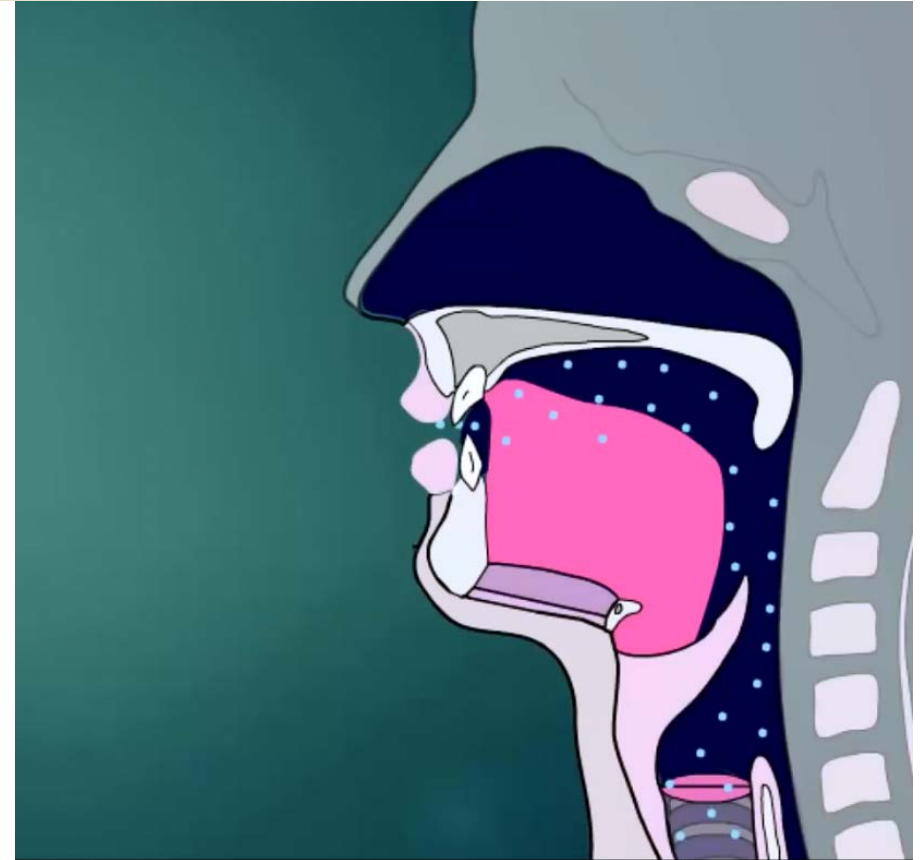
**άμμος**  
διχειλικό

# [ Σύμφωνα ]

Ηχηρότητα

Τόπος άρθρωσης

Τρόπος άρθρωσης



# [ Τρόποι άρθρωσης ]

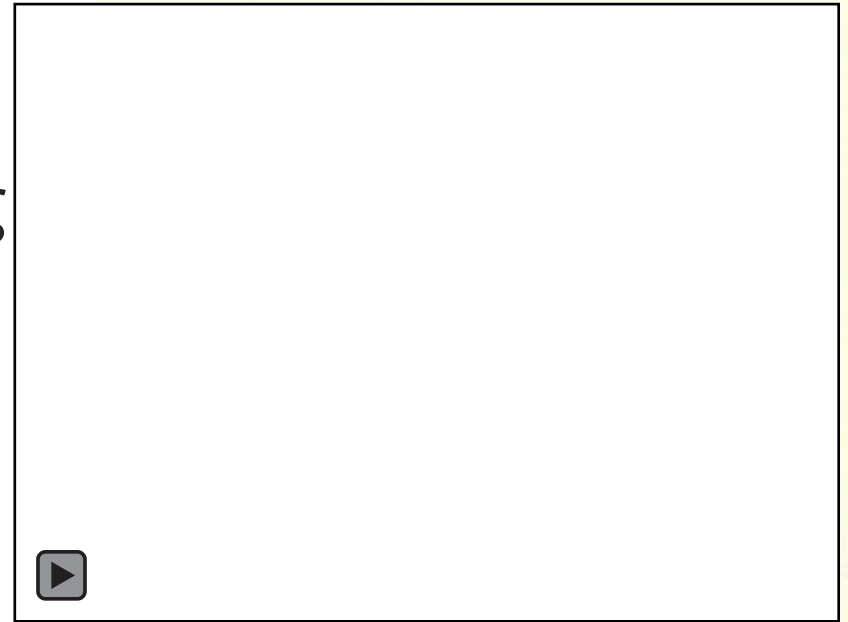
- Σφράγισμα της στοματικής κοιλότητας
  - για λίγο χρόνο
  - για περισσότερο χρόνο
- Πολύ στενό πέρασμα
- Αλλαγή σχήματος στοματικής κοιλότητας

# Τρόποι άρθρωσης: Κλειστό (**stop**)

- Απόλυτη επαφή των αρθρωτών ώστε το ρεύμα του αέρα να μην μπορεί να διαφύγει από το στόμα.
- Τύποι κλειστών:
  - Στοματικό κλειστό (**oral stop**)
  - Ρινικό κλειστό (**nasal stop**)

# [ Στοματικό Κλειστό (**oral stop**) ]

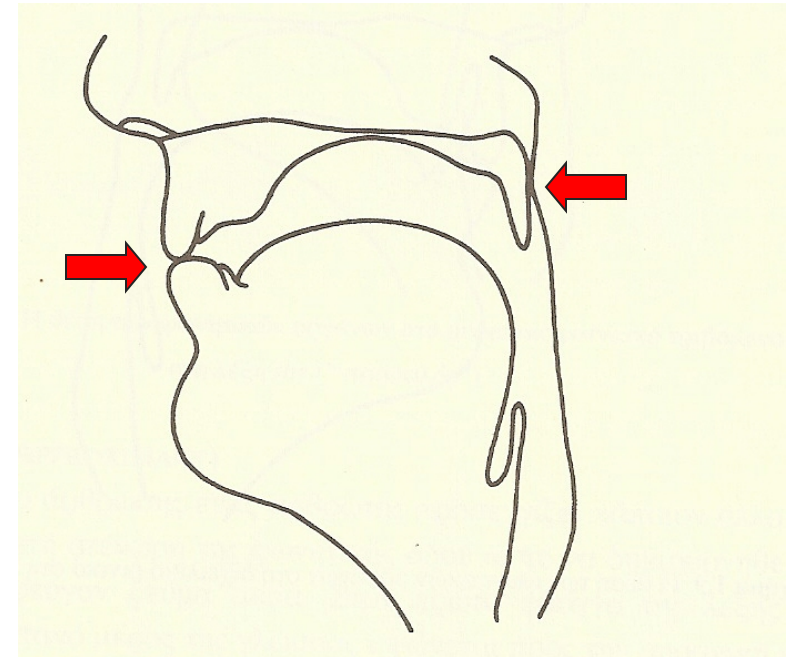
- φραγή στοματικής κοιλότητας
- φραγή ρινικής κοιλότητας (υπερυψωμένη υπερώα)
- αύξηση πίεσης στη στοματική κοιλότητα
- απελευθέρωση αέρα → κρότος (**burst**)



<https://www.youtube.com/watch?v=LsAjJwC4JTQ>

# [ Στοματικό Κλειστό (oral stop) ]

- φραγή στοματικής κοιλότητας
- φραγή ρινικής κοιλότητας (υπερυψωμένη υπερώα)
- αύξηση πίεσης στη στοματική κοιλότητα
- απελευθέρωση αέρα → κρότος (**burst**)



