

---

## Estudio anatómico-comparativo entre profesionales y alumnos de trompa

### Anatomic contrast between professional and students horn performers

---

Gemma Guillem Cardona  
Conservatorio de música  
“Tenor Cortis”  
Dénia (España)  
[gemmaguillem@ono.com](mailto:gemmaguillem@ono.com)

Miguel Armengot Carceller  
Departament de Cirurgia  
Facultat de Medicina y  
Odontologia  
Universitat de València.  
Valencia (España)  
[miguel.armengot@gmail.com](mailto:miguel.armengot@gmail.com)

Gustavo Juan Samper  
Departament de Medicina  
Facultat de Medicina y  
Odontologia  
Universitat de València  
Valencia (España)  
[Gustavo.Juan@uv.es](mailto:Gustavo.Juan@uv.es)

Mercedes Ramón Capilla  
Departament de Medicina  
Facultat de Medicina y  
Odontologia  
Universitat de València  
Valencia (España)  
[Mercedes.Ramon@uv.es](mailto:Mercedes.Ramon@uv.es)

---

Recibido: 29-01-13 Aceptado: 25-05-13

---

#### Resumen

La investigación y comparación de cómo utilizan las estructuras anatómicas respiratorias durante la interpretación, los profesionales de la trompa y cómo lo hacen los alumnos, servirá para determinar en qué facetas y en qué dirección se debe mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la trompa. Para ello, se seleccionaron 2 muestras diferentes-estudiantes y profesionales- y se realizó un estudio de los parámetros anatómicos que se consideraron oportunos (apertura bucal, faringe, laringe, volúmenes pulmonares y musculatura respiratoria) mediante técnicas de videolaringoscopia, videofluoroscopia, espirometría y poligrafía. Los resultados arrojan que hay diferencias muy evidentes entre profesionales y alumnos especialmente en el tracto aéreo superior, y es esto en parte lo que hace que su calidad musical y técnica trompística sea diferente. Debemos orientar y alentar a los alumnos trompistas (y por extensión a todos los instrumentistas de viento-metal) a una adecuada /óptima modificación del tracto aéreo con el objetivo de servir a la calidad y técnica musical, entendiendo con ello conceptos como flexibilidad, potencia sonora, control en la emisión del sonido y dominio de las articulaciones.

**Palabras clave:** trompa, respiración, faringe, laringe.

#### Abstract

Research and comparison of how professionals and students make use of respiratory anatomical structures during performance will serve as a means of determining which facets and in which direction the methods of teaching and learning the horn should be improved. For this, two different samples – students and professionals – were selected and a study was performed based on the anatomical parameters considered appropriate (mouth aperture, pharynx, larynx, lung volumes, and respiratory musculature) with the technical employment of videolaryngoscopy, videofluoroscopy, spirometry and polygraph. The results shed light on the vast differences, especially in the upper air tract, between professionals and students, and this, in part, explains the gap in their musical quality and horn technique. We must guide and encourage student horn players (and, by extension, all brass players) towards an adequate/optimal modification of the upper air tract in order to improve their musical quality and technique, thus improving their understanding of concepts such as flexibility, sound potential, sound control, and the mastery of articulation.

**Keywords:** French Horn, Breating, Pharynx, Larynx

---

## 1. Introducción

“La técnica es lo primero que se debe lograr y lo primero que hay que olvidar cuando llega el momento de la interpretación” (Benterfa, 1993). Con esta frase se resume la idea global de nuestro trabajo: que sirva para mejorar técnicamente a los músicos trompistas conociendo minuciosamente cómo funcionan las estructuras anatómicas que intervienen cuando se está interpretando.

El aparato respiratorio en los humanos sirve no solo para su función primordial, el intercambio gaseoso, sino que, en el caso de los músicos de viento les permite obtener diferentes sonidos de valor estético con sus instrumentos. La trompa es un instrumento que requiere experiencia en el control del flujo aéreo para obtener las diferentes notas. Se necesita mucho entrenamiento para adquirir la habilidad de proporcionar al instrumento la necesaria y adecuada cantidad de aire en cada momento.

Hay muy pocos estudios que hayan valorado cómo se utilizan los diferentes músculos respiratorios, cambios de volumen pulmonar (Bouhuys, 1968), presiones (Fiz, 1993) y flujos originados en la espiración y cambios en la morfología de la faringe y laringe durante la obtención de diferentes notas musicales.

