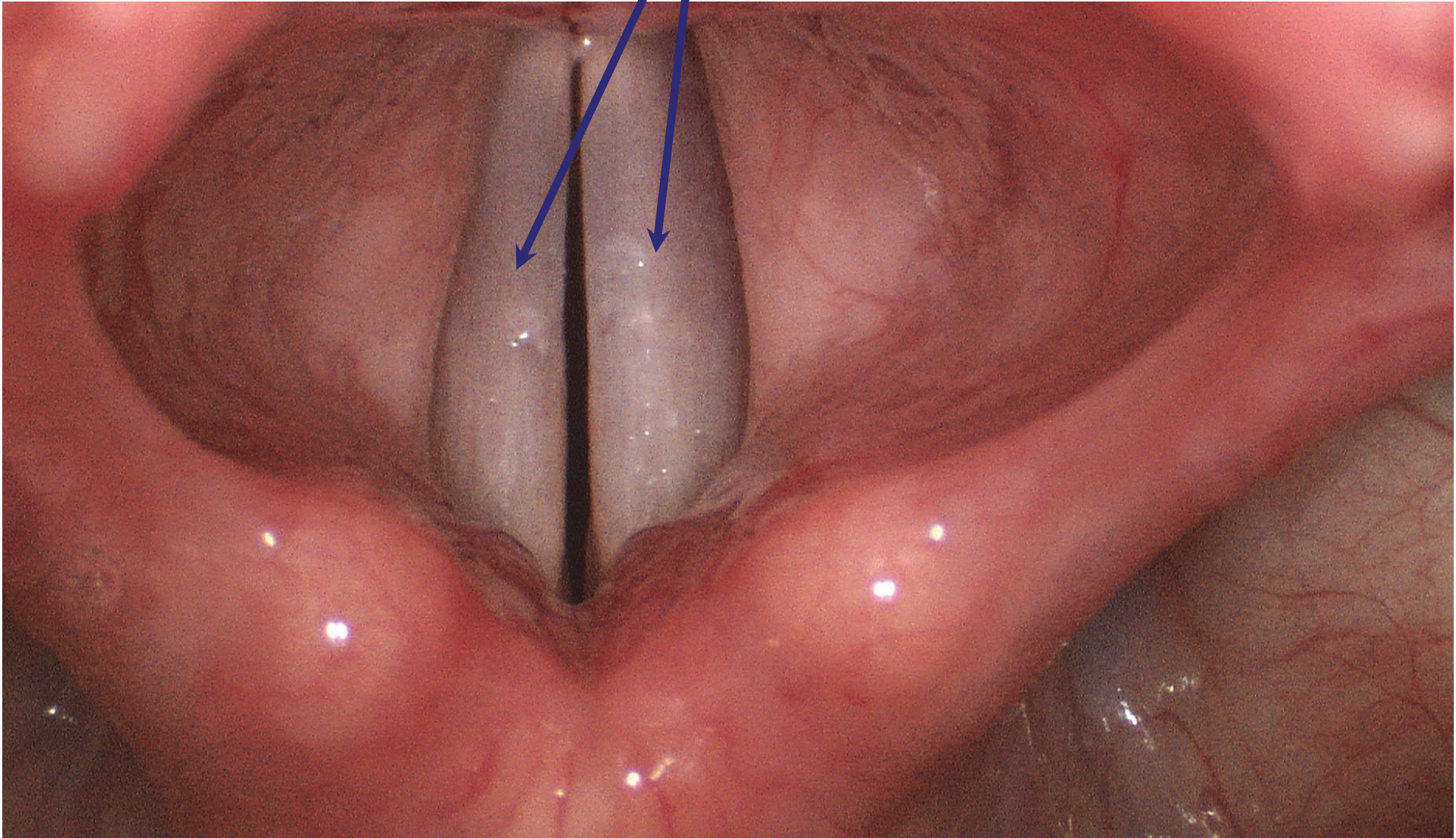


4. téma

A hangképzés

4.3. A hangszalagok működése (fonáció)

Hangszalagok

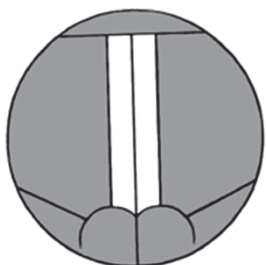


Hangszalagállások (fonációtípusok)

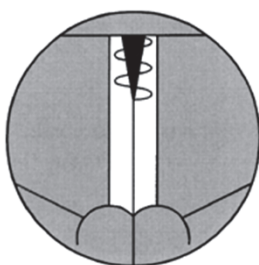


A fonációtípusok kontinuumot alkotnak

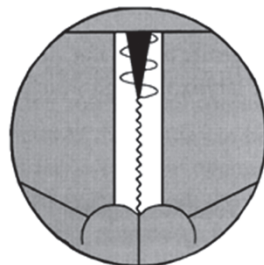
Collins–Mees:



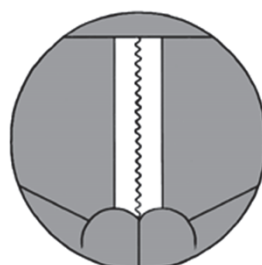
(a) Glottal stop



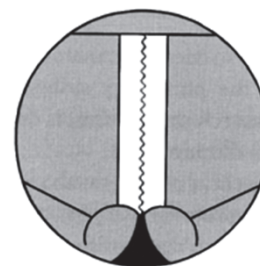
(b) Creak



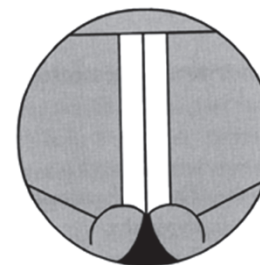
(c) Creaky voice



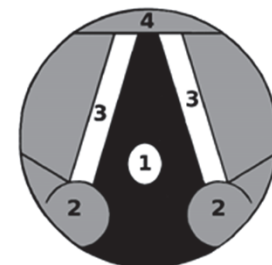
(d) Modal voice



(e) Breathy voice

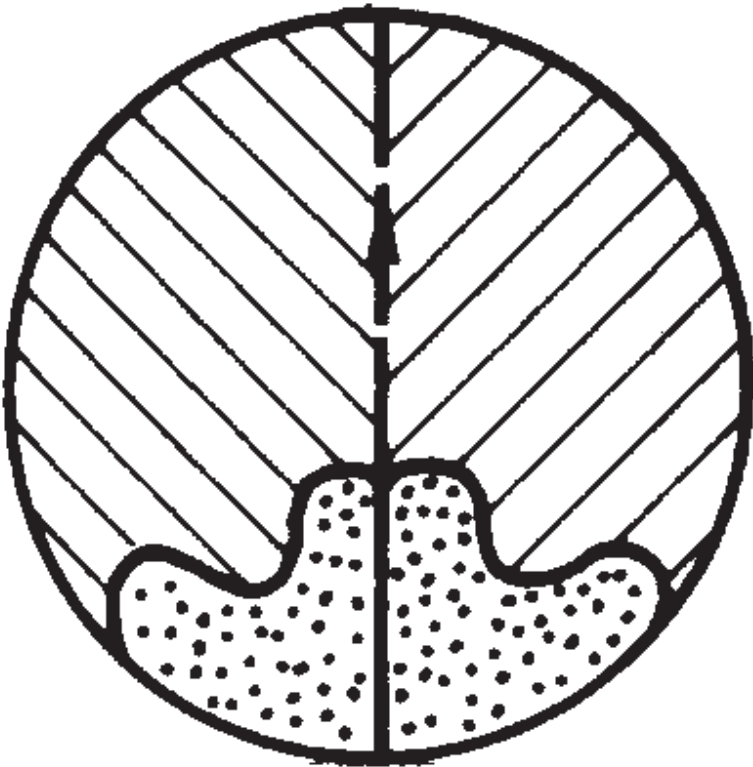


(f) Whisper



(g) Pulmonic unvoiced

Hangszalagállások: Zárállás



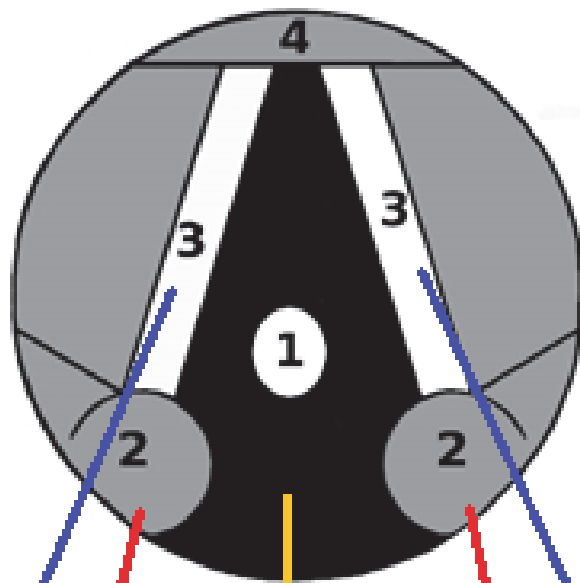
Gégezárhang

(laringális/glottális explozíva)

IPA jele: [ʔ]

A fonációtípusok kontinuumuma 1.

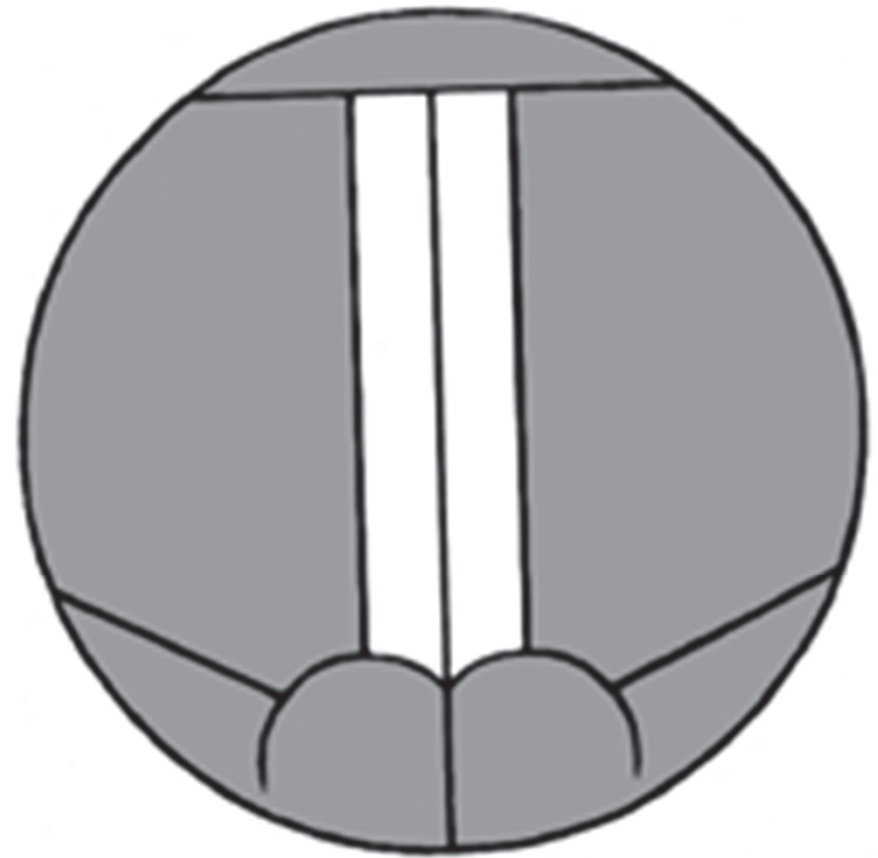
4. gégefedőporc



1. hangrés

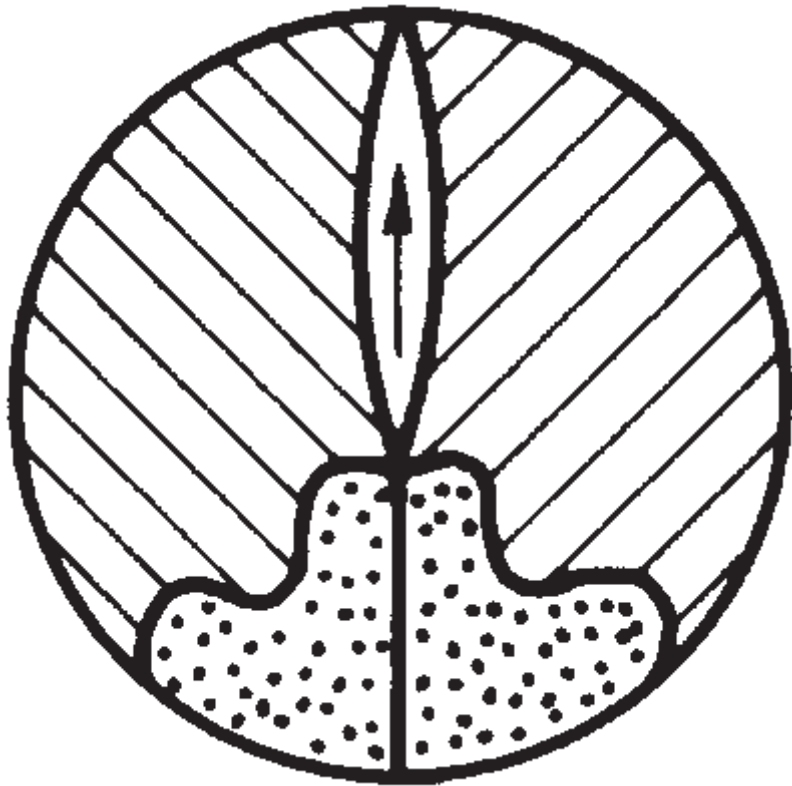
2. kannaporcok

3. hangszalagok



(a) glottális zár

Hangszalagállások: Zöngéállítás

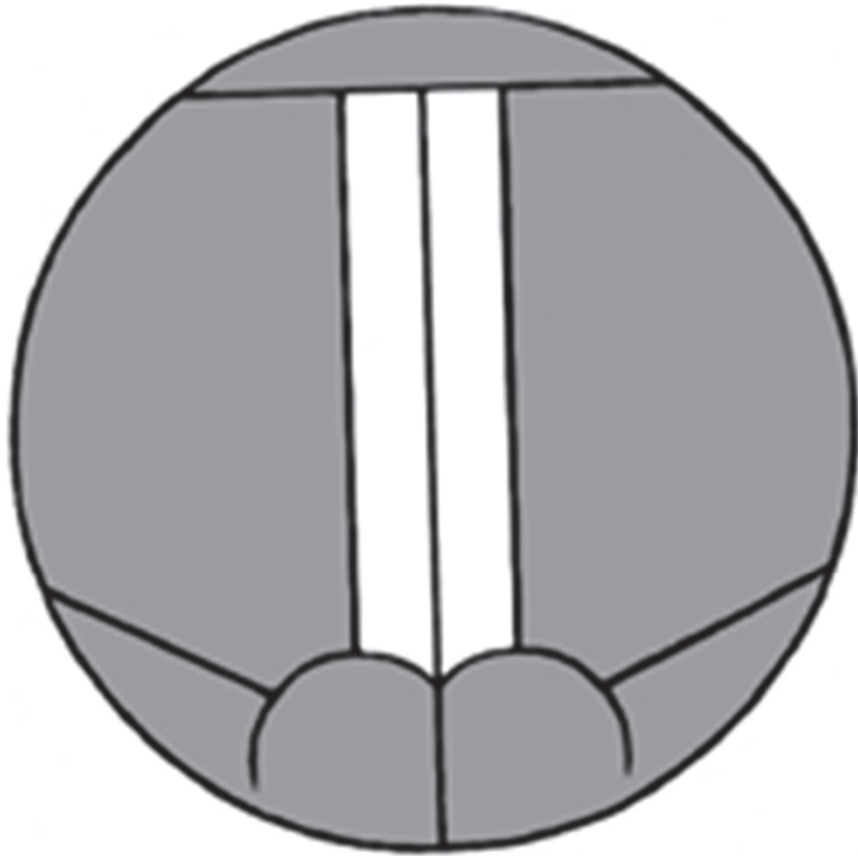


Gégepergőhang
(laringális/glottális tremuláns) =
zöngé (fonáció).