Παράδειγμα: **pie**, **buy** →  
 διχειλικό →

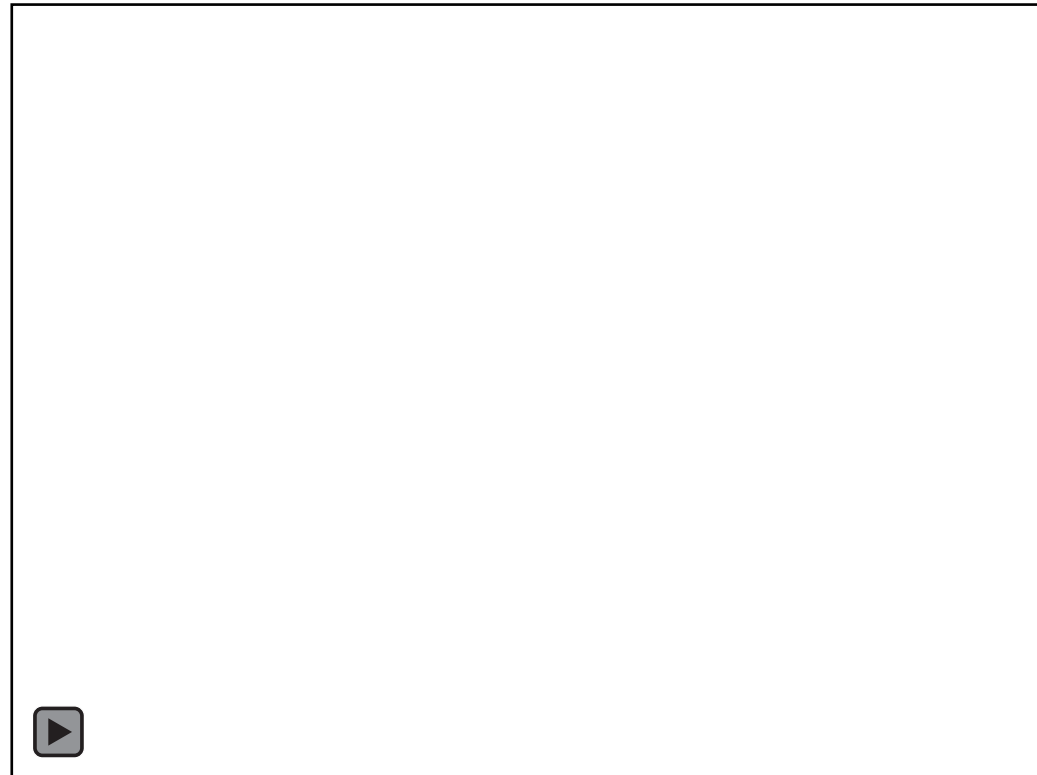
**tie** →  
 φατνιακό →

**guy**  
 υπερωικό



# [ Ρινικό Κλειστό (*nasal stop*) ]

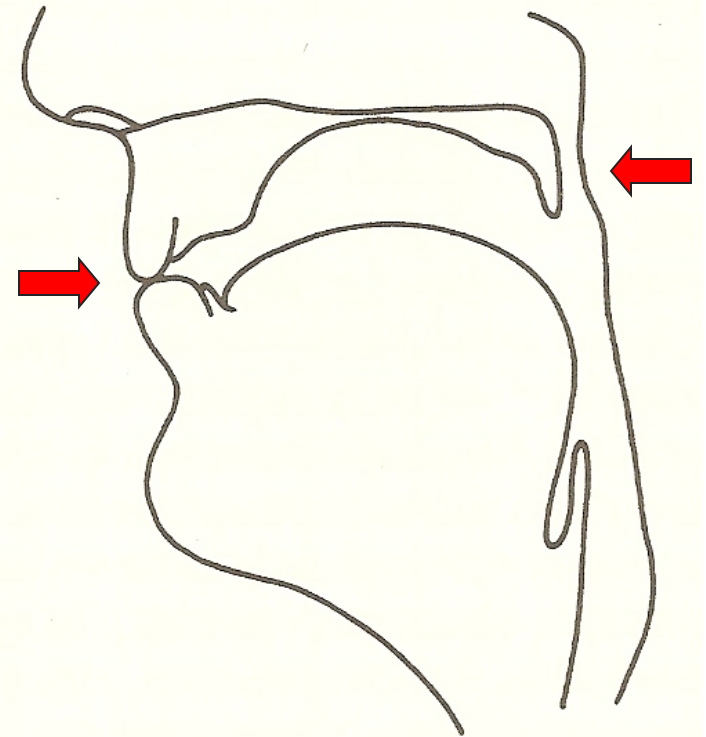
- φραγή στοματικής κοιλότητας
- χαμηλωμένη υπερώα → δίοδος αέρα από ρινική κοιλότητα



<https://www.youtube.com/watch?v=zXsgd8UpKw>

# [ Ρινικό Κλειστό (*nasal stop*) ]

- φραγή στοματικής κοιλότητας
- χαμηλωμένη υπερώα → διόδος αέρα από ρινική κοιλότητα
- Συνήθως:
  - κλειστό = στοματικό κλειστό
  - ρινικό = ρινικό κλειστό



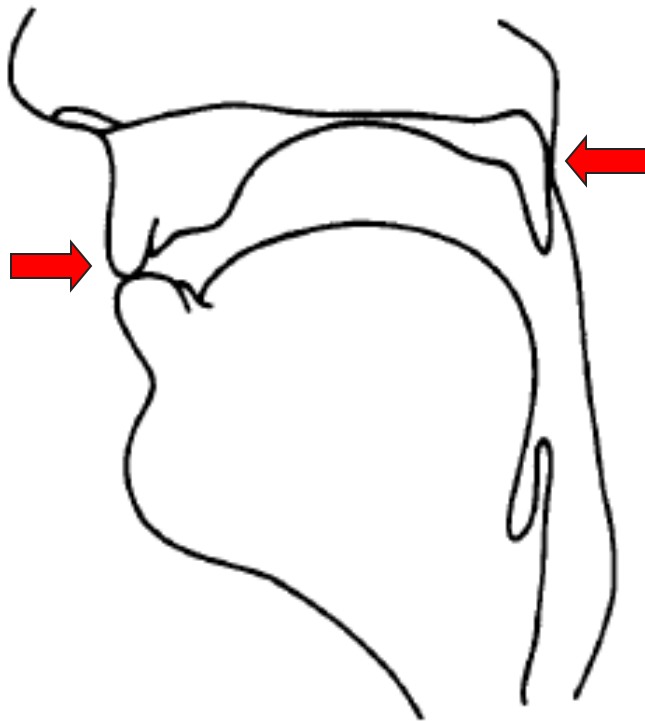
Παράδειγμα: **my** →  
διχειλικό →

**nigh** →  
φατνιακό →

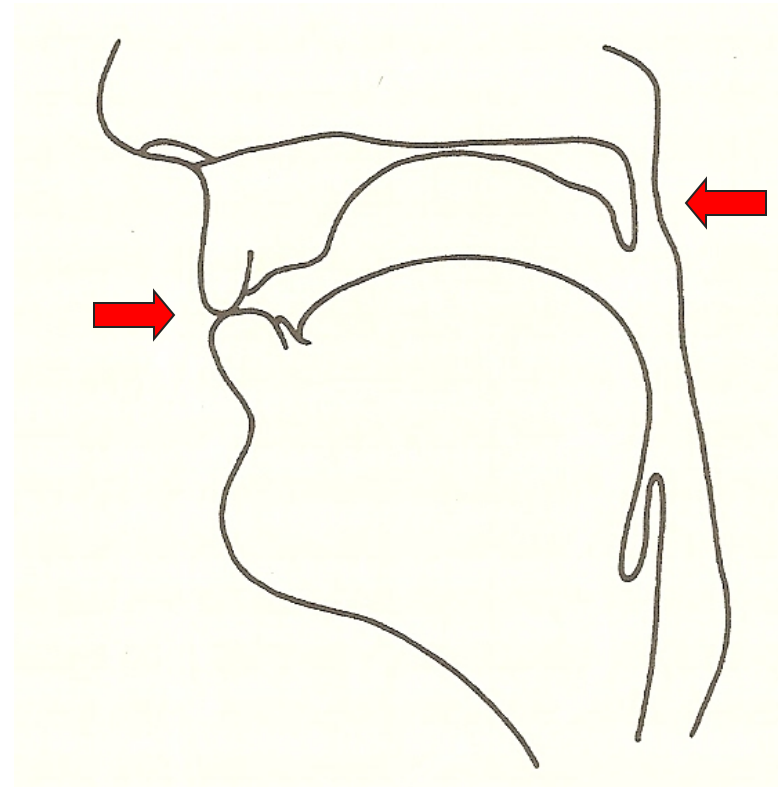
**hang**  
υπερωικό

# [ Στοματικό vs. Ρινικό Κλειστό ]

Στοματικό (Oral)

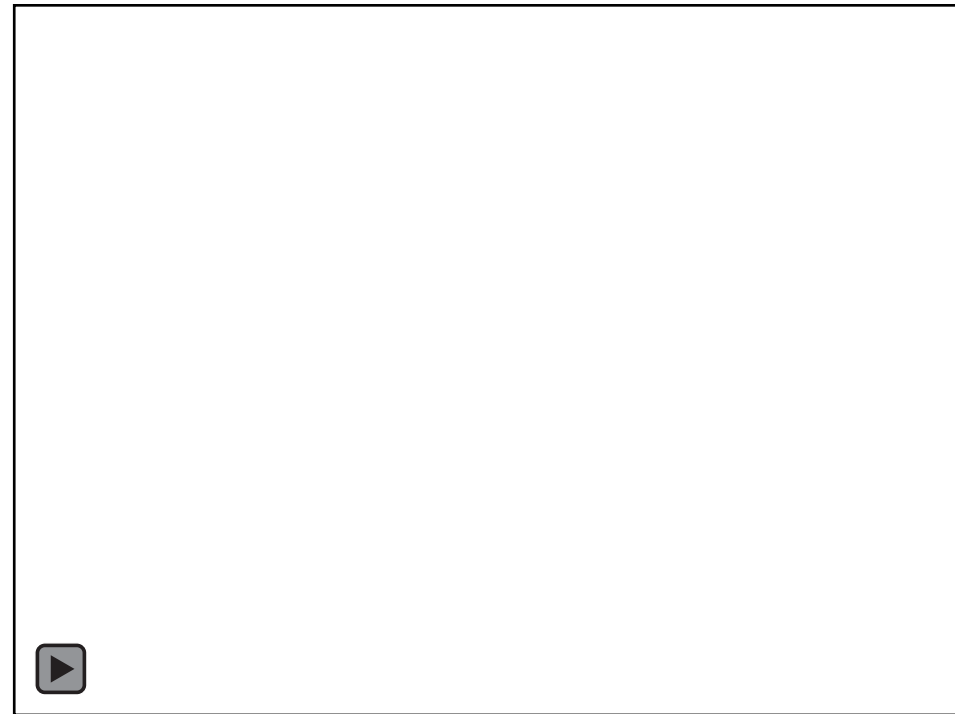


Ρινικό (Nasal)