También la estructura y cambios en la morfología de la vía aérea alta (faringe-laringe-cavidad oral y labios) son fundamentales tanto para la generación del sonido como para que éste resulte estético, agradable y con un tono adecuado. El aprendizaje con técnicas específicas del control de la posición de la lengua es esencial para regular el flujo aéreo y la presión que se ejerce sobre la boquilla (Spencer, 1958). La importancia de la vía respiratoria alta intacta y el entrenamiento adecuado para adoptar las diferentes morfologías según sea la nota deseada ha sido resaltada por diferentes autores (Navátril, 1968).

En parte, el rendimiento musical depende de una adecuada utilización de la musculatura respiratoria. El describir cómo la utilizan los profesionales virtuosos de cada instrumento puede tener utilidad docente y de mejora de la técnica musical. De hecho en la práctica y educación

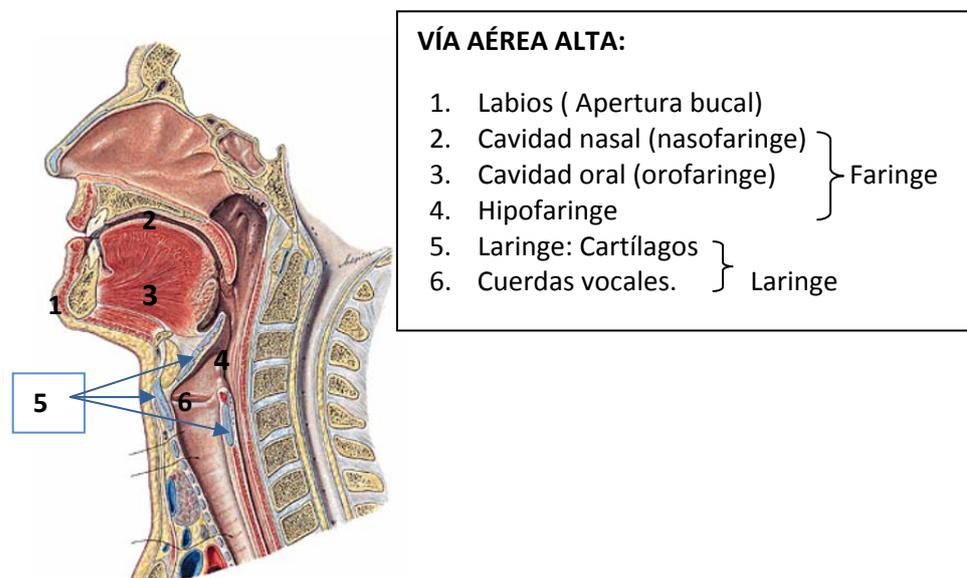
musical, hechos objetivos en relación con tocar un instrumento (presiones, patrones respiratorios, flujos, etc.) son útiles para el músico docente/virtuoso y a veces incluso para el compositor (Fuks, 1999).

Se discute el papel de las cuerdas vocales en el resultado musical. Médicamente, desde Clinch (1982) quien sugiere que la vibración de las cuerdas debe ser la misma que la frecuencia requerida en las diferentes notas musicales; Backus (1985) no le da ninguna trascendencia. Mukai (1989) sugiere que la garganta debe de estar abierta y relajada para asegurar un tono pleno. En una publicación reciente, Eckley (2006) estudia la glotis, cuerdas vocales y base de la lengua en 10 músicos de viento mediante videolaringoscopia flexible y concluye que la laringe controla el flujo que llega a la pieza bucal y por ello los músicos de viento deben considerarse profesionales del uso de la voz.

De acuerdo a esto, se plantea la siguiente cuestión: Los volúmenes pulmonares, patrón respiratorio, flujos, presiones, contracción muscular y cambios en la morfología y dinámica de la vía respiratoria alta se comportan de manera diferente en músicos profesores/virtuosos de trompa respecto a los alumnos. El análisis comparativo en estos dos grupos de músicos (profesores/virtuosos y alumnos) permitirá entender los mecanismos de producción del sonido con un tono y perfección adecuados y tendrá una probable aplicación en la enseñanza y mejora de la técnica trompística. Los objetivos concretos son:

1. Medir los volúmenes, flujos y presiones máximas (P<sub>Imax</sub> y P<sub>E<sub>max</sub></sub>) en 8 músicos profesionales y compararlos con 3 músicos noveles. Comparar estos parámetros con los valores de referencia de una población normal.
2. Estudiar la fatigabilidad de los músculos respiratorios mientras interpretan una pieza extenuante.
3. Estudiar en las dos muestras motivo del estudio los cambios morfológicos y funcionales de la vía aérea alta por videofluorosocopia y videolaringoscopia directa mientras interpretan diferentes notas musicales, buscando diferencias entre las mismas.