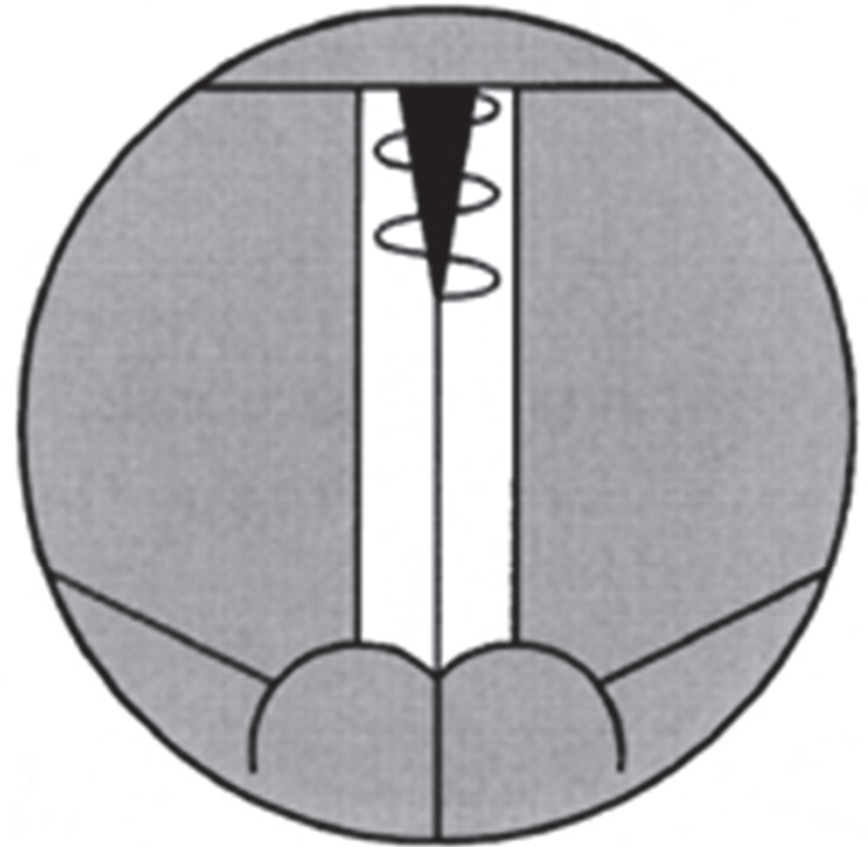
DE:

A hangszalagrezgésnek több
fajtája is van!

A fonációtípusok kontinuumuma 2.



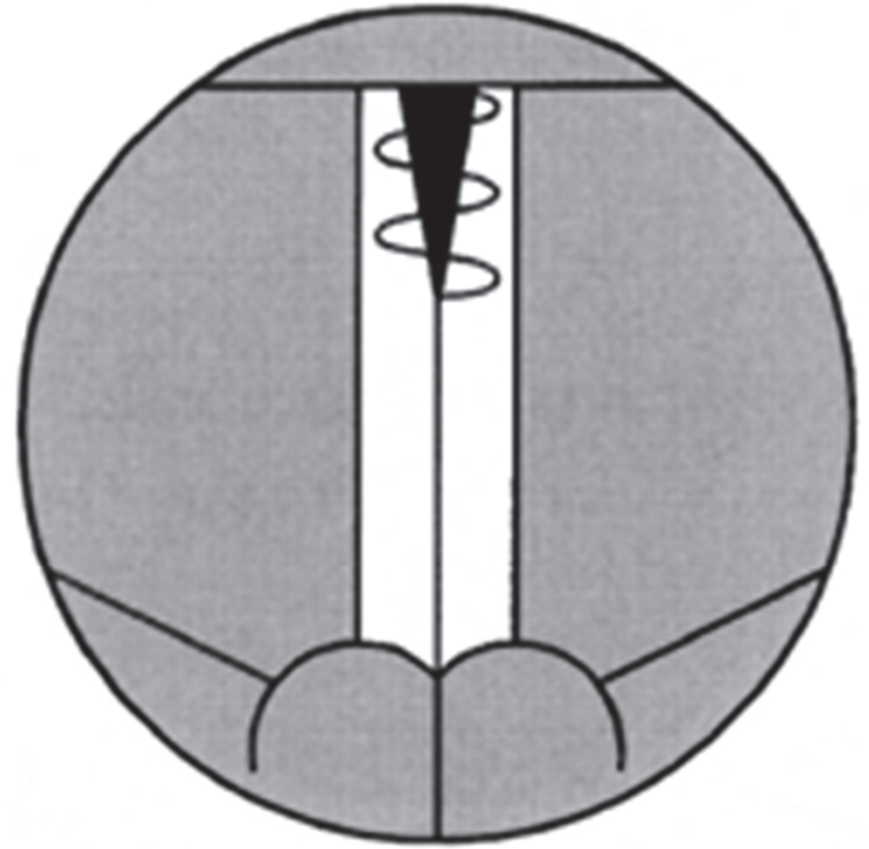
(a) glottális zár



(b) „csikorgás”
(creak)

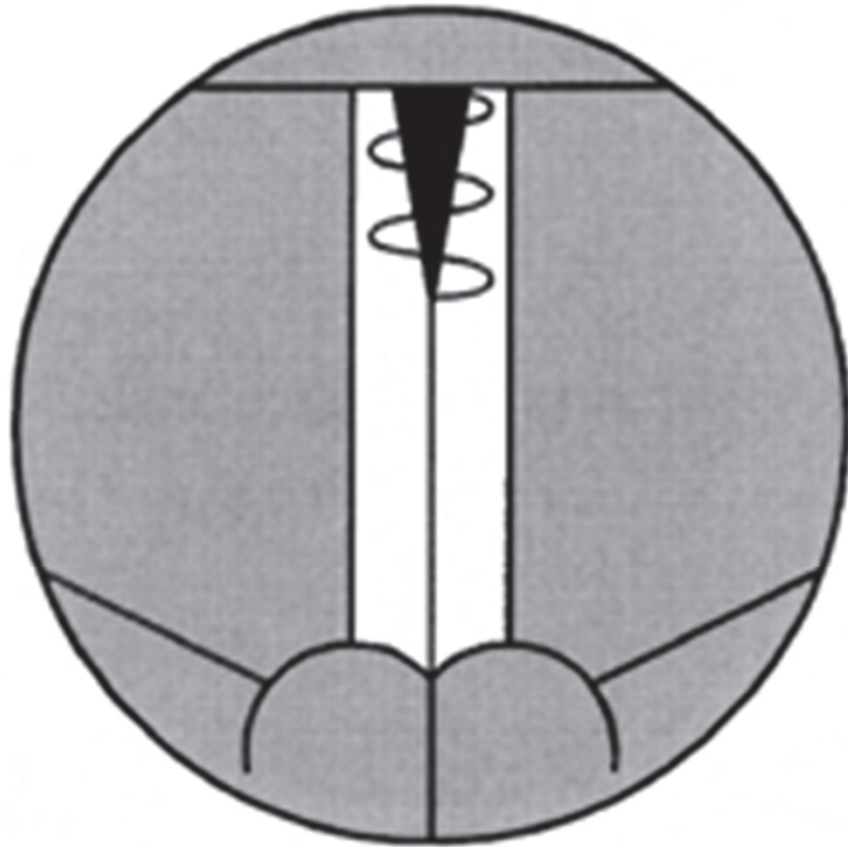
A fonációtípusok kontinuumuma 2.

A hangszalagok elülső része rezeg nagyon alacsony frekvencián; többnyire a „*csikorgó*” zönge része (ld. a következő dián)

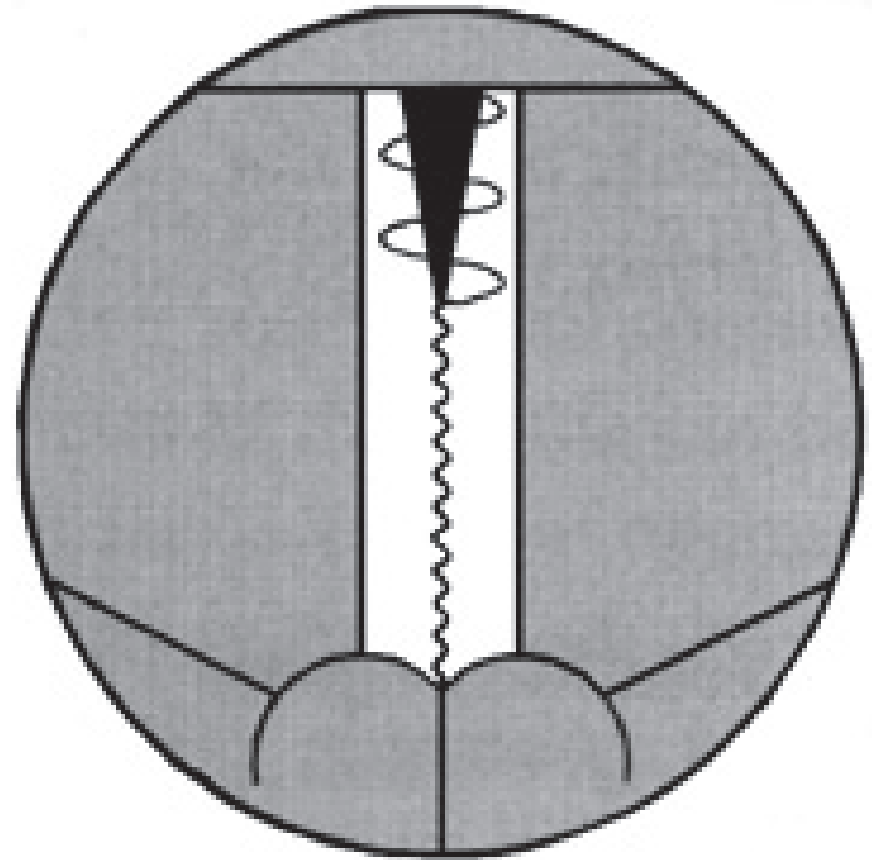


(b) „*csikorgás*”
(creak)

A fonációtípusok kontinuumuma 3.



(b) „csikorgás”
(creak)



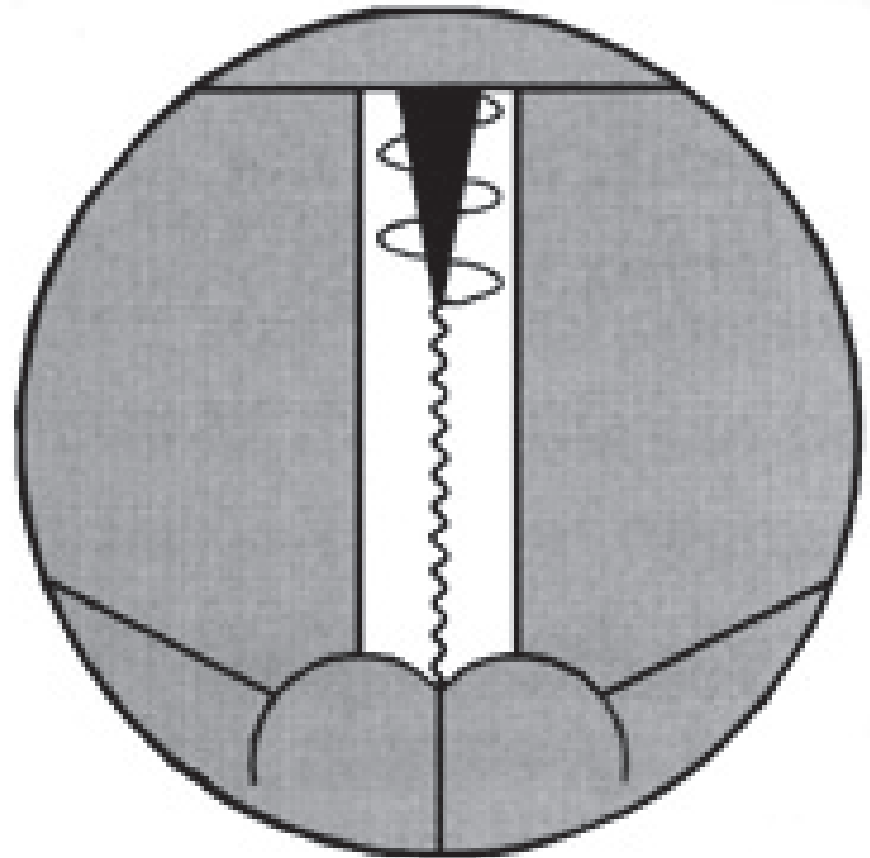
(c) „csikorgó” zöngé
(creaky voice)

A fonációtípusok kontinuumuma 3.

— A hangszalagok feszesen rezegnek; a hangszalagok elülső része zárt marad; az alaphang frekvenciája alacsony (Ladefoged)

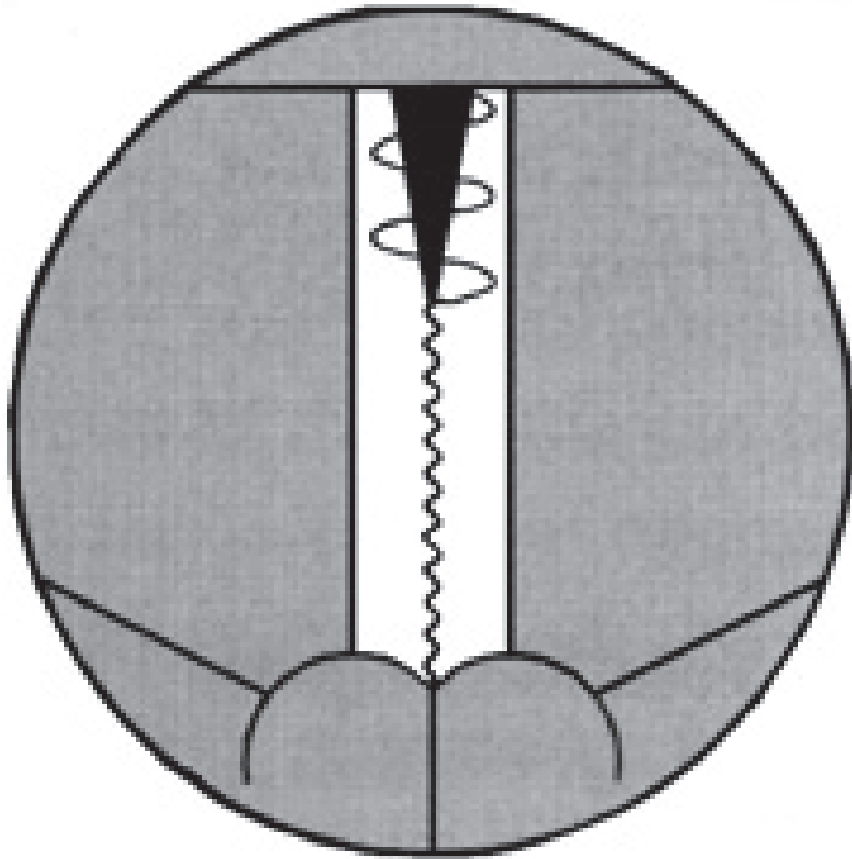
— Nagymértékű mediális kompresszió és ehhez társuló feszülés eredményeképpen jön létre, miközben a longitudinális feszítés gyenge; mindennek következtében csak a hangszalagok szalag- (ligamentális) része rezeg (Laver 1980)

IPA jele: ◌̥ [a]

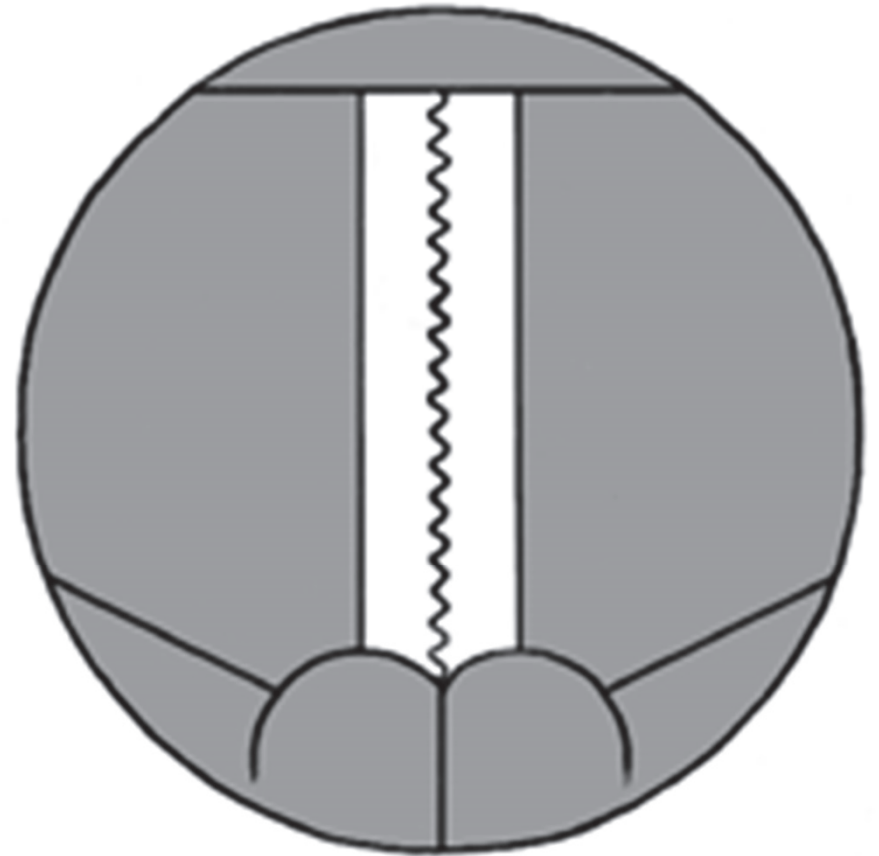


(c) „csikorgó” zöngé
(creaky voice)

A fonációtípusok kontinuumuma 4.