# [ Τριβόμενο (*fricative*) ]

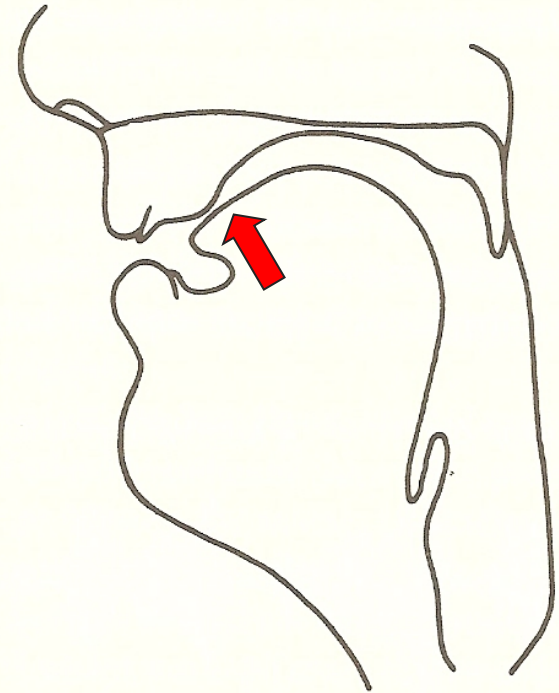
- αλληλοπροσέγγιση δύο αρθρωτών
- Το διαφεύγον ρεύμα αέρα εμποδίζεται αρκετά ώστε να δημιουργηθεί τυρβώδης ροή (θόρυβος).



<https://www.youtube.com/watch?v=E36bWS7Egag>

# [ Τριβόμενο (**fricative**) ]

- αλληλοπροσέγγιση δύο αρθρωτών
- Το διαφεύγον ρεύμα αέρα εμποδίζεται αρκετά ώστε να δημιουργηθεί τυρβώδης ροή (θόρυβος).

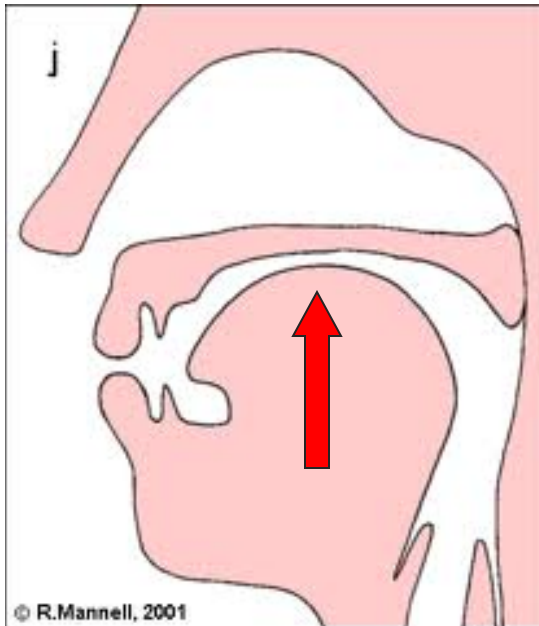


συριστικά (sibilants)

Παράδειγμα: **f**ie, **v**ie → **th**igh, **th**y → **s**igh, **z**oo → **sh**y  
 διχειλικό → χειλοδοντικό → φατνιακό → ουρανοφατνιακό

# [ Προσεγγιστικό (approximant) ]

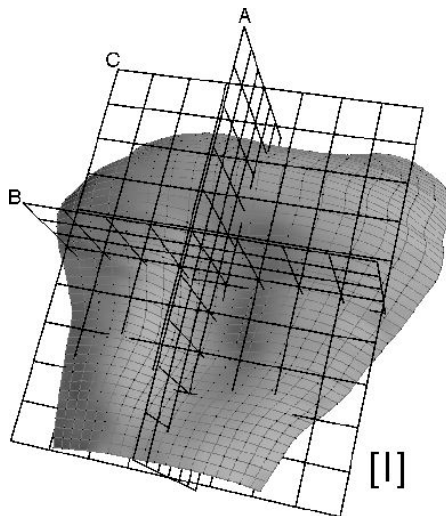
- προσέγγιση δύο αρθρωτών
- Η στένωση δεν είναι αρκετή ώστε να δημιουργηθεί τυρβώδης ροή.



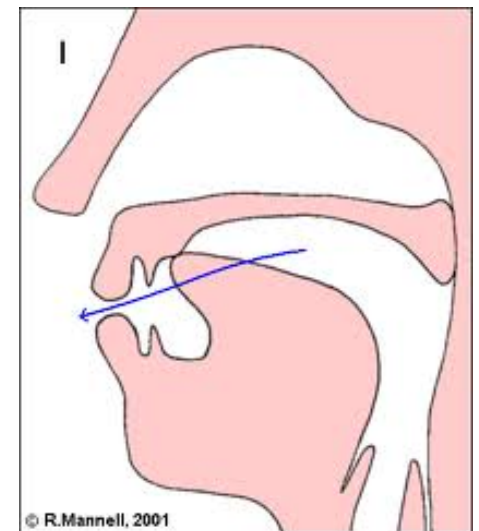
Παράδειγμα: yacht  
ουρανικό

# [ Πλευρικό (*lateral*) ]

- εμπόδιο στη ροή του αέρα σε κάποιο σημείο στο κέντρο της στοματικής κοιλότητας
- προσέγγιση των δύο πλευρών της γλώσσας στην οροφή της στοματικής κοιλότητας
- διαφυγή του αέρα από το πλάι



Παράδειγμα: hi||  
φατνιακό



# Άλλες αρθρωτικές κινήσεις παραγωγής συμφώνων

- tongue-tip **trill** (roll) –πολυπαλλόμενο-  
*rye, raw* (Scottish English)
- **tap** (flap) –μονοπαλλόμενο-  
*ροζ* (Greek /r/) or *pity* (American English)
- **affricate** (stop + fricative) –προστριβόμενο-  
*church, judge*
- **glottal stop** [ʔ] –γλωττιδικό κλειστό-  
*flee east* vs. *fleeced*



# Περίληψη

- Τα σύμφωνα περιγράφονται με βάση 5 παράγοντες

1. κατάσταση φωνητικών χορδών  
(ηχηρά/άηχα)
2. τόπος άρθρωσης
3. κεντρική ή πλευρική άρθρωση
4. υπερυψωμένη ή χαμηλωμένη  
μαλακή υπερώα  
(στοματικό/ρινικό)
5. τρόπος άρθρωσης

## Exercise

- **s**ing

1. άηχο (voiceless)
2. φατνιακό (alveolar)
3. κεντρικό (central)
4. στοματικό (oral)
5. τριβόμενο (fricative)