4. Buscar los patrones de comportamiento comunes en las dos poblaciones estudiadas y en los diferentes parámetros analizados con el fin de relacionarlos con la calidad técnica- musical y poderlos utilizar con fines docentes y de mejora instrumental.



**Fig. 1.** Gráfico de las partes de la vía aérea alta estudiadas (Sobotta,1991)

## 2. Método

### 2.1 Muestra

Se estudiaron un total de 11 músicos de trompa voluntarios, los cuales se clasificaron en 3 grupos:

Grupo 1: Profesionales trompistas dedicados fundamentalmente a la interpretación (Profesores de orquesta, profesores de Conservatorio superior de música, Solistas).

Grupo 2: Profesionales de la trompa dedicados a la enseñanza.

Grupo 3: Estudiantes.

Como parte del estudio, se planteó el análisis comparativo de todos los parámetros que se analizasen en una población de músicos virtuosos (Grupos 1 y 2 juntos) y en otra de músicos noveles permitiendo así conocer que facetas y en qué dirección se debe mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje del instrumento.

A todos ellos se les practico las siguientes exploraciones:

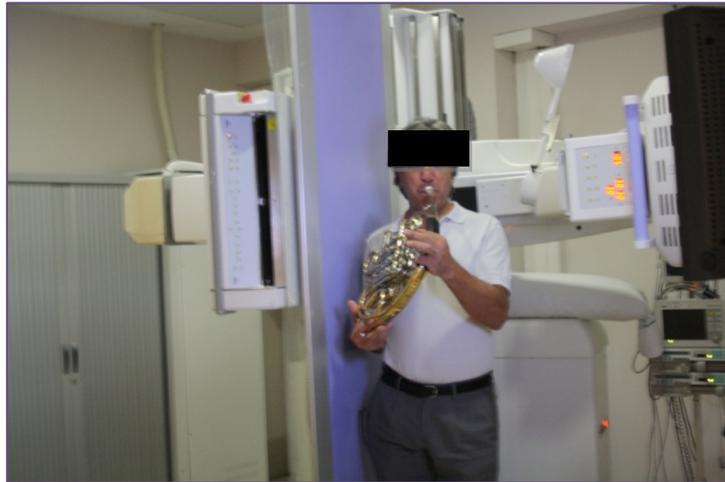
## 2.2 Técnicas de estudio

Vía aérea alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videofluoroscopia</li> <li>• Video</li> <li>• Nasofaringofibroscopia</li> </ul>
Volúmenes pulmonares y presiones respiratorias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espirometría</li> <li>• Master Screen Body</li> </ul>
Patrón respiratorio y presiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transductor de presión</li> <li>• Polisomnógrafo</li> </ul>

**Tabla 2.** Pruebas clínicas llevadas a cabo (columna derecha) para el análisis de las diferentes secciones anatómicas (columna izquierda).