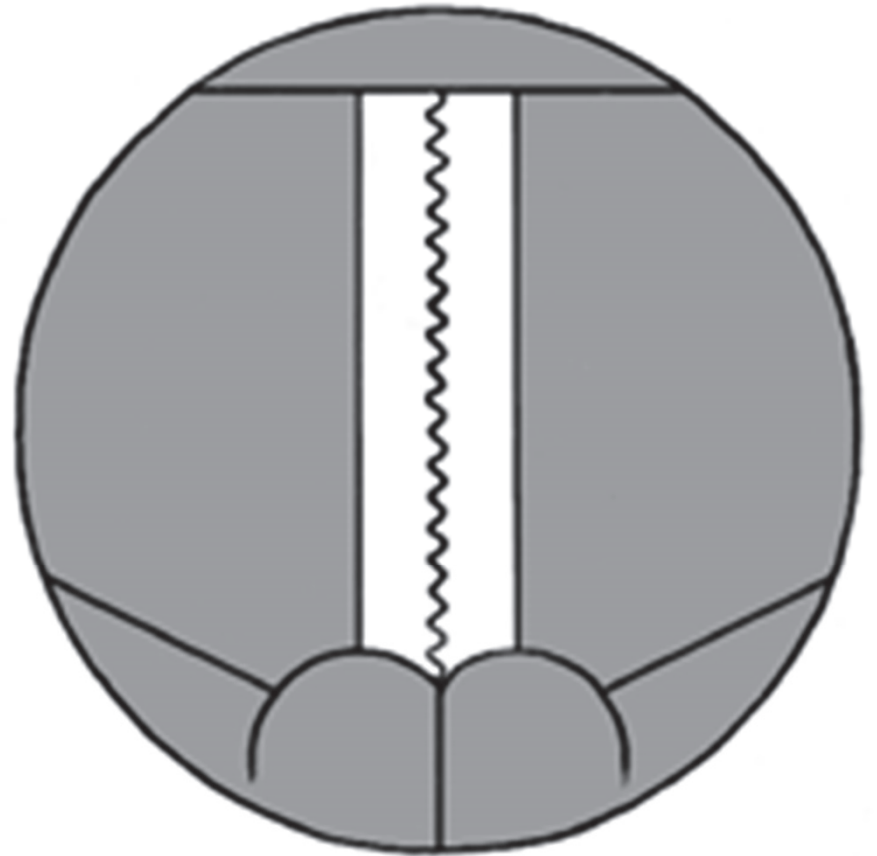
(c) „csikorgó” zöngé
(creaky voice)



(d) modális zöngé

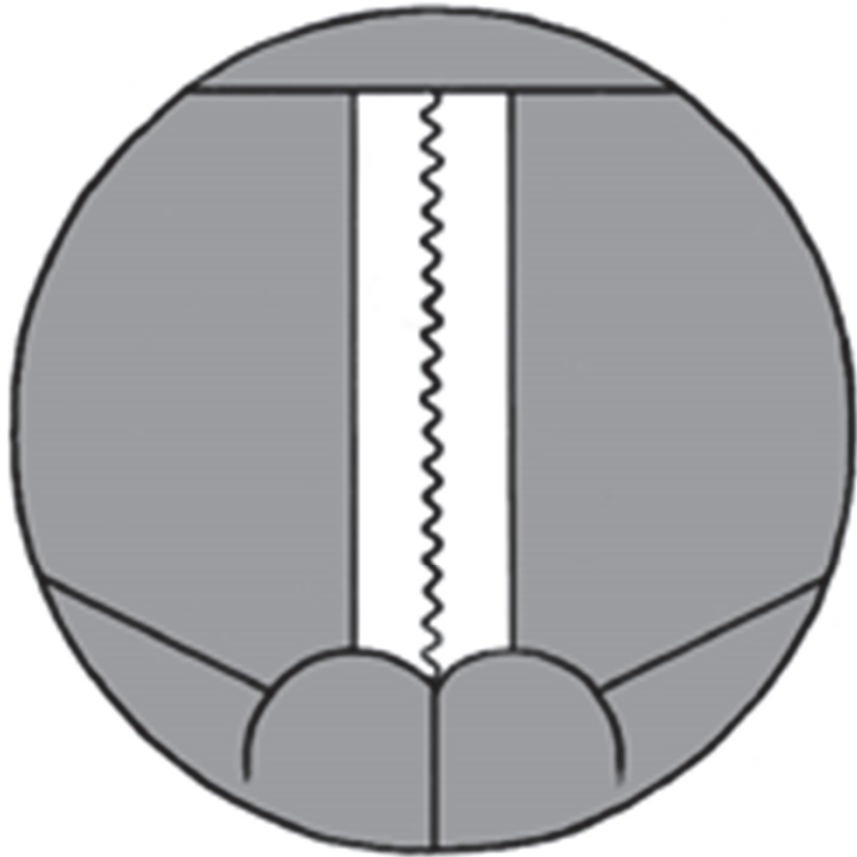
A fonációtípusok kontinuumuma 4.

- A hangszalagok normálisan rezegnek (Ladefoged)
- közepes mértékű, teljes laringális feszítettség jellemzi; a hangszalagrezgés hatékony, és a hangszalagok szalag- és kannaporci része egyetlen egységként rezeg (Laver 1980)

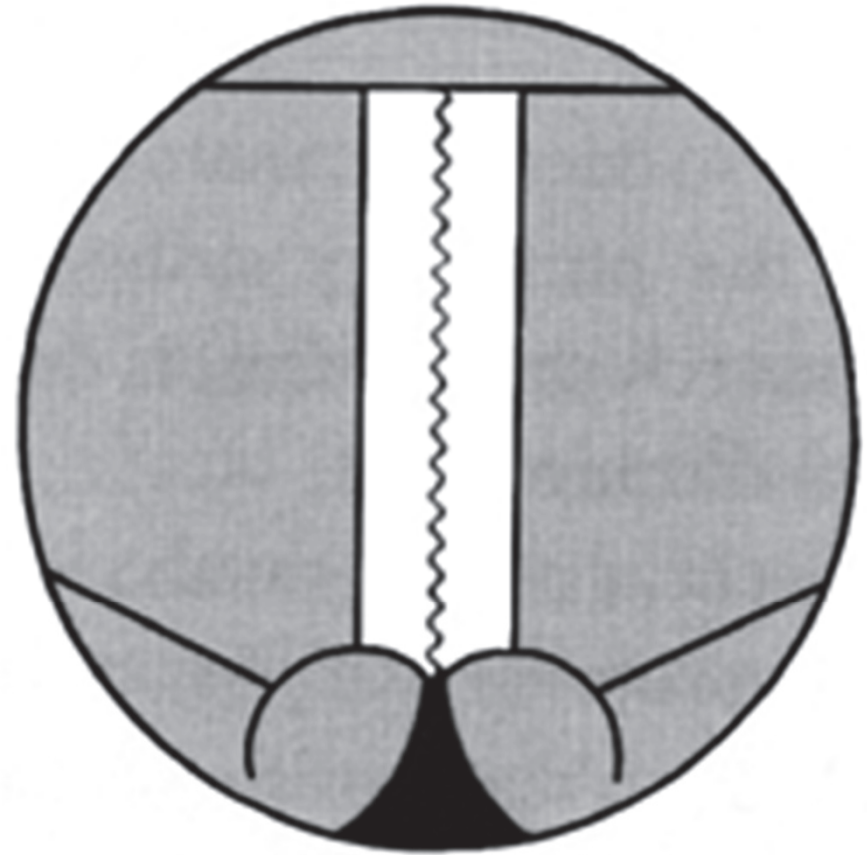


(d) modális zöngé

A fonációtípusok kontinuumuma 5.



(d) modális zöngé



(e) leheletes zöngé
(breathy voice)

A fonációtípusok kontinuumuma 5.

Hindi:

— A hangszalagok gyengén és nem hatékonyan rezegnek, így nagy mennyiségű levegő távozik (Ladefoged)

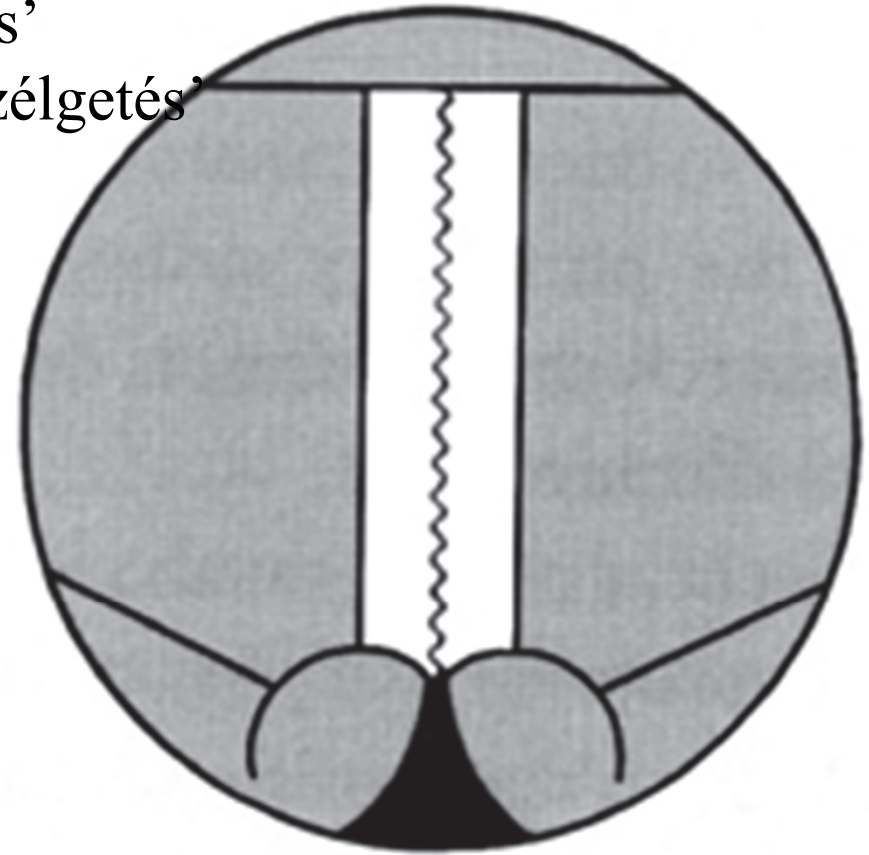


bhāt 'rizs'



bāt 'beszélgetés'

— létrehozásakor minimális a laringális feszítettség, a hangszalagrezgés nem hatékony, és a hangszalagok nem érnek össze teljesen, ami hallható súrlódási zörejt idéz elő; a suttogott zöngét a kannaporcok közötti izmok kismértékű megfeszülése és meglehetősen nagymértékű mediális kompresszió jellemzi, amelynek következtében a hangrésnek a kannaporcok közötti része háromszög alakban kinyílik; ekkor a laringális vibráció nem hatékony, és súrlódási zörejt hallható (Laver 1980)



[ɦ]

IPA jele: ◌^h vagy ◌̤

[b^h], [d^h], [g^h], [m^h] vagy

[b̤], [d̤], [g̤], [m̤] stb.,

„mormolt” magánhangzók: [a̤], [e̤]

(e) leheletes zöngé
(breathy voice)

Zöngetípusok

1. *Modális (normál) zönge* [modal voice]:

a) Teljes zönge (szonoránsok: magánhangzók, szonoráns mássalhangzók — képzésük során nincs akadály, ezért a száj- vagy orrnyíláson át hangkiszugárzás van, ami miatt formánsstruktúrájuk van: vannak formánsaik)

b) Fojtott zönge (zöngés obstruens mássalhangzók — képzésük során van akadály, ezért a száj- vagy orrnyíláson át nincs hangkiszugárzás, ami miatt nincsenek formánsaik)

2. *Leheletes (lehelt, suttogott, mormolt, hehezetes) zönge*

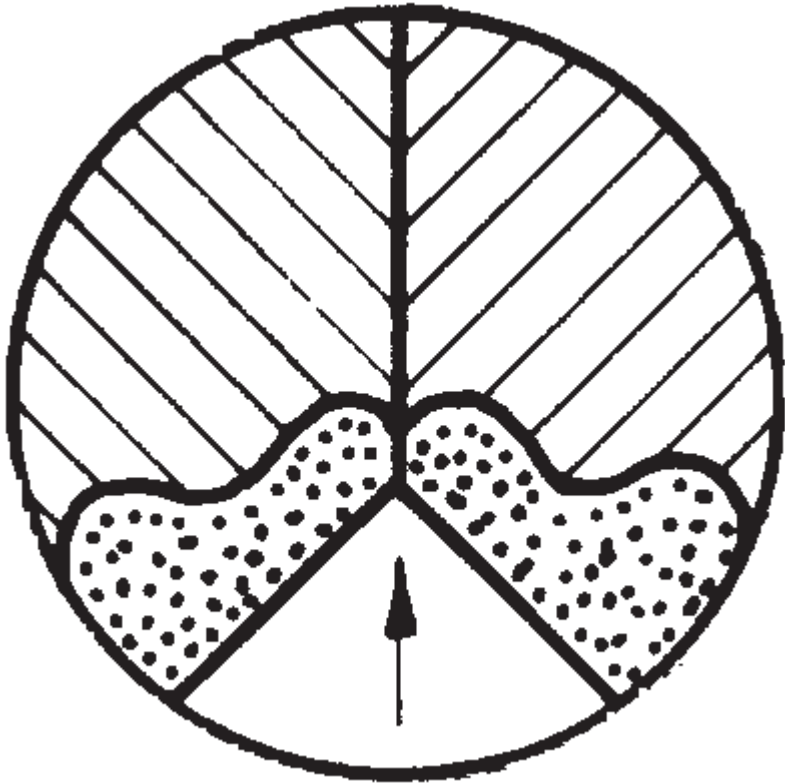
[breathy voice, whispery voice, murmur]

3. *Csikorgó (recsegő, érdes, rekedtes, nyikorgó), irreguláris zönge, (laringalizált, csikorgó beszéd, glottalizáció)* [creak, creaky voice, vocal fry, glottal fry, glottalised voice, glottalization, laryngealization, laryngealised voice, anterior voice, pulse phonation]

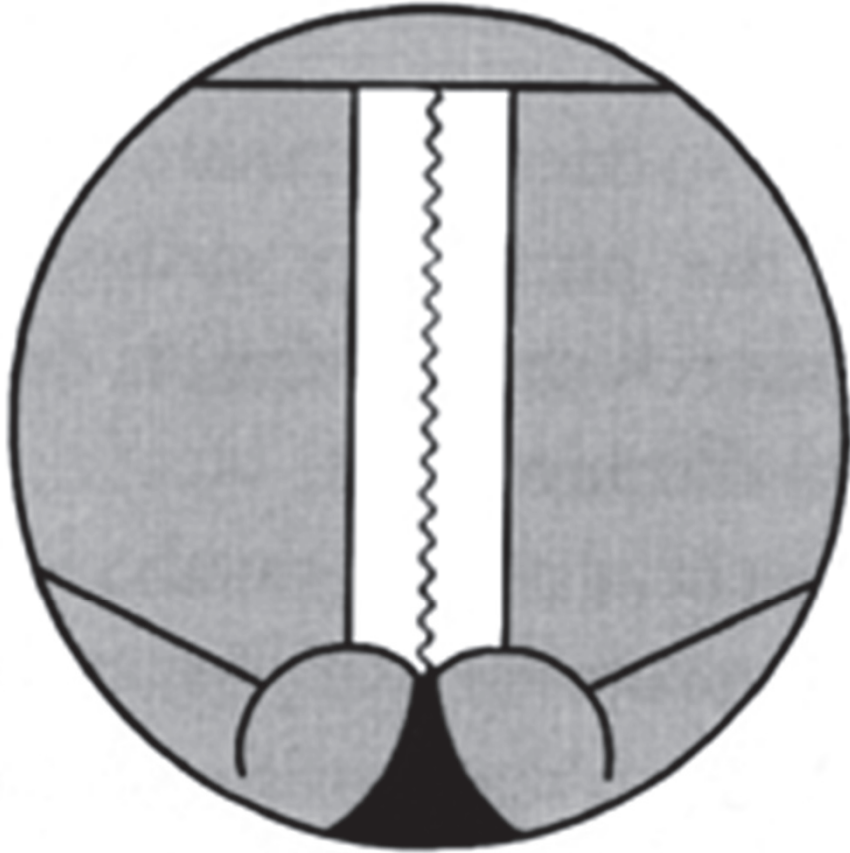
This is vocal fry, and this is not.