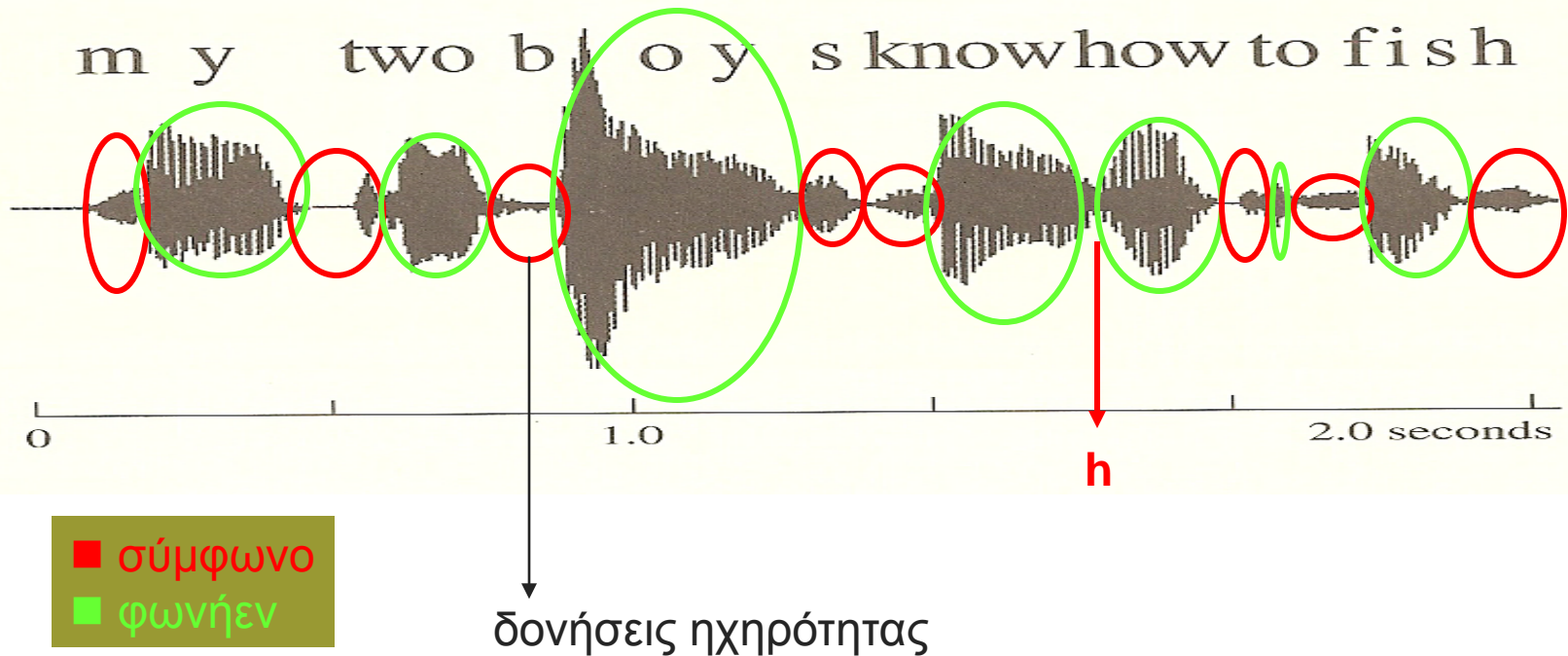
- **S**ing

1. ηχηρό (voiced)
2. υπερωικό (velar)
3. κεντρικό (central)
4. ρινικό (nasal)
5. κλειστό (stop)

# Phonetic chart of English consonants

	bilabial	labiodental	dental	alveolar	post-alveolar	palatal	velar
nasal	m			n			ŋ
stop	p b			t d			k g
fricative		f v	θ ð	s z	ʃ ʒ		
(central) approximant	(w)			r		j	w
lateral (approximant)				l			

# Κυματομορφές συμφώνων



- Για το άηχο κλειστό /t/
  - φραγή (σιωπή) → απελευθέρωση αέρα → κρότος
  - stop closure (silence) → release → burst

# Κυματομορφή /t/ vs. /d/

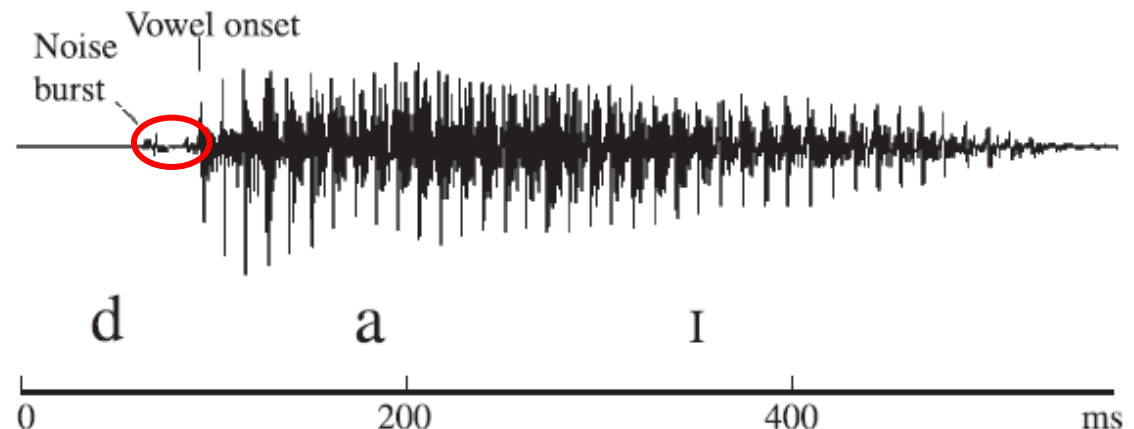
## ■ /t<sup>h</sup>/

- κορυφή (spike) που δηλώνει κρότο (noise burst)
- Μετά τον κρότο πολύ μικρές διακυμάνσεις κατά τη δασύτητα (aspiration)



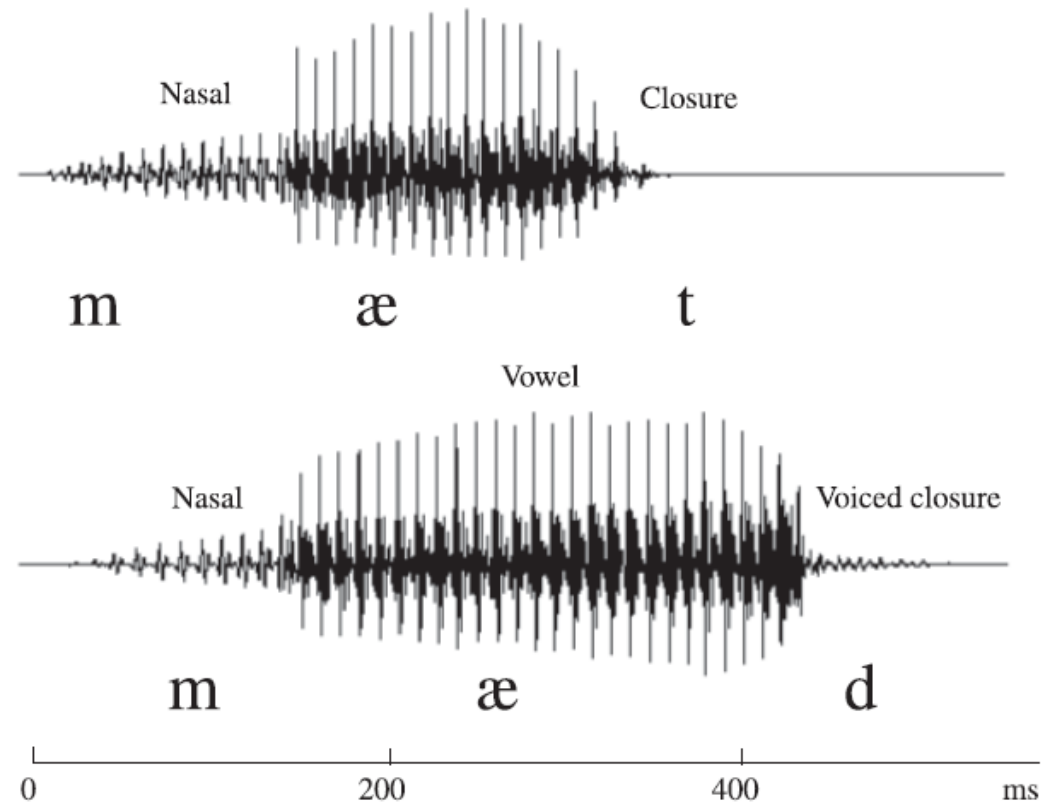
## ■ /d/

- κρότος μικρότερος και χωρίς κορυφή
- Πολύ μικρό διάστημα μεταξύ κρότου και έναρξης φωνήεντος