### 2.2.1 Videofluoroscopia

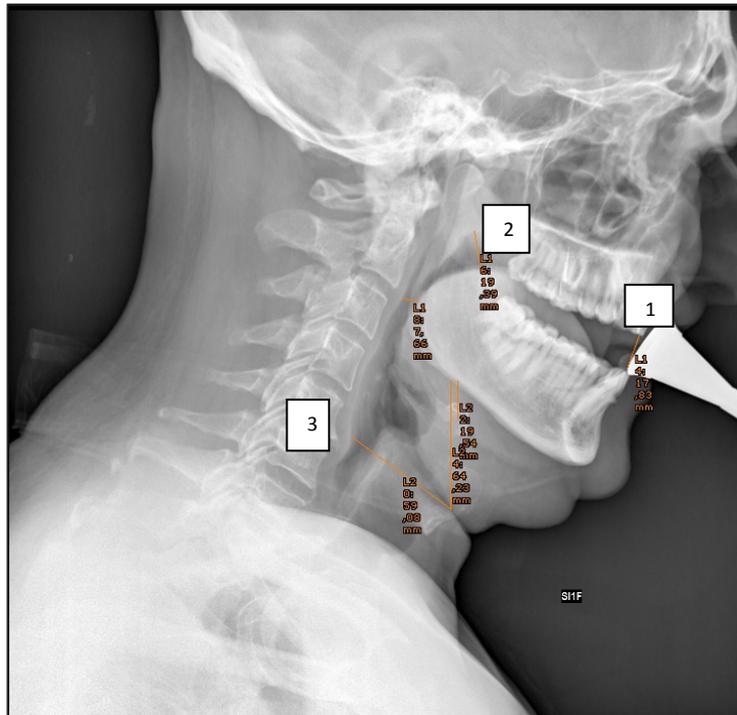
La videofluoroscopia es una técnica de imagen usada en medicina para obtener imágenes en tiempo real de las estructuras internas de los pacientes mediante el uso de un fluoroscopio.



**Fig 3.** Realización de una prueba con el fluoroscopio.

De todas las mediciones de puntos anatómicos que se realizaron para la videofluoroscopia, destacamos en este artículo:

- Apertura bucal: definida como la posición (grado de apertura) de los labios en relación con la luz de la cavidad oral.
- Distancia Lengua-paladar blando: definido como medición desde la lengua al paladar blando.
- Tamaño (expansión) de la hipofaringe (parte inferior de la faringe).



**Fig 4.**Imagen videofluoroscópica para la toma de las mediciones: 1.Apertura bucal (Ap. bu.). 2. Distancia lengua-paladar blando. 3.Hipofaringe.

### 2.2.2 Videolaringoscopia

La Videolaringoscopia es una técnica que se utiliza en medicina que consiste en un tubo flexible de fibra óptica(endoscopio) al que va unido una cámara conectada a un video , y se introduce en un orificio natural (en este caso la nariz)para su visualización. De la exploración de la dinámica laríngea por videolaringoscopia hemos destacado en este artículo el estudio de:

- Apertura del espacio glótico y Cuerdas vocales.
- Movilidad de las paredes faríngeas (luz faríngea).
- Movilidad/ dinámica laríngea.



Fig. 5. Pruebas endoscópicas.

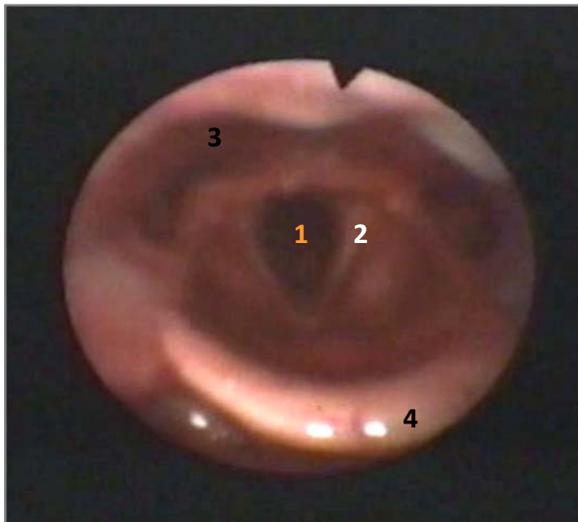


Fig. 6. Imagen de la glotis obtenida durante la interpretación.

Parámetros valorados:  
1. Hendidura glótica  
2. Cuerdas vocales  
3. Luz faríngea (zona muscular)  
4. Epiglotis (cartílago laríngeo)

### 2.2.3 Volúmenes pulmonares y presiones respiratorias

Los volúmenes pulmonares, flujos y presiones se midieron en un Master Screen Body de Jaeger. y se compararon con los valores de referencia(Roca, 1998).



Fig. 7. Pruebas de espirometría con Master ScreenBody.

### 2.4 Tareas musicales para la medición

En relación a todas las estructuras anatómicas que se debían valorar se escogió:

- Los cuatro sonidos Sib que se pueden realizar en la trompa en sus dos dinámicas: fuerte(f) y piano(p).
- La interpretación del Concierto nº 2 para trompa y orquesta (KV417) de W. A. Mozart, 1r. movimiento.