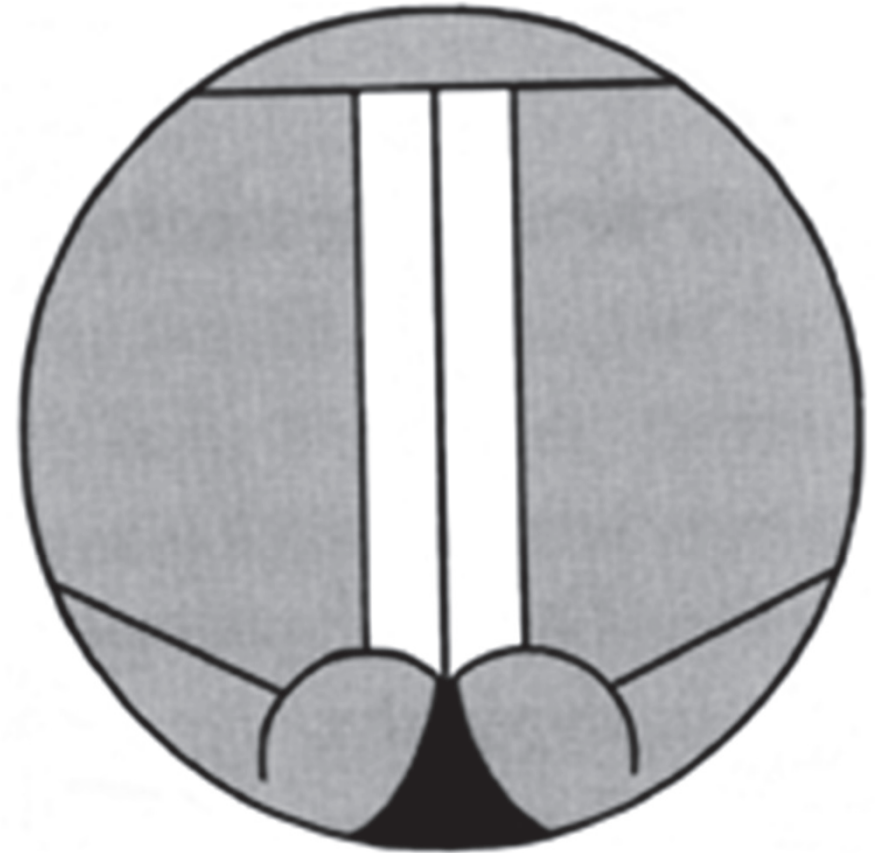
Hangszalagállások: Suttogóállás



A fonációtípusok kontinuumuma 6.



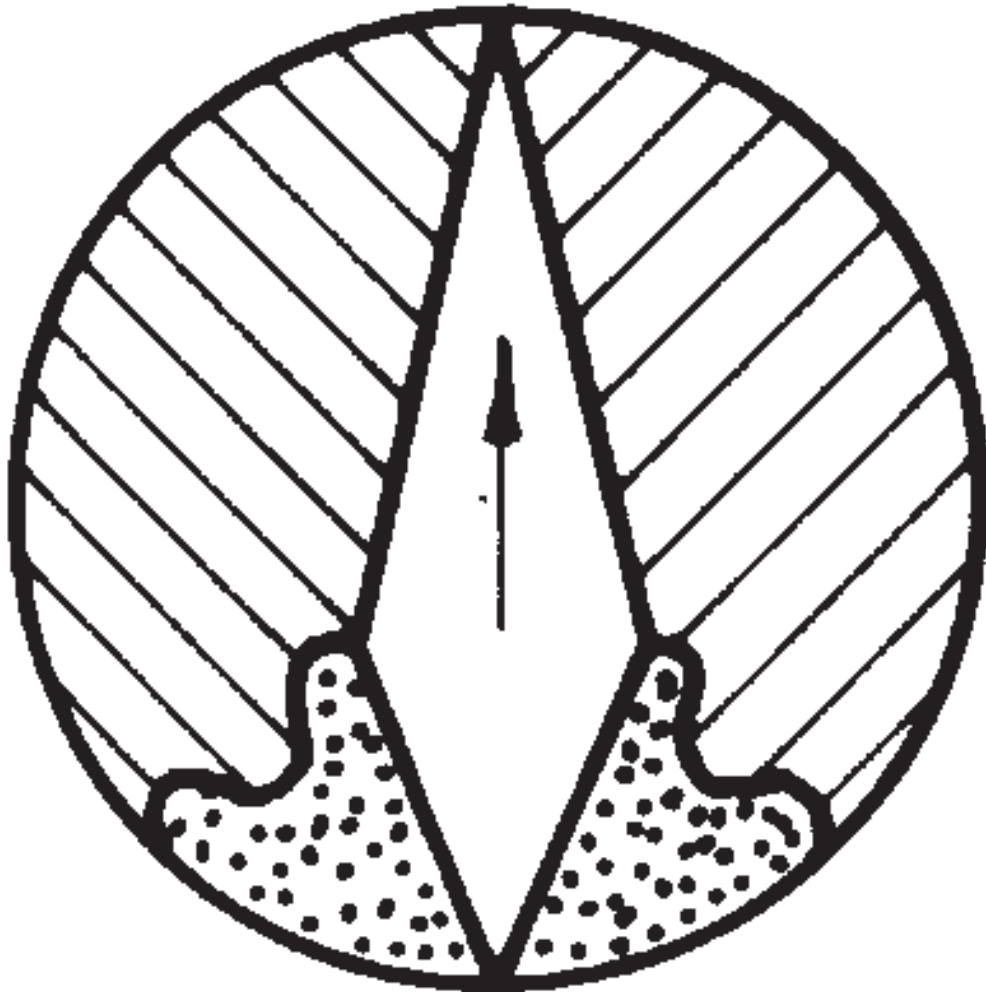
(e) leheletes zöngé
(breathy voice)



(f) suttogás

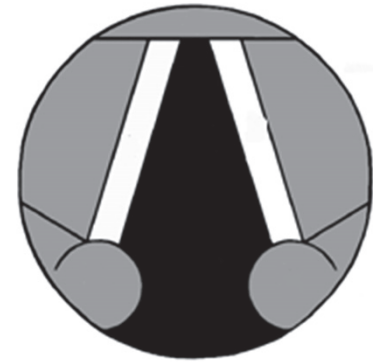
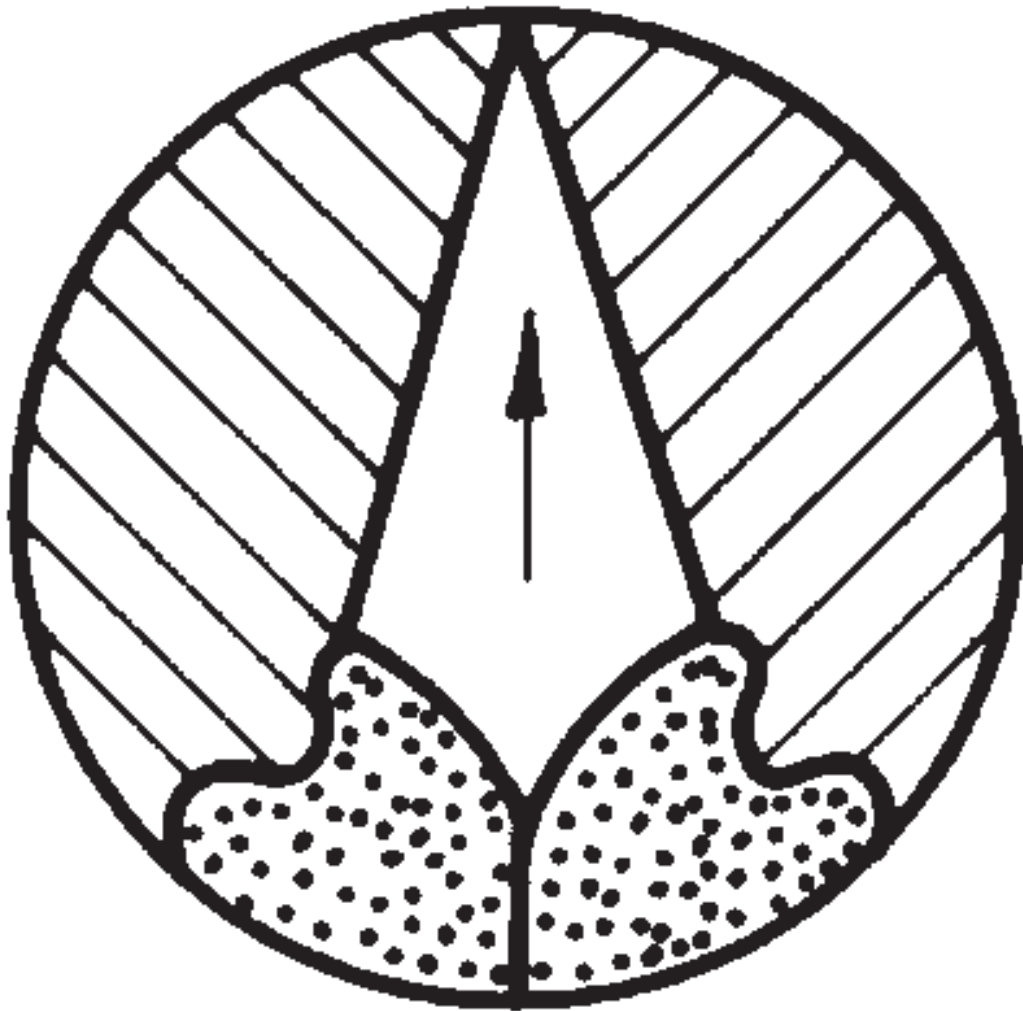
Hangszalagállások:

H-állás



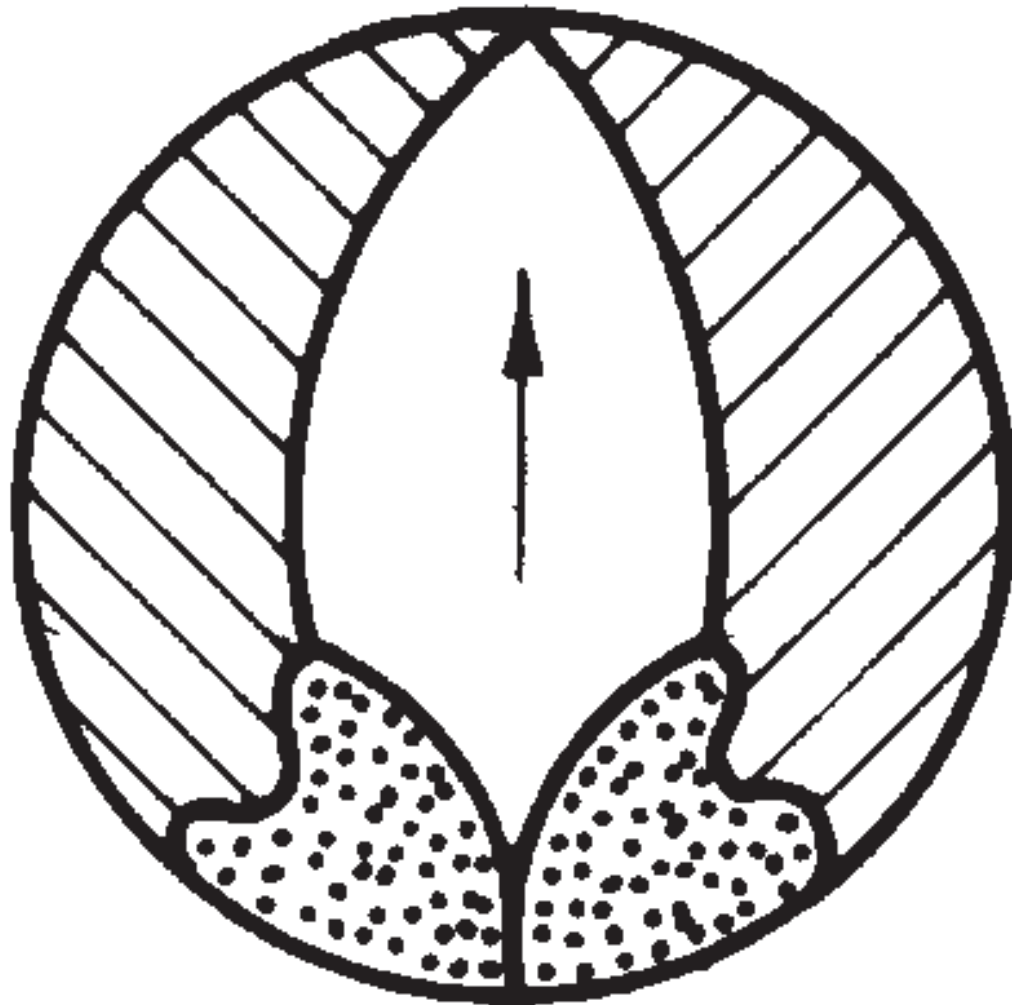
Gégeréshang
(laringális/glottális
spiráns/frikatíva,
approximáns) [h]

Hangszalagállások: Fúvóállás



(g) zöngétlen
pulmonikus hang

Hangszalagállások: Tág lélegzőállás

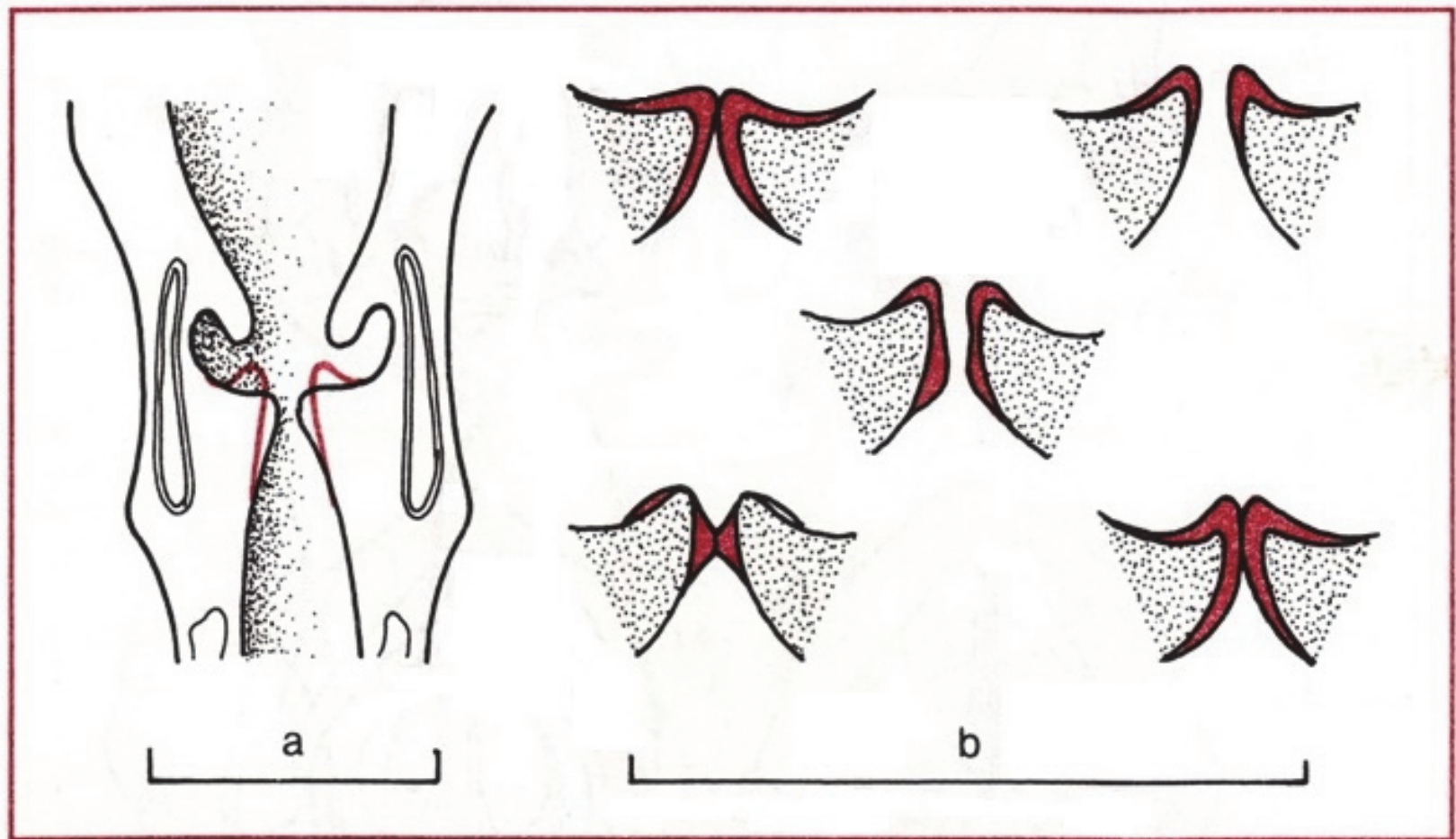


(g) zöngétlen
pulmonikus hang

A hangszalagok mozgása

- 1. Vízsintes mozgás:** a hangszalagok eltávolodása egymástól levegővételekor, hangképzéskor pedig a hangszalagok záródása
- 2. Függőleges mozgás:** a hangképzéskor maga a hangszalagrezgés
- 3. Szél-éli eltolódás:** hangszalagokat borító nyálkahártya mozgása (**a zöngé létrehozásának alapfeltétele**), ami önálló mozgással tömíti a hangszalagok közötti rést megakadályozva a turbulencia létrejöttét, ami zörejt eredményezne