# [ /t/ vs. /d/ ]

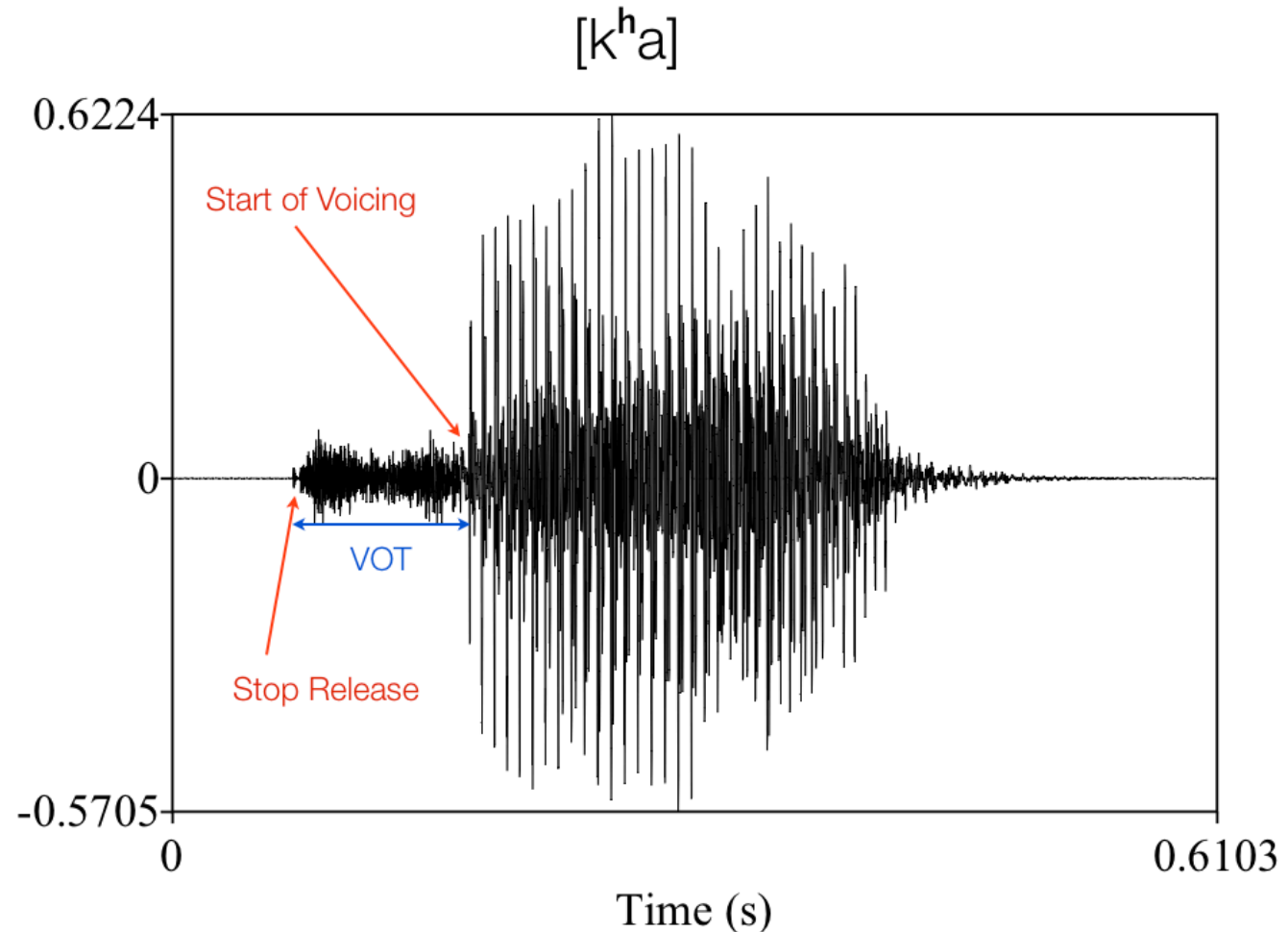
- Διαφορά /t/ vs. /d/
  - στη διάρκεια του προηγούμενου φωνήεντος
- Τα φωνήεντα είναι κατά πολύ βραχύτερα πριν από τα άηχα σύμφωνα /p, t, k/ σε σχέση με τα ηχηρά /b, d, g/.



# VOT (Voice Onset Time)

## Χρόνος έναρξης της φώνησης

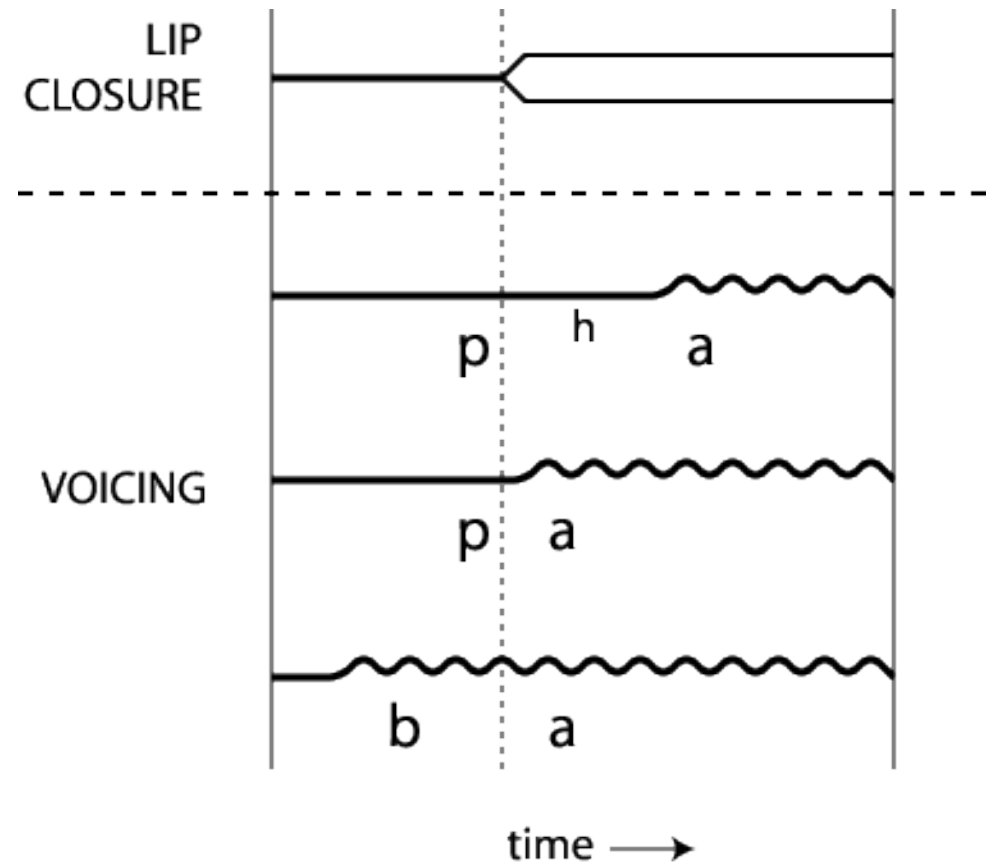
■ Voice Onset Time (VOT) είναι το διάστημα μεταξύ της απόφραξης ενός κλειστού (plosive release) και της έναρξης της ηχηρότητας (voicing) του επόμενου φωνήεντος. Το διάστημα αυτό μετράται συνήθως σε milliseconds (ms).



# VOT (Voice Onset Time)

## Χρόνος έναρξης της φώνησης

- **Θετικό VOT:** όταν η έναρξη του παλμού των φωνητικών χορδών συμβαίνει με καθυστέρηση μετά την απόφραξη του κλειστού (δασύ κλειστό).
- **Μηδενικό VOT:** όταν η έναρξη του παλμού των φωνητικών χορδών συμπίπτει (περίπου) με την απόφραξη του κλειστού.
- **Αρνητικό VOT:** όταν η έναρξη του παλμού των φωνητικών χορδών συμβαίνει πριν την απόφραξη του κλειστού.

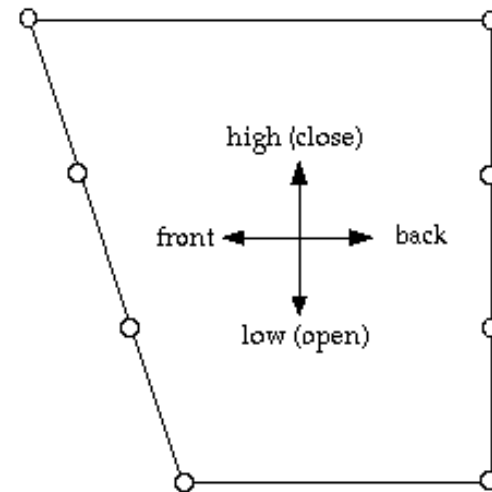
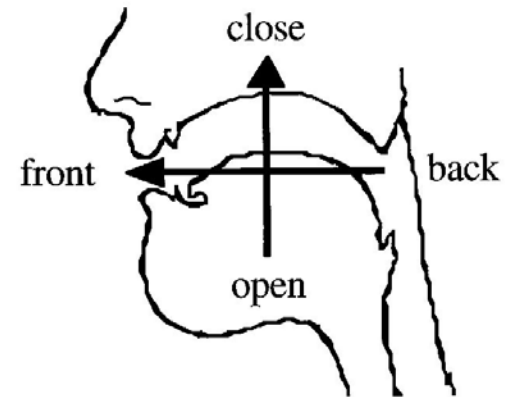
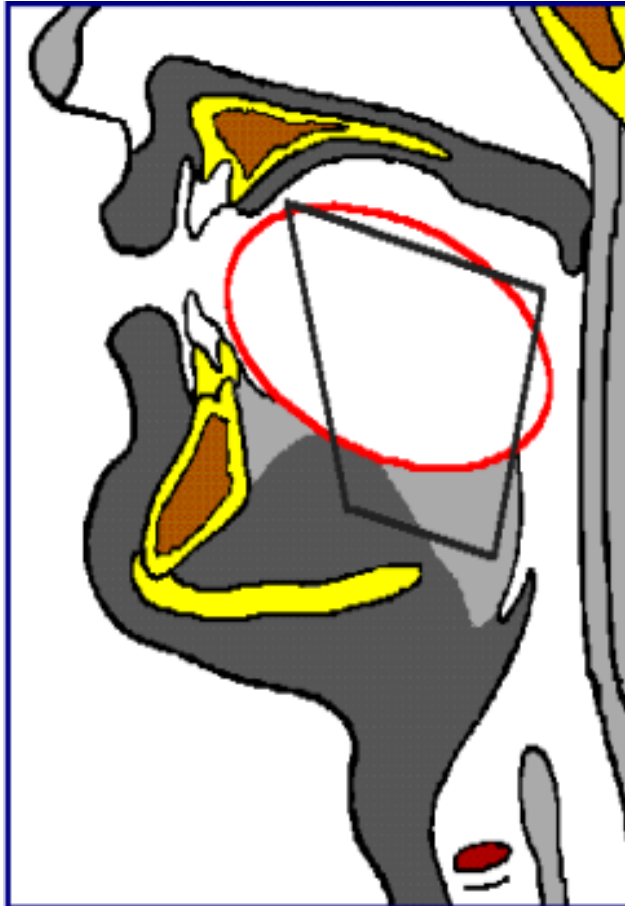


# Άρθρωση φωνηέντων

- Οι αρθρωτές δεν πλησιάζουν πολύ → η δίοδος του αέρα δε συναντά σχεδόν κανένα εμπόδιο.
- Περιγράφουμε τα φωνήεντα βάσει
  - της θέσης του υψηλότερου σημείου της **γλώσσας**
  - της θέσης των **χειλιών**.

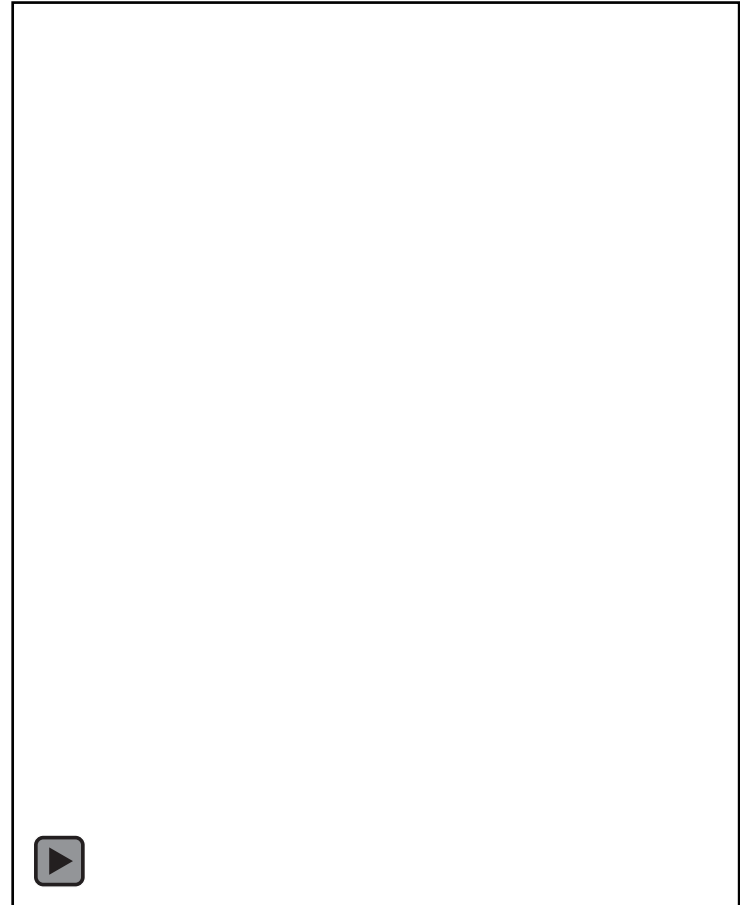


# [ Θέση γλώσσας ]



# [ UCLA tongue video ]

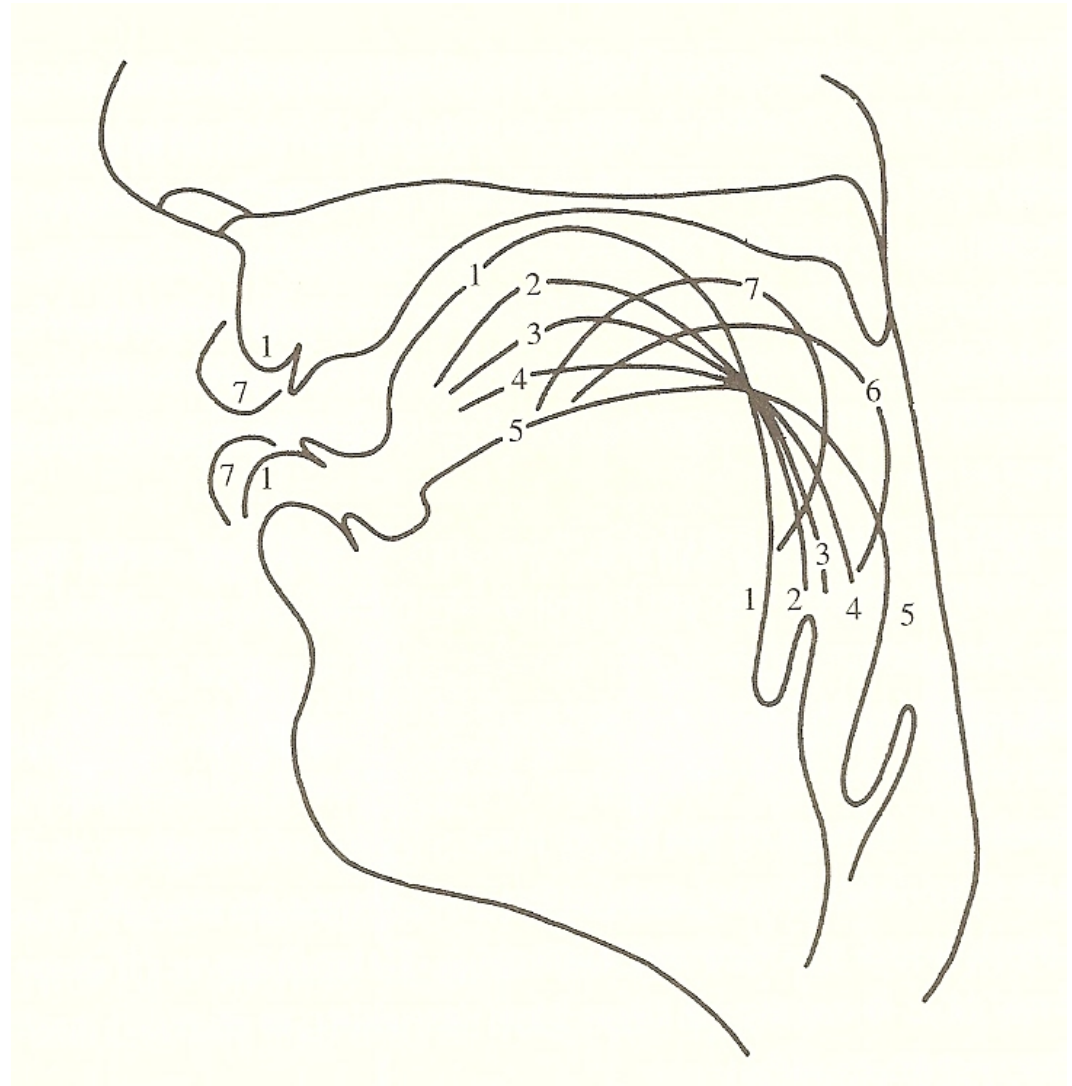
- X ray video της γλώσσας των κινήσεων της γλώσσας και των χειλιών κατά την παραγωγή των φωνηέντων /i, e, a, o, u/.