A hangszalagok mozgása

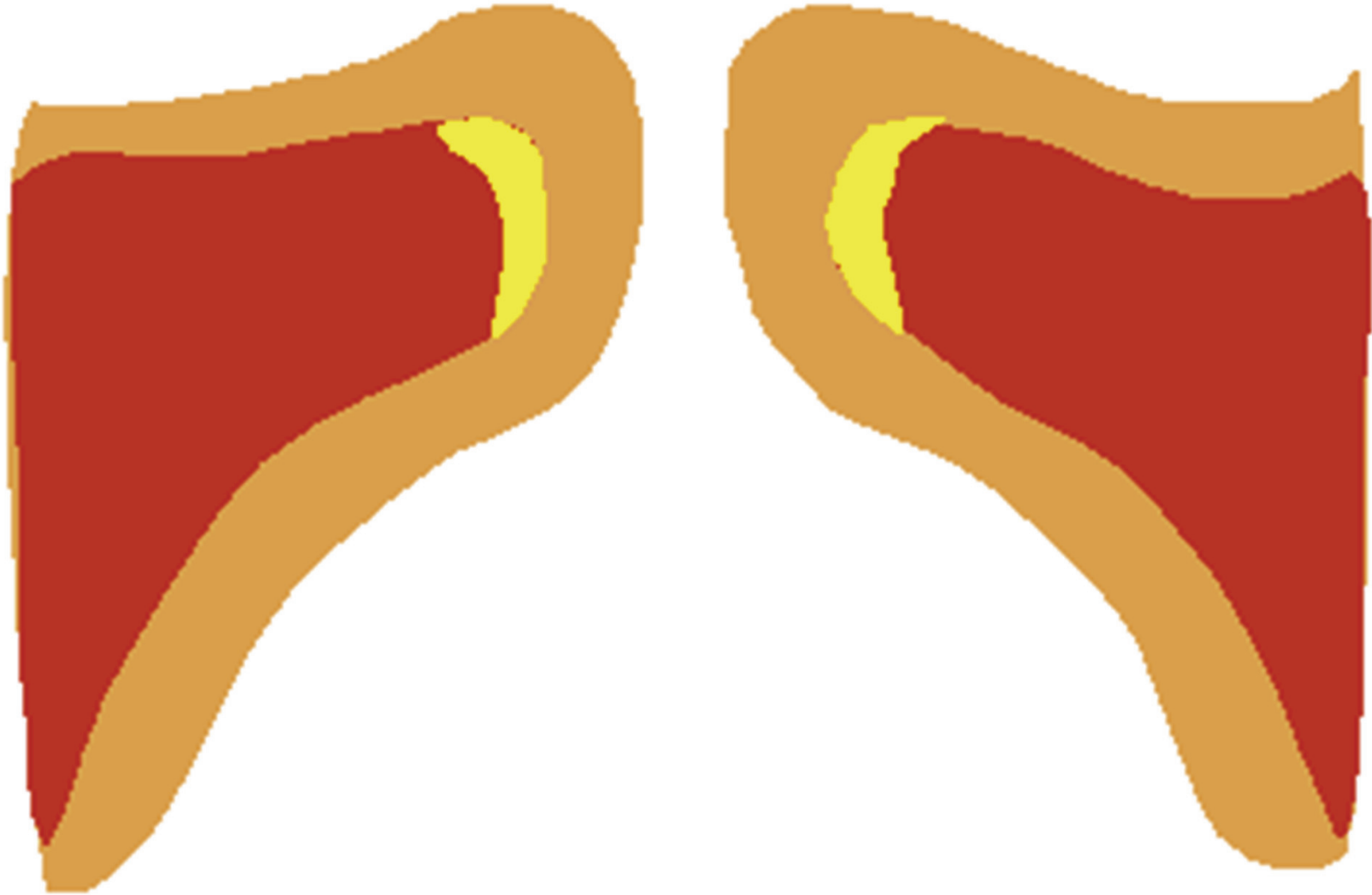


A hangszalagok vertikális és horizontális mozgásai

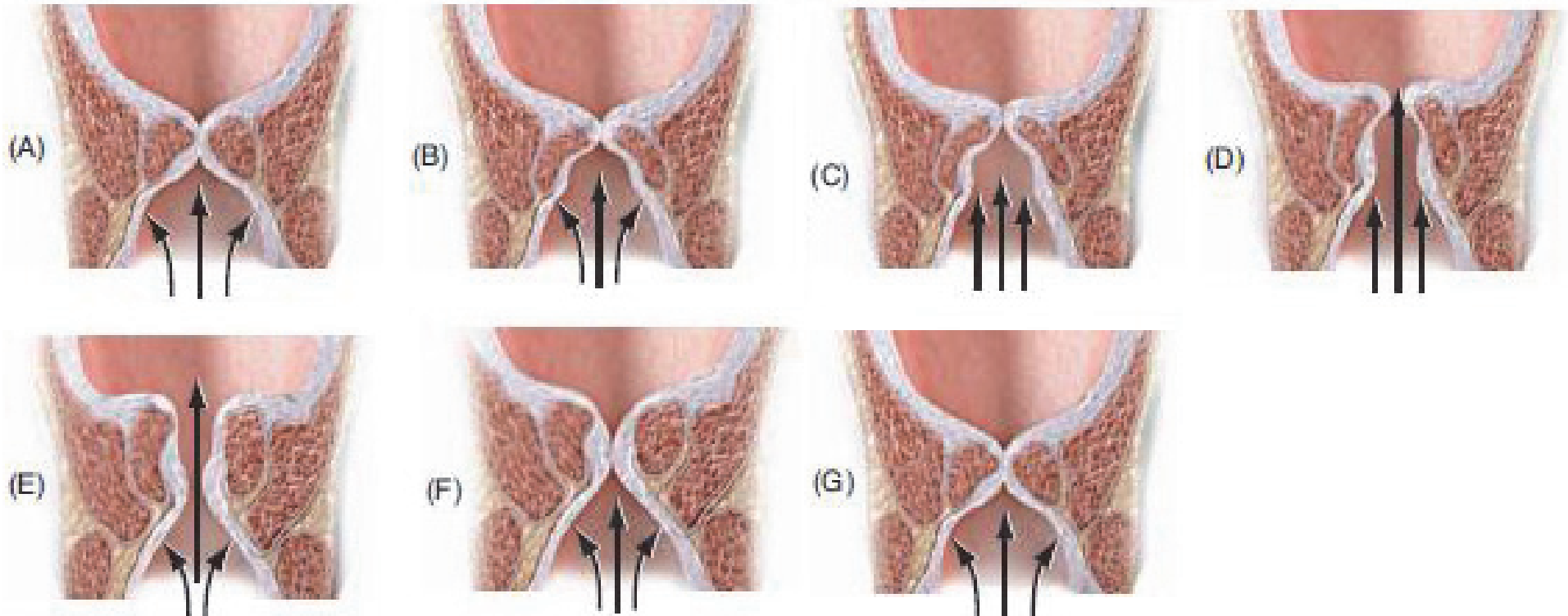
a: a hangszalagok széli részének vízszintes és függőleges elmozdulása;

b: a hangszalagok szél-éli eltolódása

Szél-éli eltolódás



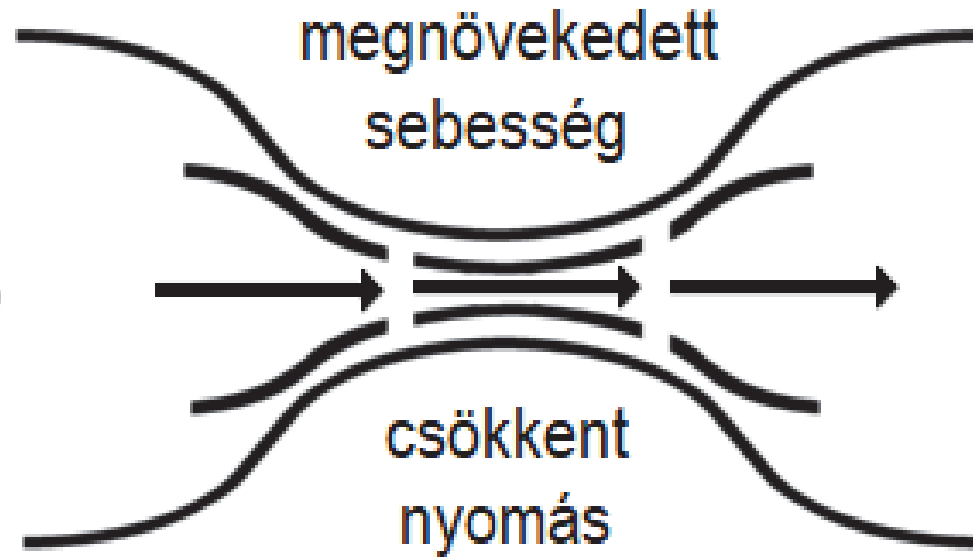
Szél-éli eltolódás



Mitől rezegnek a hangszalagok?

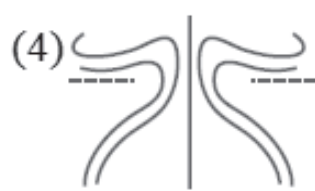
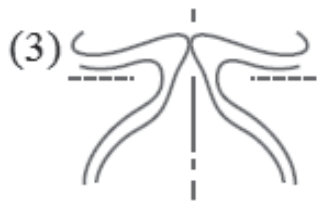
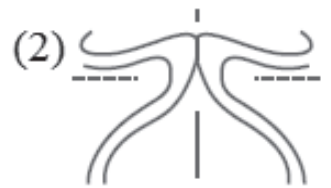
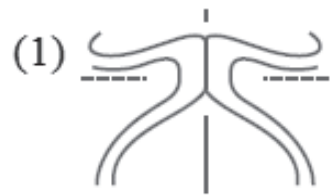
Hogyan okoz a levegő *folyamatos* kiáramlása rezgést?

Bernoulli-effektus (Daniel Bernoulli: *Hydrodynamica*, 1738)



szűkület → hosszabb út (a széleken) →
nagyobb sebesség → kisebb nyomás (kisebb helyen
kevesebb molekula) → szívó hatás

Szél-éli eltolódás

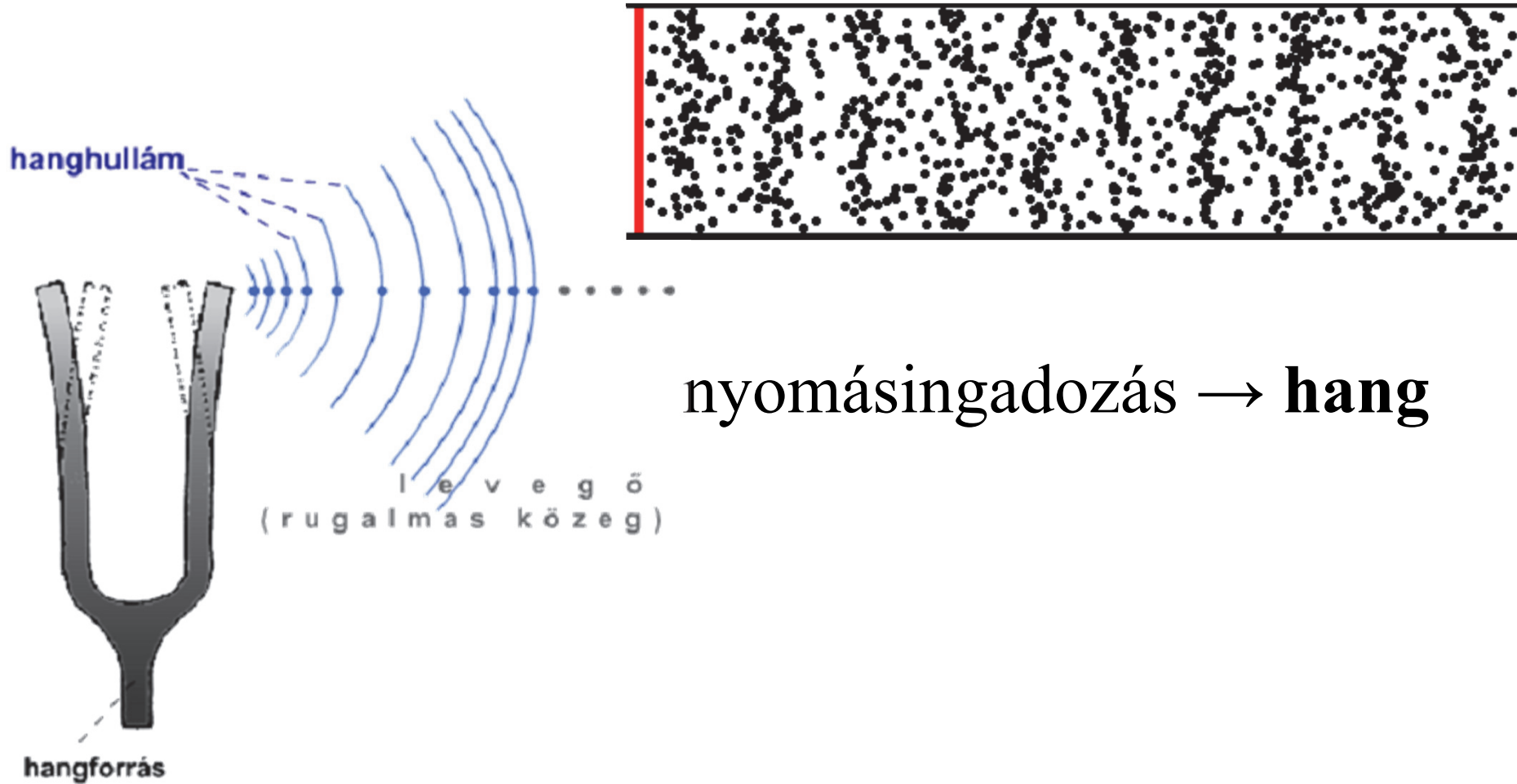


1. A hangszalagok a hangadás kezdetekor (a zöngé-ciklus létrehozásának kezdetén) **zárt** pozícióban állnak, azaz a két hangszalag közti rés, a glottisz (hangrés) zárva van.

2–5. A zárt hangszalagok alatt felgyűlt levegő mennyisége és az így létrejött megfelelő mértékű nyomásnövekedés miatt (a szubglottális nyomás kellő mértékben nagyobb, mint a szupraglottális), a **levegő szétfeszíti a hangszalagokat**, és tovább áramlik a száj- vagy az orrnyílás felé. A hangszalagok távolodása **alulról felfelé hullámként** terjed.