**Video:** <http://www.phonetics.ucla.edu/vowels/chapter11/tongue.html>

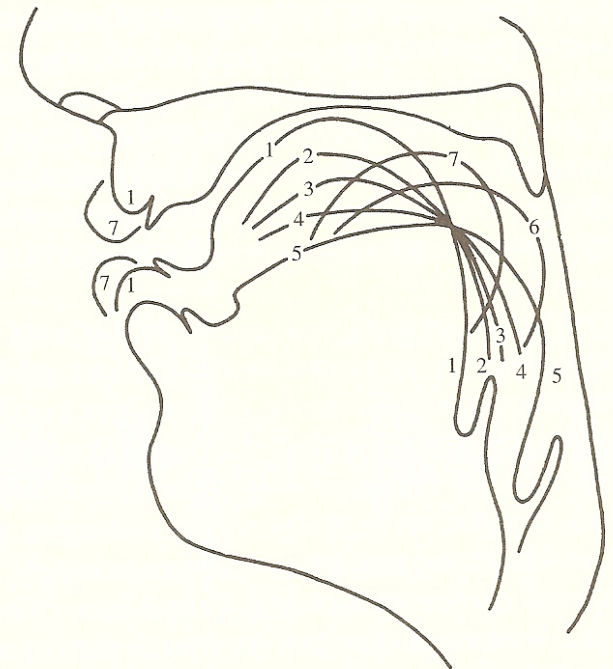
# Στόχοι φωνηεντικών αρθρωτικών κινήσεων

1. heed /i/
2. hid /ɪ/
3. head /ɛ/
4. had /æ/
5. father /ɑ/
6. good /ʊ/
7. food /u/



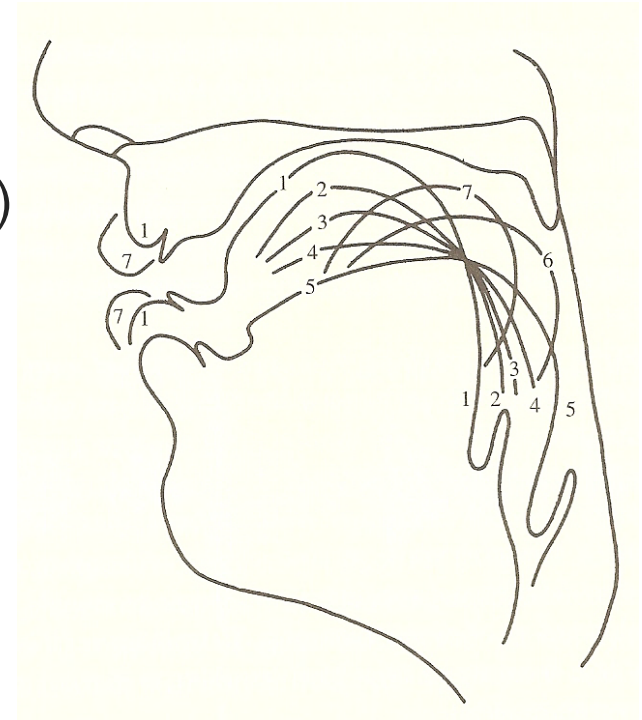
# Πρόσθια (front) φωνήεντα

- Το υψηλότερο σημείο της γλώσσας βρίσκεται στο μπροστινό τμήμα του στόματος.
  - Το στόμα ανοίγει προοδευτικά.
  - Η γλώσσα παραμένει μπροστά.
1. **heed**: υψηλό πρόσθιο (high front)
  2. **hid**: μέσο υψηλό πρόσθιο (mid-high front)
  3. **head**: μέσο χαμηλό πρόσθιο (mid-low front)
  4. **had**: χαμηλό πρόσθιο (low front)



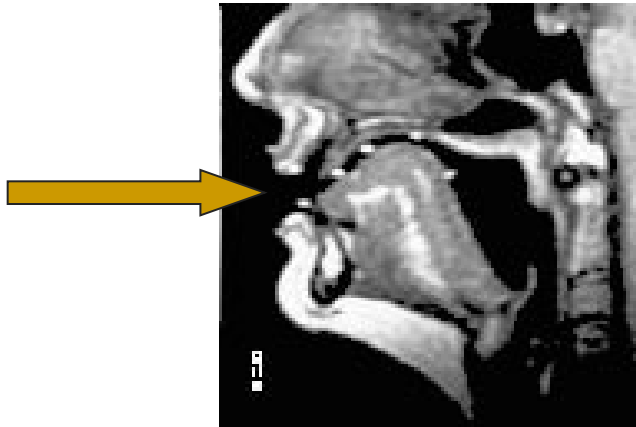
# Οπίσθια φωνήεντα

- Η γλώσσα βρίσκεται κοντά στην επάνω και πίσω επιφάνεια της φωνητικής οδού.
5. **f**ather: χαμηλό οπίσθιο (low back)
  6. **g**ood: μέσο υψηλό οπίσθιο (mid high back)
  7. **f**ood: υψηλό οπίσθιο (high back)

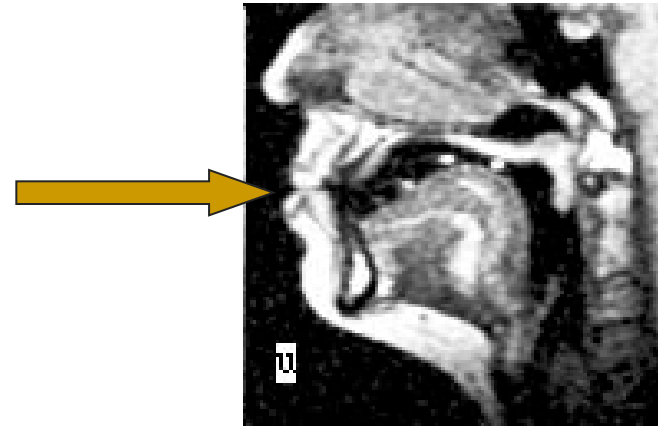


# Στρογγυλοποίηση χειλιών (lip rounding)

- Στις λέξεις **good** και **food** υπάρχει κίνηση των χειλιών που ονομάζεται στρογγυλοποίηση (lip rounding).



Μη στρογγυλά (unrounded) φωνήεντα  
heed, hid, head, had, father

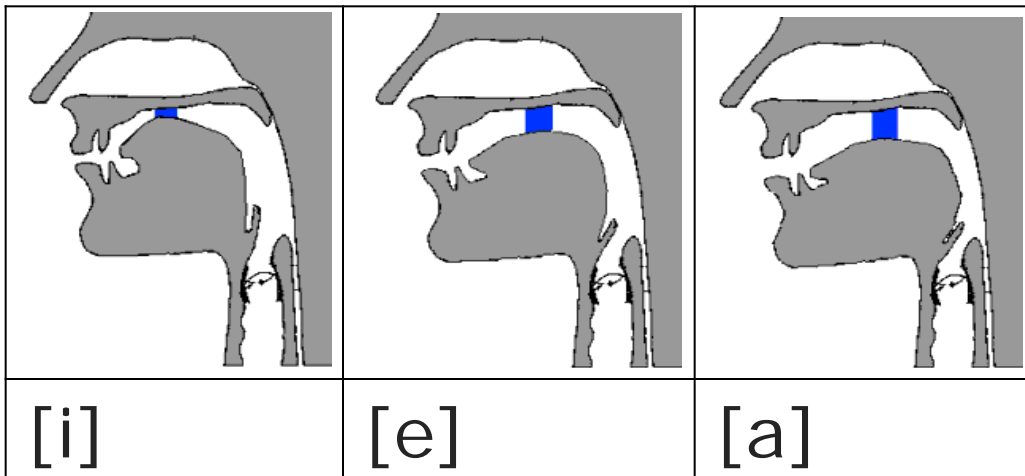


Στρογγυλά (rounded) φωνήεντα  
good, food

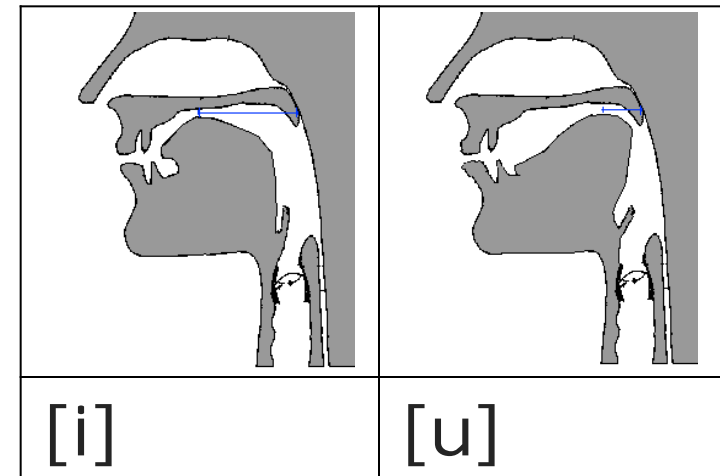
# Αρθρωτική περιγραφή φωνηέντων

1. **ύψος** του κυρίως σώματος της γλώσσας
2. θέση της γλώσσας στον **οριζόντιο άξονα**
3. **βαθμός στρογγυλοποίησης** των χειλιών

high/low dimension



front/back dimension

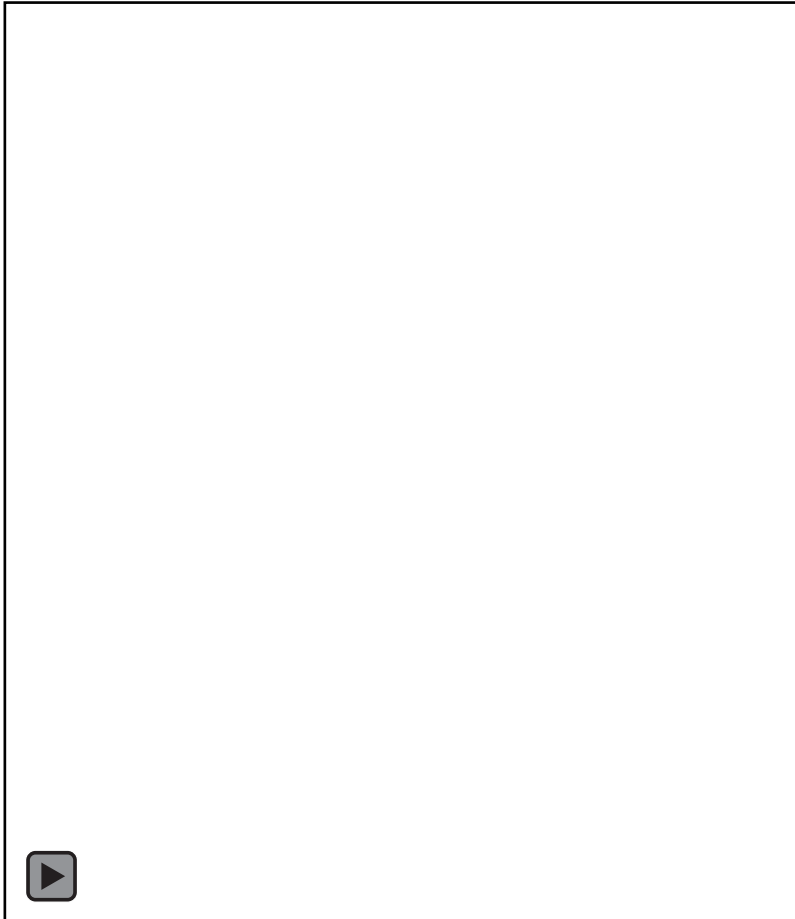


# Αρθρωτική περιγραφή φωνηέντων

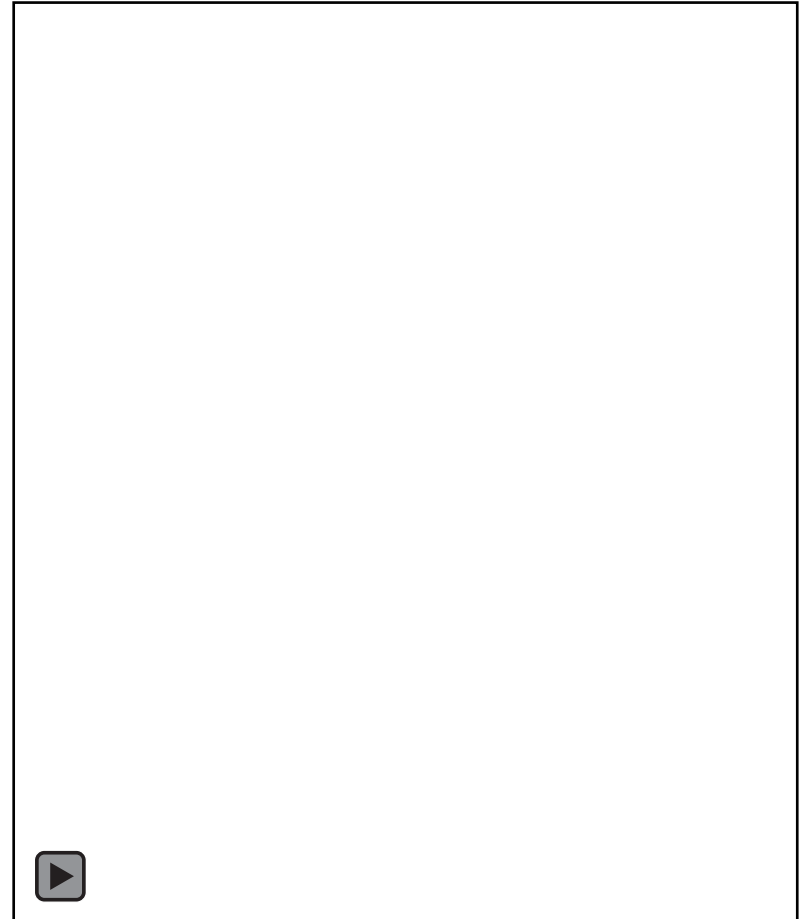
- Πολύ δύσκολο να συνειδητοποιήσει κανείς τη θέση της γλώσσας κατά την άρθρωση των φωνηέντων.
- Αποκτήστε κάποια αίσθηση του **ύψους της γλώσσας** παρατηρώντας τη θέση της κάτω γνάθου ενώ προφέρετε τα φωνήεντα στις λέξεις “*heed, hid, head, had*”.
- Συγκρίνετε *he* vs. *who* → Αισθανθείτε τη γλώσσας σας να κινείται από εμπρός προς τα πίσω και τη στρογγυλοποίηση των χειλιών σας.



# [ UCLA jaw and larynx videos ]



jaw



larynx

# Σχετικές θέσεις των υψηλότερων σημείων της γλώσσας

- Ο καθορισμός των φωνηέντων με βάση τη θέση του υψηλότερου σημείου της γλώσσας δεν είναι απόλυτα ικανοποιητικός.
- Τα υψηλά φωνήεντα δεν έχουν ίδιο ύψος (δες 1 vs. 7).
- Τα οπίσθια φωνήεντα ποικίλουν στον βαθμό οπισθιότητας (δες 5, 6, 7).
- Το σχήμα της γλώσσας και το πλάτος του φάρυγγα δεν λαμβάνεται υπόψη.



# Υπερτεμαχιακά (Suprasegmentals)

- Φωνήεντα & Σύμφωνα = Τεμάχια (Segments)
- Τεμάχια → Συλλαβές → Εκφωνήματα (utterances)
- Υπερτεμαχιακά (Suprasegmentals):
  - Στοιχεία που υπερτίθενται στις συλλαβές
  - Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να ισχύσουν τόσο για απλά τεμάχια όσο και για ολόκληρες συλλαβές.

# [ Τόνος (Stress) ]

- Οι διακυμάνσεις του τόνου μπορεί να έχουν γραμματική λειτουργία (grammatical function)
  - an 'insult - to in'sult (noun - verb)
  - a 'walkout - to 'walk 'out (noun - verb)
  - a 'hot dog - a 'hot 'dog (compound noun – adjective+noun)
  - 'diplomat → di'plomacy → diplo'matic
  - 'photograph → pho'tography → photo'graphic
  - 'monotone → mo'notony → mono'tonic
- Έμφαση αντιδιαστολής (contrastive stress)
  - Θέλω **κόκκινο** μολύβι, όχι **μαύρο**.



# [ Τόνος (Stress) ]

- Οι αλλαγές στο τονικό ύψος οφείλονται σε
  1. αύξηση δραστηριότητας των αναπνευστικών μυών → αύξηση **έντασης** (loudness)
  2. αύξηση δραστηριότητας λαρυγγικών μυών → αλλαγή **τονικού ύψους** (pitch)
  3. παραγωγή πιο ακραίων τεμαχιακών χαρακτηριστικών (φωνηεντικό ύψος, δασύτητα κλειστών –stop aspiration)

# [ Τονικό Ύψος (Pitch) ]

- Αλλάζουμε τονικό ύψος όταν π.χ. τραγουδάμε διαφορετικές νότες.
- Το τονικό ύψος είναι μια ιδιότητα του συστήματος **αντίληψης** των ήχων (auditory property), μια εκτίμηση του ακροατή της θέσης του φθόγγου σε ανιούσα κλίμακα.
- Όταν ένας ήχος αυξάνεται σε **συχνότητα**, αυξάνεται και σε τονικό ύψος.

# [ Επιτονισμός (Intonation) ]

- Οι διακυμάνσεις του τονικού ύψους κατά την εκφώνηση μιας πρόταση λέγονται επιτονισμός.
- Αυτός είναι ο πατέρας μου.  κατάφαση
- Είναι ο πατέρας σου αυτός;  ερώτηση

# [ Επιτονισμός (Intonation) ]

- Αυτή είναι γάτα. κατάφαση
- Αυτή είναι γάτα; ερώτηση
- Αυτό που έχει σημασία είναι οι **σχετικές τιμές** τονικού ύψους, τόνου ή διάρκειας.
- Οι απόλυτες τιμές δεν είναι γλωσσολογικά σημαντικές, αλλά μεταφέρουν πληροφορίες για την ηλικία, το φύλο, τη συναισθηματική κατάσταση του ομιλητή.



# Διαβάστε & επισκεφθείτε...



- Ladefoged & Johnson “Articulation & Acoustics”, chapter 1 (A course in phonetics”, 6<sup>th</sup> ed.)
- Visit the websites:
  - <http://soundsofspeech.uiowa.edu/index.html#english>  
(Mobile App: Interactive Phonetic Library for American English, Spanish and German)
  - <http://speakgreek.web.auth.gr/dp/en/library/choose>  
(Interactive Phonetic Library for Greek)
  - <http://smu-facweb.smu.ca/~s0949176/sammy/>  
(Interactive Sagittal Section)
  - [https://corpus.linguistics.berkeley.edu/acip/course/chapter 1/](https://corpus.linguistics.berkeley.edu/acip/course/chapter1/) (Material from UC Berkeley Linguistics for chapter 1 of the book “A course in phonetics”)