6–10. Mivel a hangszalagok a gégében egy szűkületi ponton helyezkednek el, az itt átáramló levegő a légcső és a toldalékcső felsőbb szakaszához képest gyorsabban halad. Ez pedig Bernoulli törvénye értelmében azt vonja magával, hogy amikor a levegő áthalad az éppen csak szétfeszített hangrésen, a hangszalagok közötti nyomás lecsökken, ez pedig szívó hatást fejt ki a légjárat falaira, azaz a hangszalagokra. A **szívó hatás következtében** a szétfeszítés után a **hangszalagok újra összetapadnak**, így a zöngéképzés egy új ciklusa kezdődhet meg. A hangszalagok közeledése a Bernoulli-effektus hatására szintén **alulról felfelé terjedő** állapot

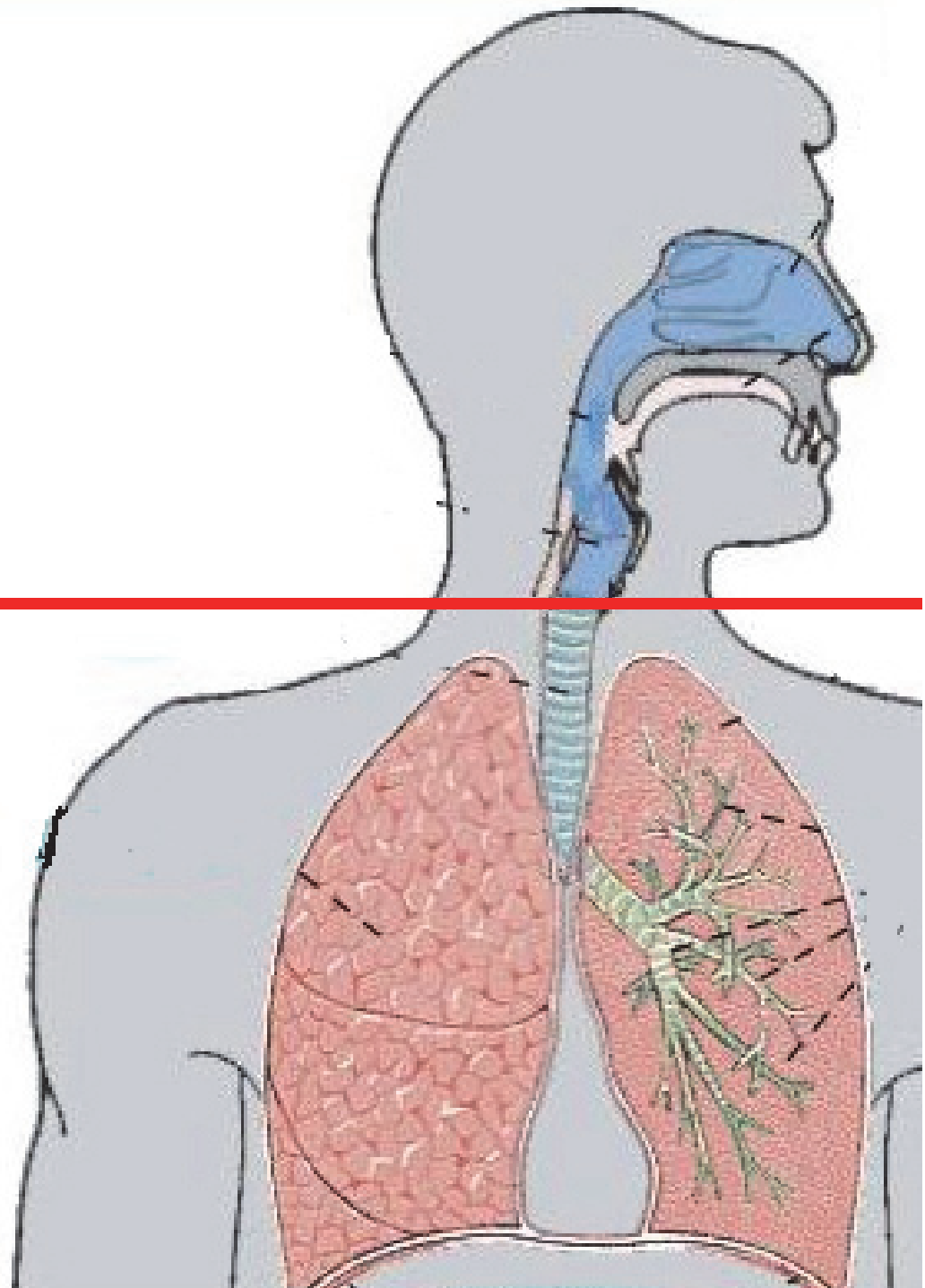
A hangszalagrezgés következménye:



A hangszalagrezgés eredményeképpen létrejött hangrezgés, hang:
ZÖNGE

1. Szupraglottális terület
2. Transzglottális terület
3. Szubglottális terület

A zöngéképzéshez transzglottális nyomáskülönbség szükséges



Zöngéképzés (fonáció)

— *Passzív (spontán) zönge*

(szonoránsok: magánhangzók, szonoráns mássalhangzók)

[A szájüregbeli nyomás a környezettel megegyezik (mert az akadály tágabb, vagy nem is akadály). A transzglottális nyomás nem csökken a fonáció alatt, így a hangszalagok rezgése zöngéállás esetében automatikusan megindul.]

— *Aktív zönge*

(zöngés obstruens mássalhangzók)

[A szájüregbeli nyomás nagyobb, mint a környezeti nyomás (az akadály miatt). A megnövekvő szupraglottális nyomás következtében a transzglottális nyomás csökken, és a zönge csak passzív és aktív artikulációs gesztusok segítségével tartható fenn, avagy a rezgés leáll.]

Zönggeképzés (fonáció)

— *Passzív (spontán) zöng*

(szonoránsok: magánhangzók, szonoráns mássalhangzók)

— *Aktív zöng*

(zöngés obstruens mássalhangzók)

artikulációs gesztusok:

Passzívak (valamely aerodinamikai vagy képzési sajátossággal járnak együtt): pl. az ugyanezen nyomástorlódás következtében táguló szupraglottális üregek, vagy a zöngképzéshez a gége kismértékű süllyesztése.

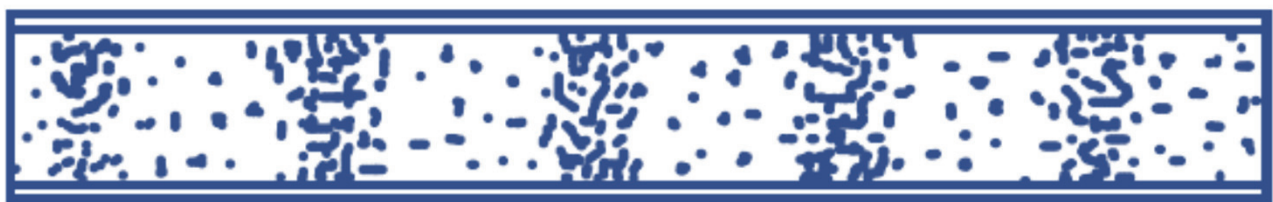
Aktívak (nem más paraméterek következményei, hanem opcionális gesztusok): pl. a nyelvgyök süllyesztése, a zár kismértékű réses nyitása, a nazális üreg átmeneti nyitása]

Tiszta hang/egyszerű hang/színuszhang =

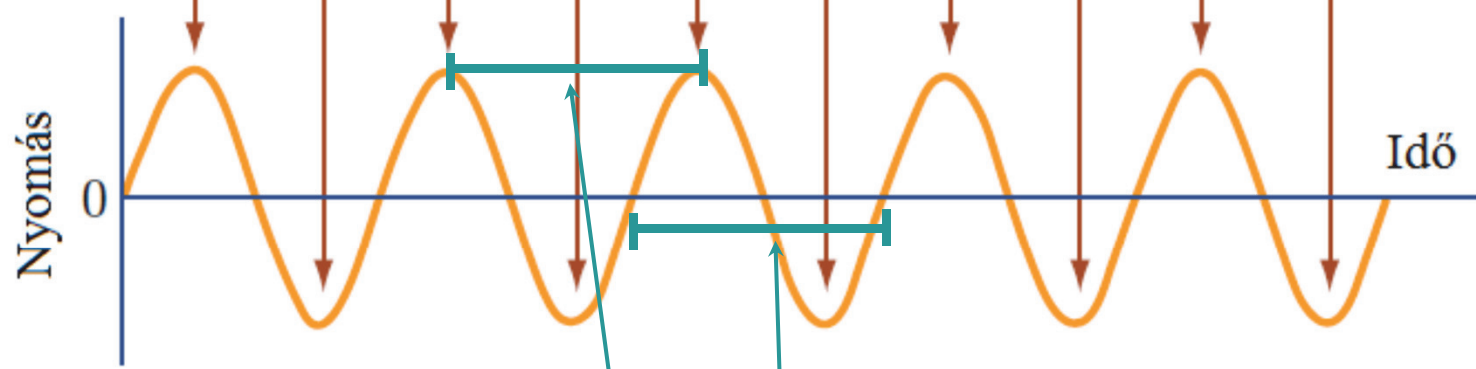
**periodikus
nyomás-
ingadozás**

periodikus:
szabályos
időközönként
ismétlődik

A hang nyomáshullám



C R C R C R C R C R

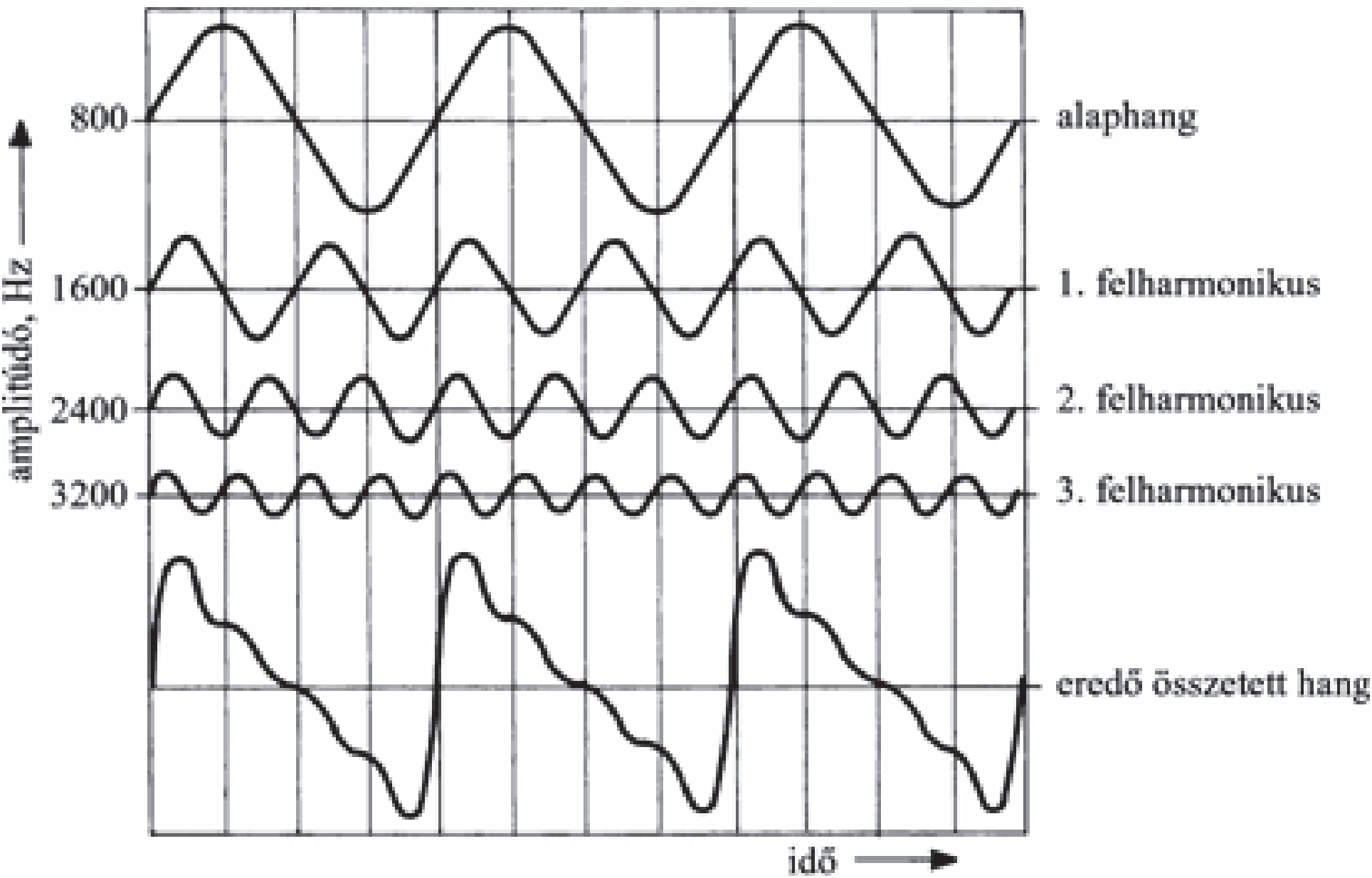


**Rezgéskép
Oszcillogram**

egy periódus

C = Compression
Sűrűsödés
R = Rarefaction
Ritkulás

Összetett hang



A zöngé:

1. Kváziperiodikus hang (a periódusok nem teljesen, de nagyjából egyformák; előfordul, hogy a periódusok nem periodikusak, nem regulárisak: irreguláris zöngé)

2. Összetett vagyis komplex hang (alaphang + felharmonikusok)

[;A zöngé felhangjai nem azonosak a keletkező magánhangzó formánsaival!]

A zöngé összetétele:

alaphang (f_0) + felharmonikusok:

Vigyázat a jelölésnél!

Első felharmonikus, de második összetevő!!!

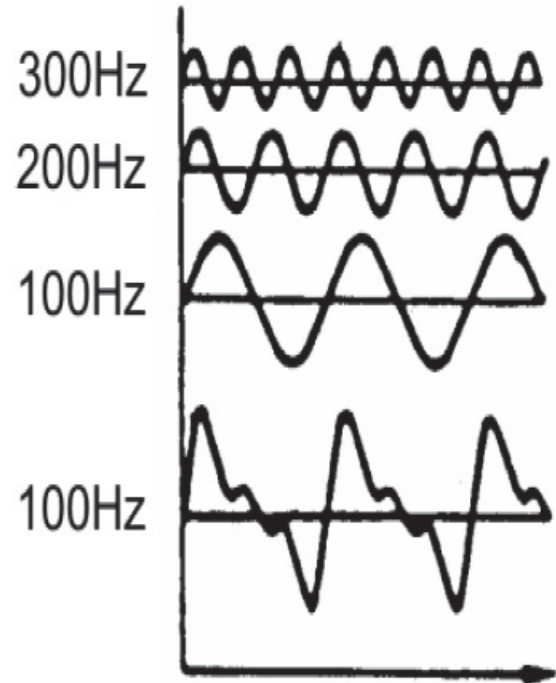
Második felharmonikus ($3f_0$) $100 \text{ Hz} * 3 = 300 \text{ Hz}$

Első felharmonikus ($2f_0$) $100 \text{ Hz} * 2 = 200 \text{ Hz}$

Alaphang (f_0) $100 \text{ Hz} * 1 = 100 \text{ Hz}$

Ezek **összessége:**

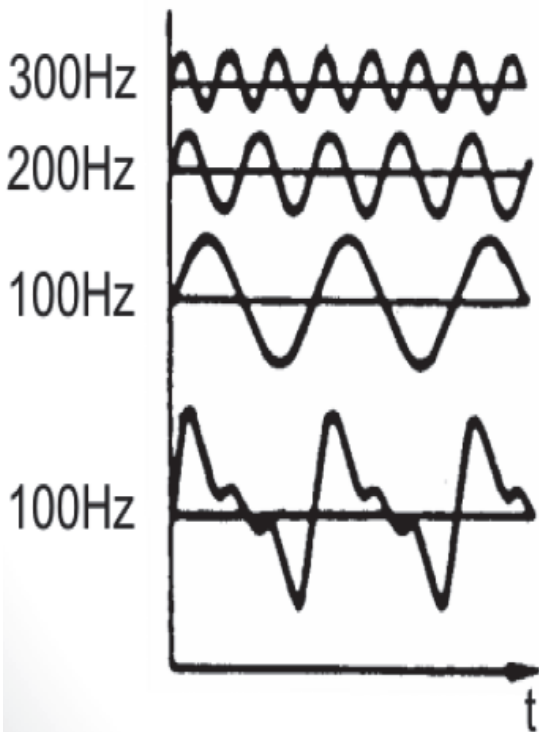
100 Hz alaphrekvenciájú zöngé



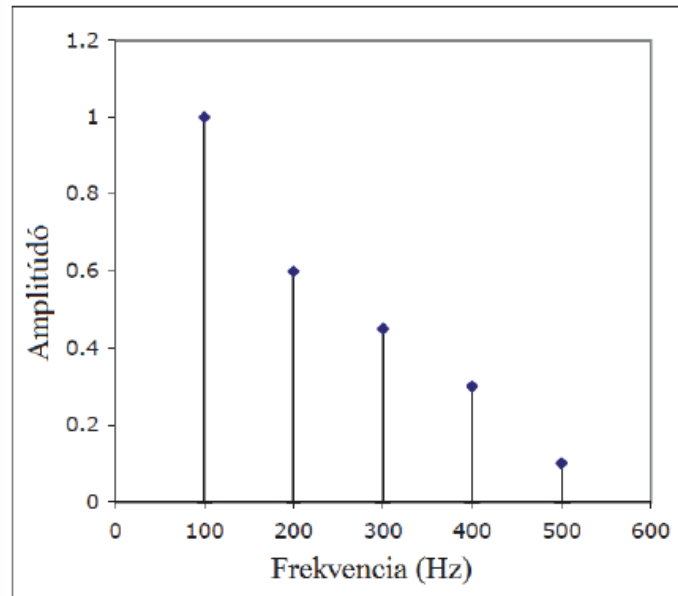
A hang megjelenítése

Rezgéskép

Oscillogram

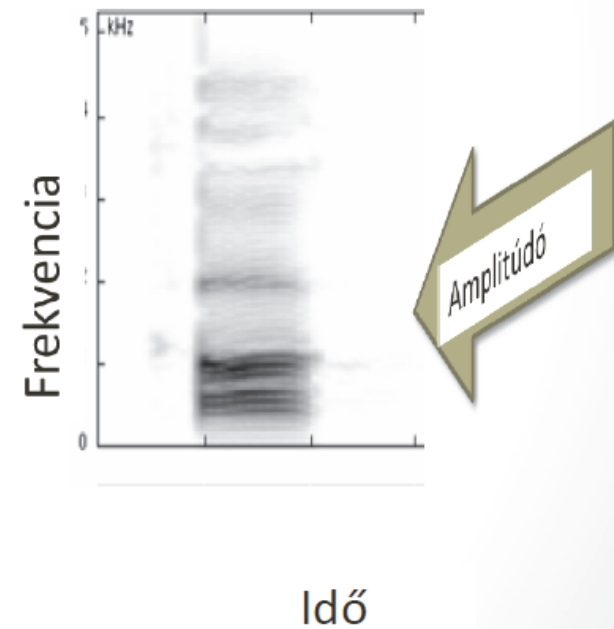


Spektrum



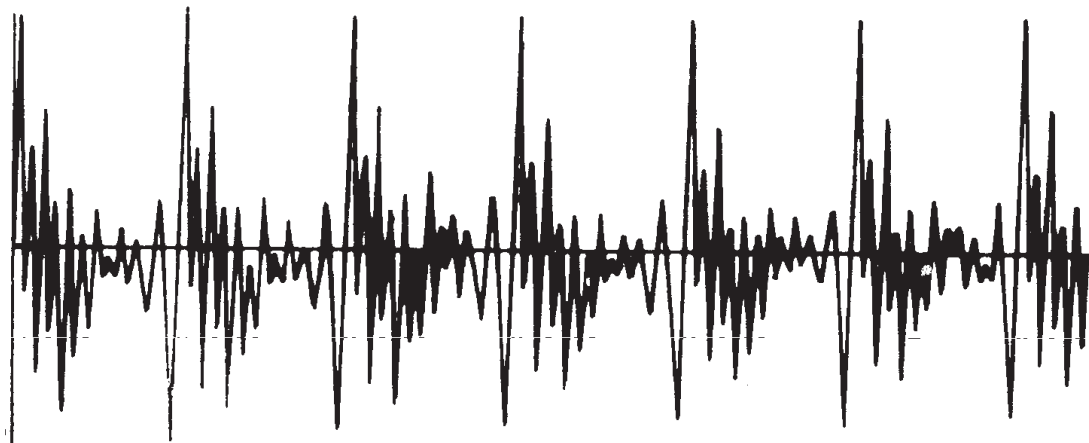
Hangszínkép

Spektrogram

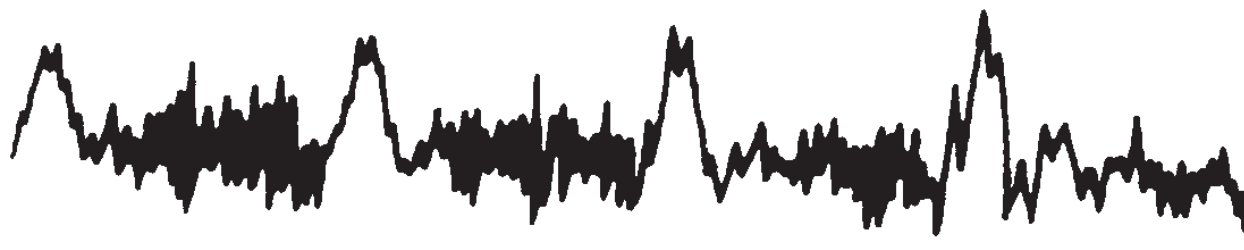


Magán- és mássalhangzók rezgésképe

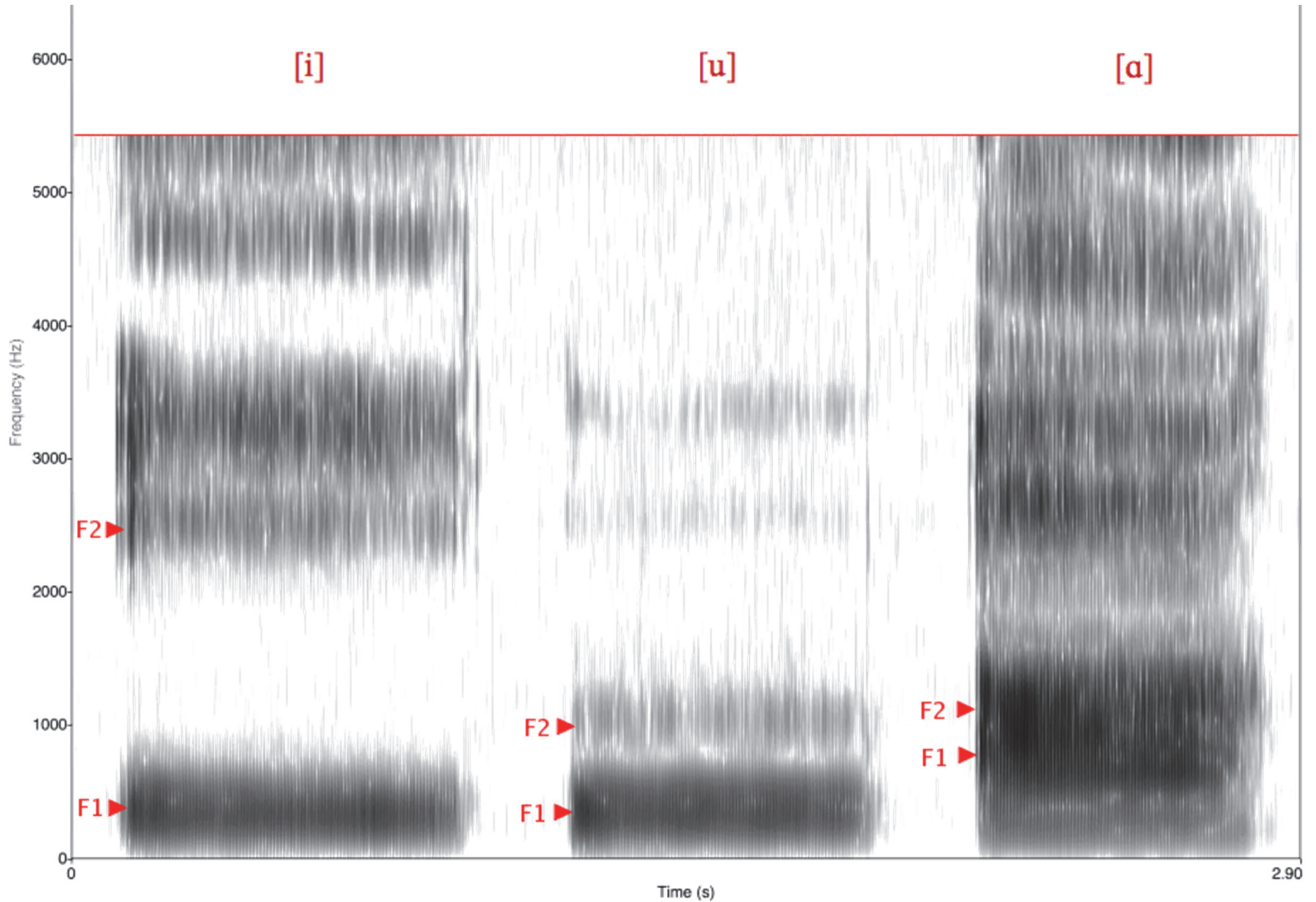
á



zs

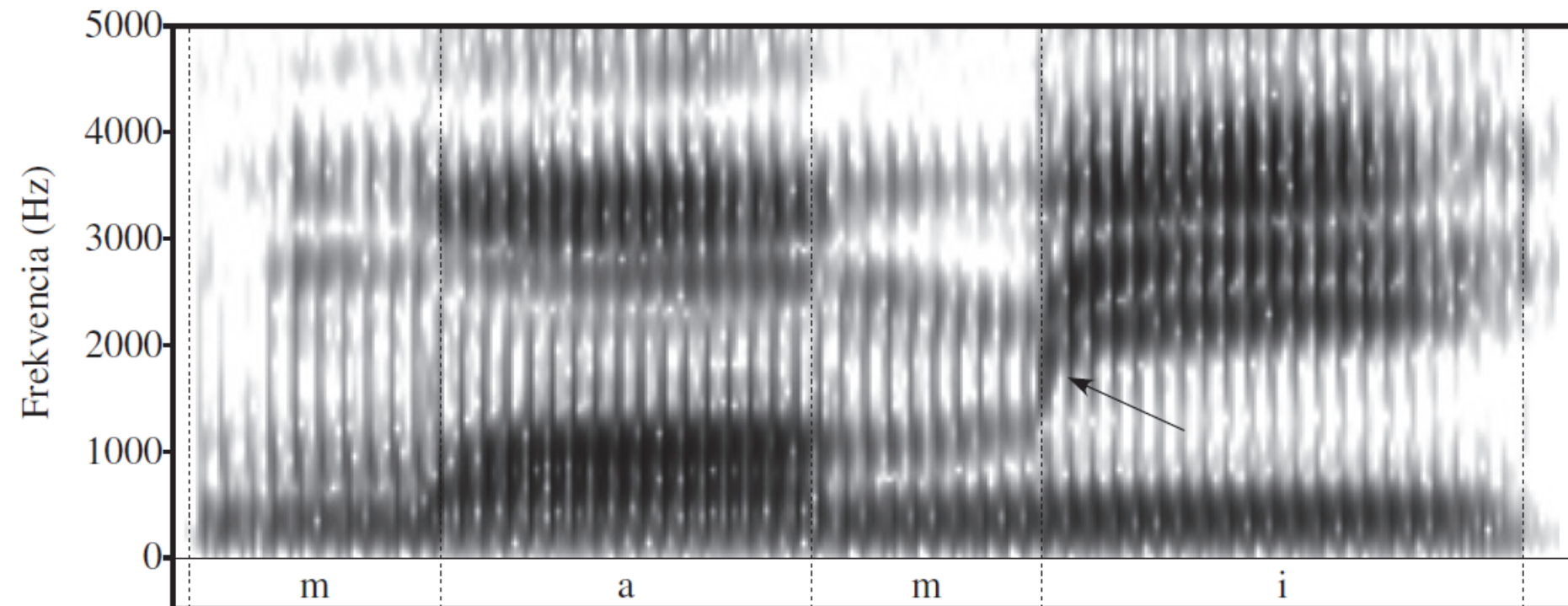


Magánhangzók spektrogramja



Spektrogram

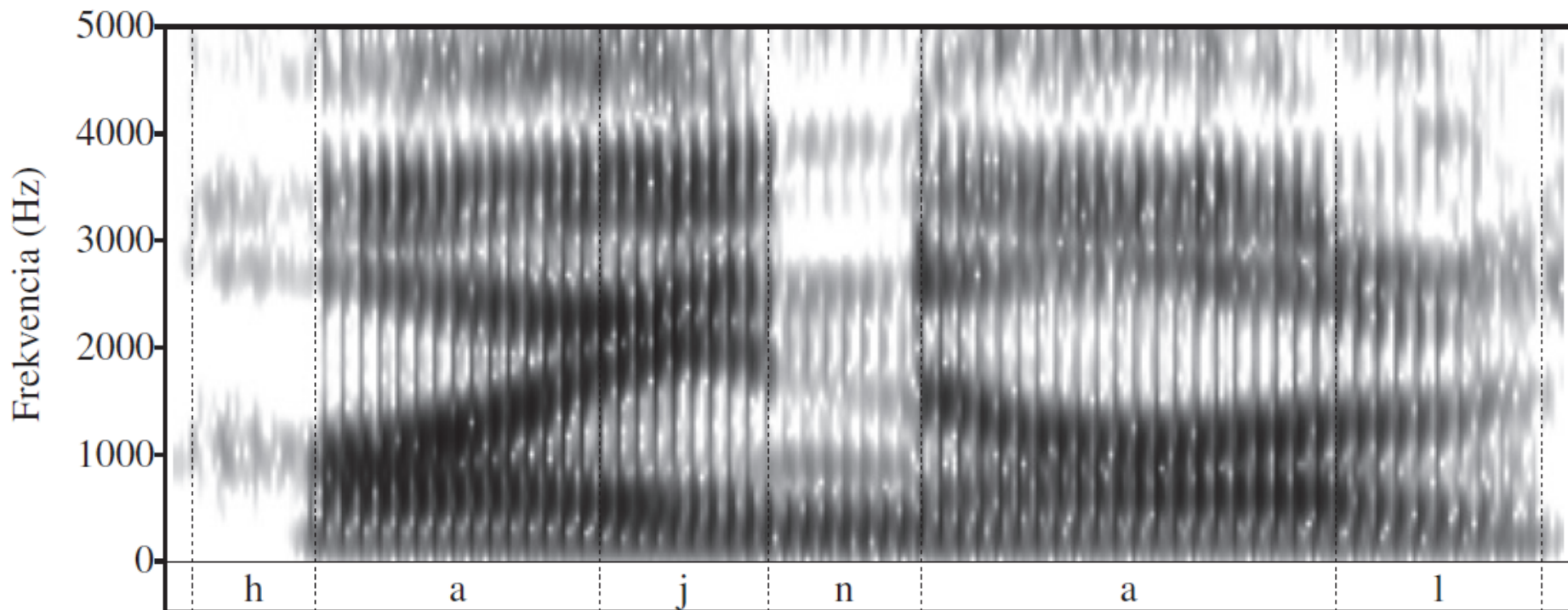
(magánhangzók és szonoráns mássalhangzók)



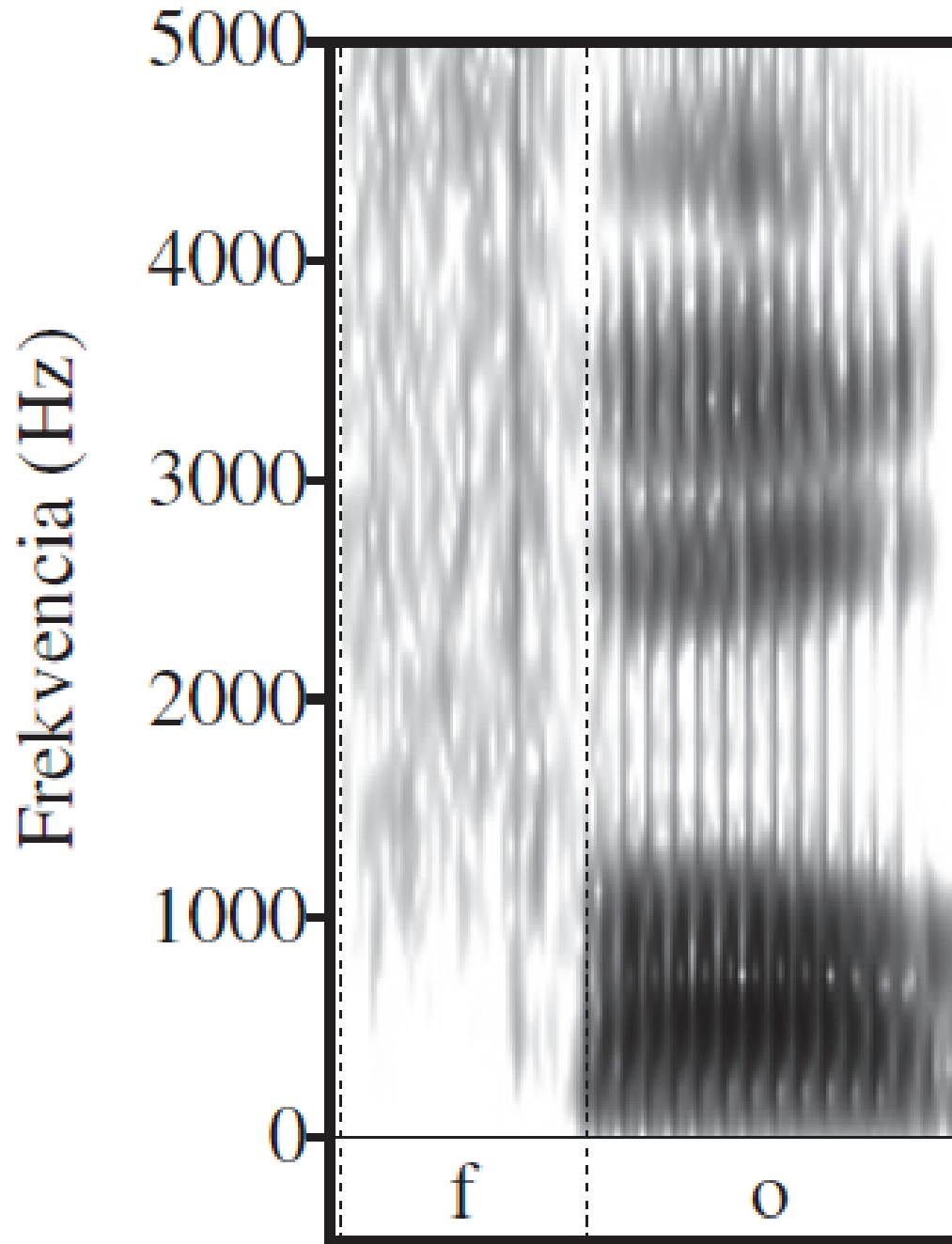
5.31. ábra. A *mami* (523 ms) szó frekvenciaszerkezete. Az [m]+[i] kapcsolódási ponton formánsugrás jöhet létre (nyíl)

Spektrogram

(magánhangzók, szonoráns mássalhangzók és *h*)

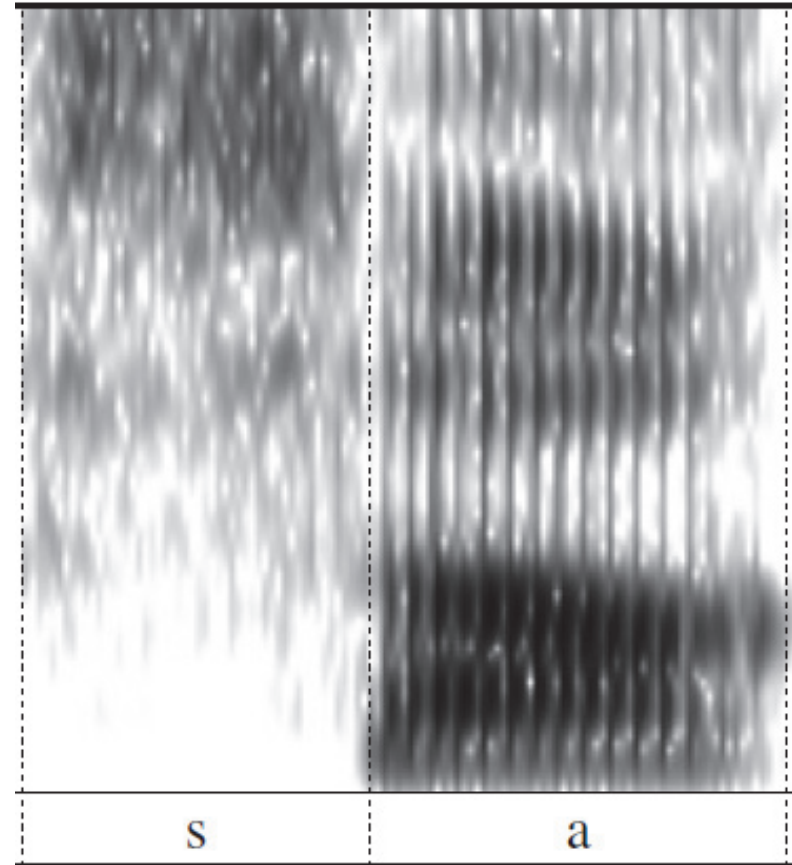


5.28. ábra. A [j] akusztikai vetületei a *hajnal* (612 ms) szóban. Látható, hogy a palatális mássalhangzó magához idomítja a környező hangok formánsait. Ez főleg az F2-k mozgásában látványos a példában



Spektrogramok

zöngétlen frikatíva és
magánhangzó



Fonációtípusok (Gósy Mária)

1. *Zöngés* [= zöngét (is) tartalmazó]

2. *Zöngétlen* [= zöngét nem tartalmazó]

a) *Zéró fonáció* [= a hangszalagoknál semmilyen hang nem keletkezik]

b) *Levegős/hehezetes hanggenerálás* [= a hangszalagoknál réshang keletkezik: H-állás]

3. *Suttogó*

A magyar hangok csoportosítása a hangszalagok artikulációs szerepe szerint

1. Zöngehangok (*szonoránsok*: magánhangzók + szonoráns mássalhangzók) [a hang csak teljes zöngéből áll]

2. Zöngés hangok (*zöngés obstruensek*)

[a hang alapja a szájüregbeli zörej, amihez fojtott zöngé is társul]

3. Zöngétlen hangok (*zöngétlen obstruensek*)

[a hangot csak zörej alkotja]

a) Hehezet (*aspiráció*) [a hangot a gégefőben keletkezett zörej alkotja: laringális/glottális frikatíva/spiráns (*h*)]

b) Zöngétlen szájhangok

[a hangot a szájüregben keletkezett zörej alkotja]

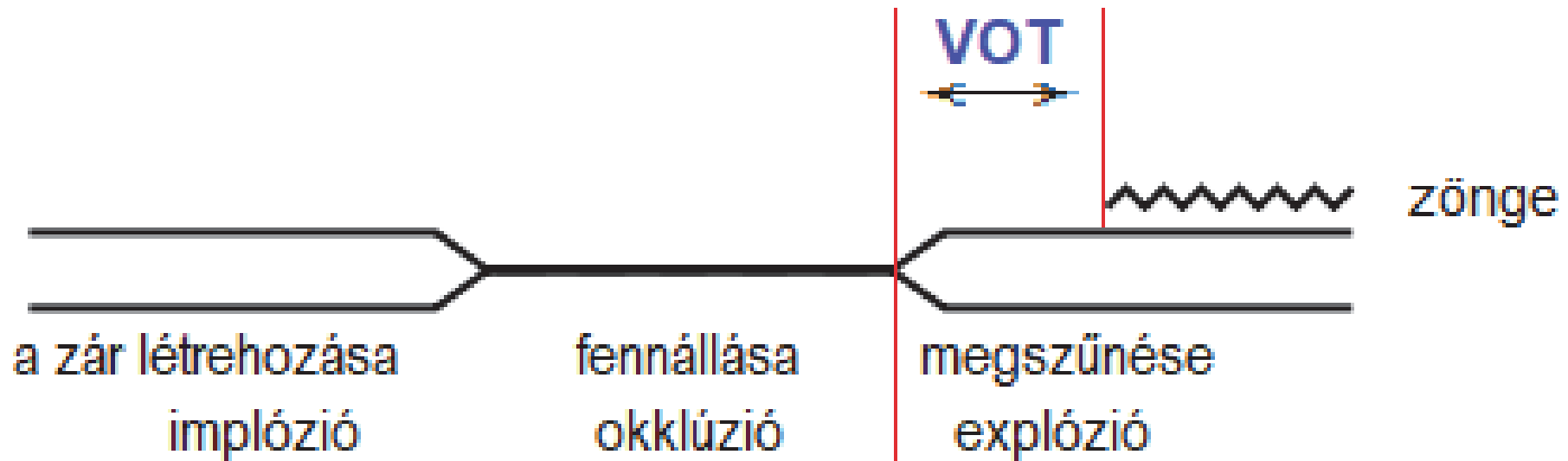
Hangindítás és -befejezés

(a zöngéképzés kezdete és vége)

1. **Leheletes/hehezetes** (a hangrész nem zár)
2. **Lágy** (a hangszalagok puhán közelednek)
3. **Feszés** (a hangszalagok határozottan közelednek, tökéletesen zárnak)
4. **Kemény** (a hangszalagok hirtelen hirtelen összecsapódva zárják a hangrészt)
5. **Préselt** (a hangszalagok összenyomódnak, a gége megemelkedik)

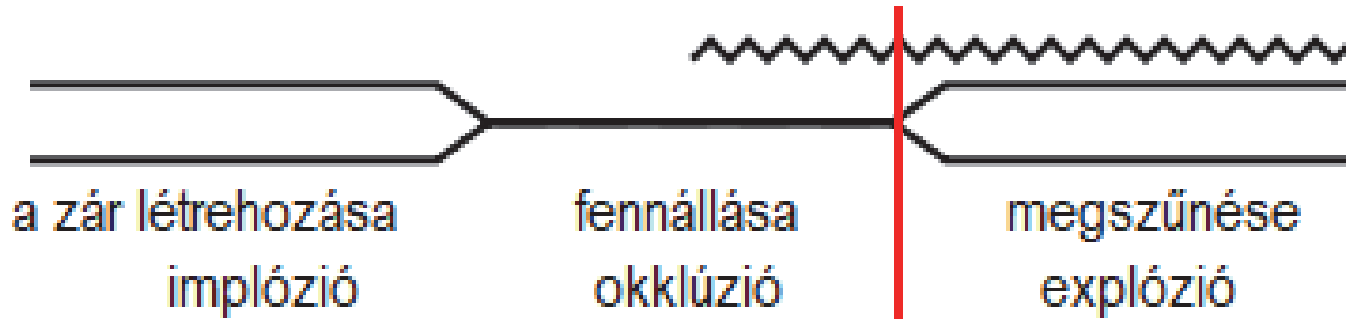
Az explozívák hangindítása: VOT (voice-onset time)

Az az időtartam, ami a zár felpattanásától a zöngेkezddésig tart



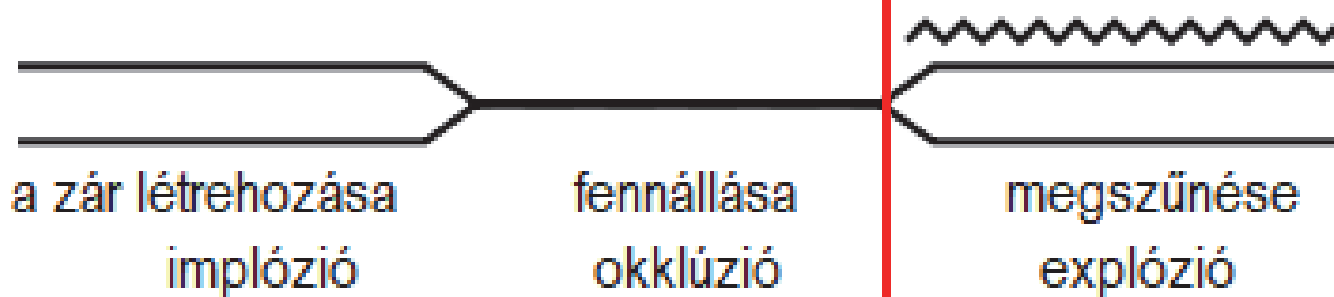
VOT (voice-onset time)

zöngés explozíva



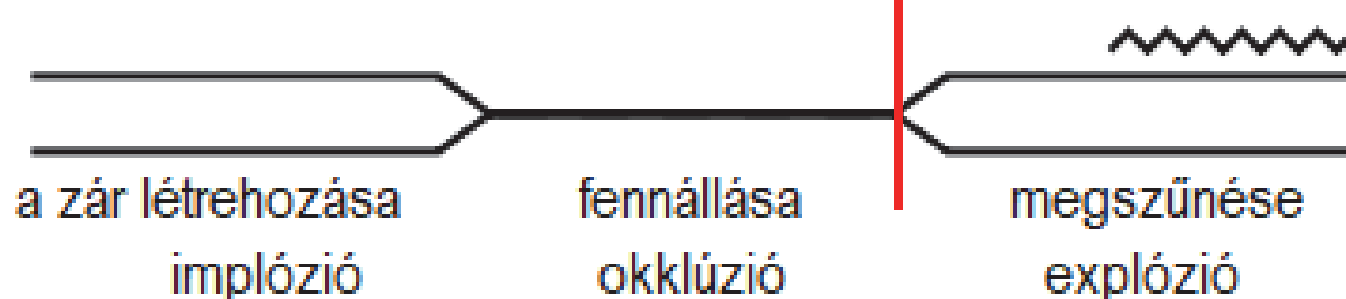
- VOT

nem hehezetes zöngétlen explozíva



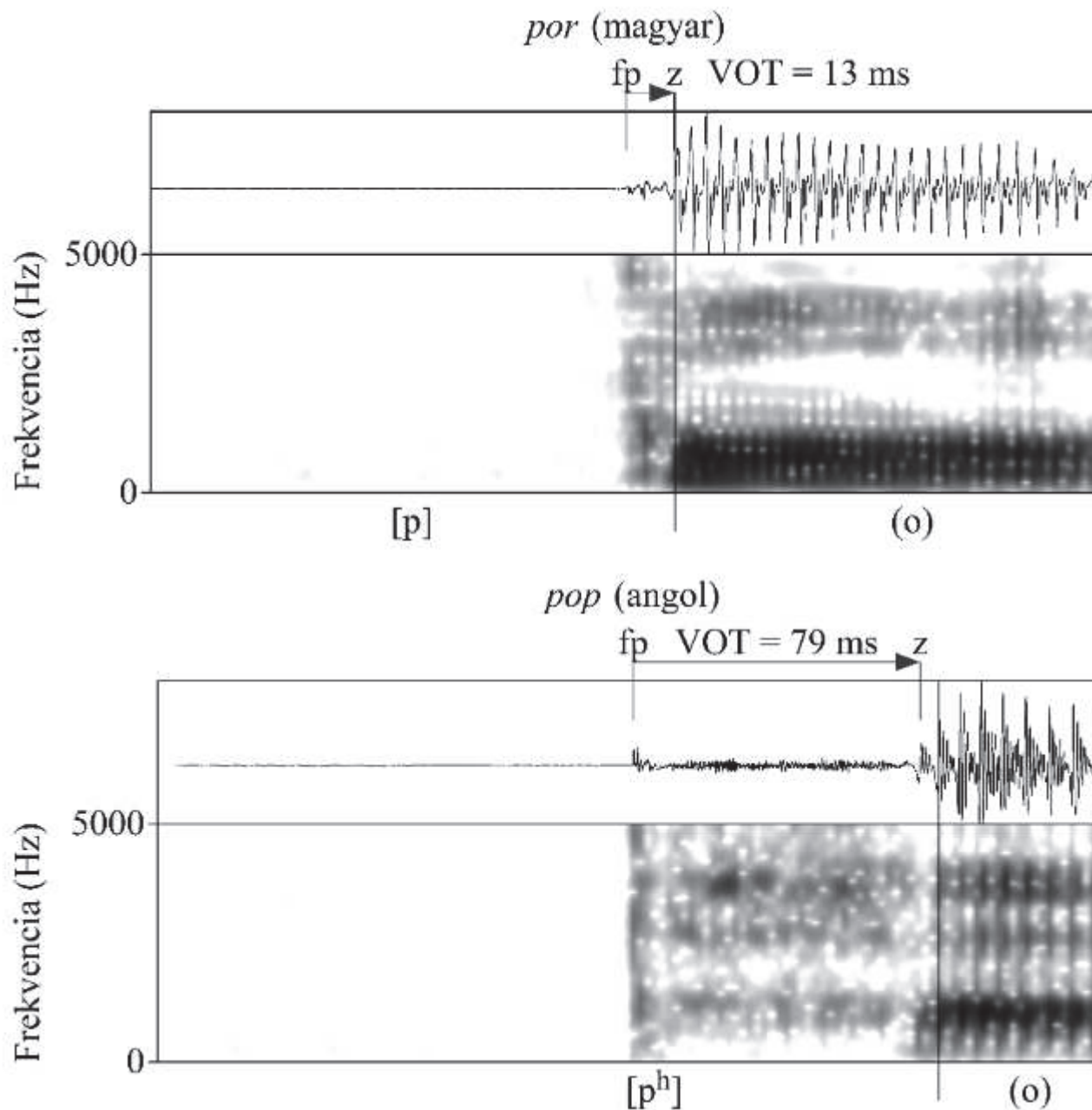
0 VOT

hehezetes zöngétlen explozíva



+ VOT

A VOT eltérései a magyarban és az angolban



A „z” feliratos függőleges vonal a **zöngé kezdetét**, az „fp” feliratos függőleges vonal a **felpattanást**, a harmadik függőleges vonal pedig **a zárhang és a követő magánhangzó határát** jelöli. A nyíl a **zöngékezdési idő tartamát** mutatja.

A hangképzés izomműködése

A zöngé megléte vagy hiánya összefügg az artikulációval: a *zöngétlen hangokat* – mivel a kiáramló levegőt semmi sem tartóztatja fel a gégében – többnyire erőteljesebb szupraglottális izomműködéssel, **feszesebb** artikulációval ejtjük, mint a *zöngéseket* (**laza** képzés).

Az időtartamban különböző magánhangzók képzésének izomműködés is eltérő: a hosszabb magánhangzók artikulációja többnyire intenzívebb szupraglottális izomtevékenységgel jár, vagyis a *hosszú magánhangzók* **feszes**, a *rövidek* **laza** ejtésűek.

Viszont nemcsak a hosszú, hanem a *hangsúlyos* magánhangzókat is **feszes** artikulációval ejtjük.

A hangképzés izomműködése

Hagyományos (német, francia) terminológiában,
pl. Lazicius Gyulánál:

izomműködés:	erős ←————→ gyenge	
zárhang	<i>tenuis</i> (ritk. <i>fortis</i>)	<i>media</i> (ritk. <i>lenis</i>)
részhang	<i>fortis</i>	<i>lenis</i>
	zöngétlen	zöngés

p — *b* — *B*

k — *g* — *G*

Artikulációs erő

(a hangképzés izomműködése)

erős ←—————→ gyenge		
<i>fortisz</i>	<i>(tenuisz)</i>	<i>lenisz</i>
zöngétlen + VOT	zöngétlen 0 VOT nem hehezetes nem palatalizált nem glottalizált	zöngés – VOT

A *tenuis* terminus a görögből származik, ahol háromféle mássalhangzó volt:

zöngés	$\beta \delta \gamma$ /b d g/
aspirált	$\varphi \theta \chi$ /p ^h t ^h k ^h /
tenuis	$\pi \tau \kappa$ /p [̄] t [̄] k [̄] /