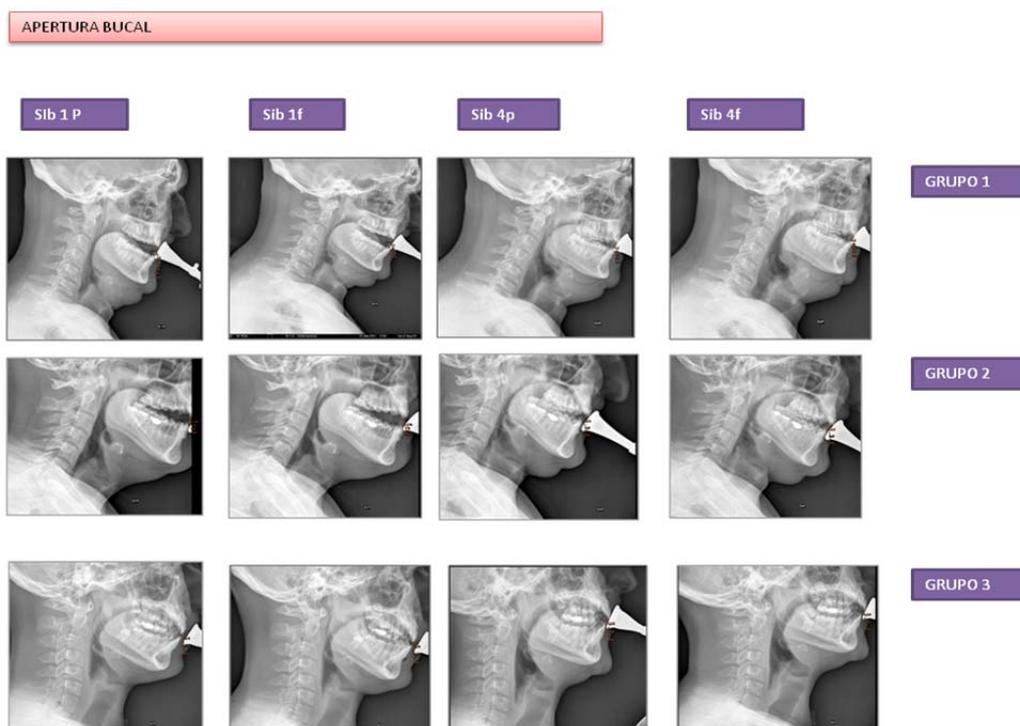
### 3. Análisis de datos

A partir de la información recogida exclusivamente en el estudio de la mecánica respiratoria se realizó un análisis estadístico-descriptivo de los datos. Para la comparación entre los grupos se utilizaron métodos no paramétricos, en concreto la *prueba de Mann-Whitney* para el contraste de dos muestras independientes. Los resultados se expresaron en gráficos de dispersión. Todas las pruebas se llevaron a cabo en el “Hospital General Universitari” de València.

#### 3.1 Contrastede vía aérea alta mediantevideofluoroscopia

##### 3.1.1Apertura bucal

En general, la apertura bucal está más abierta (mayor distancia) en el registro grave (sib1) que en el registro agudo. El grupo 3 (estudiantes) realizan poca variación de la apertura bucal, y los grupos 1 y 2 (grandes intérpretes, profesores) adaptan mejor su apertura bucal al registro.



**Fig. 8.** Imagen obtenida por videofluoroscopia de los diferentes grupos y notas. Obsérvese la escasa modificación de la apertura bucal en el grupo 3 (estudiantes) entre registros extremos (ej. Sib1p- Sib4p) y el resto de grupos.

En futuras aplicaciones pedagógicas en nuestras aulas, debemos enseñar al alumnado a que para ascender hacia el registro agudo es necesario cerrar la embocadura; es ésta una aplicación directa del la Ley de Boyle: si se aumenta la presión, se debe disminuir el volumen. En las aulas, se suele dar por entendido este concepto, pero de las observaciones se infiere que se debe seguir trabajando en ello.

### 3.1.2 Distancia lengua-paladar blando (L-PLB)

La distancia L-PLB está disminuida en el registro agudo. Sin embargo, el grupo de los estudiantes (G. 3) se diferencia claramente al prácticamente no modificar su distancia L-PLB en los diferentes registros y dinámicas.



Fig.9. Medida de la distancia lengua-paladar blando para los grupos 1 y 2

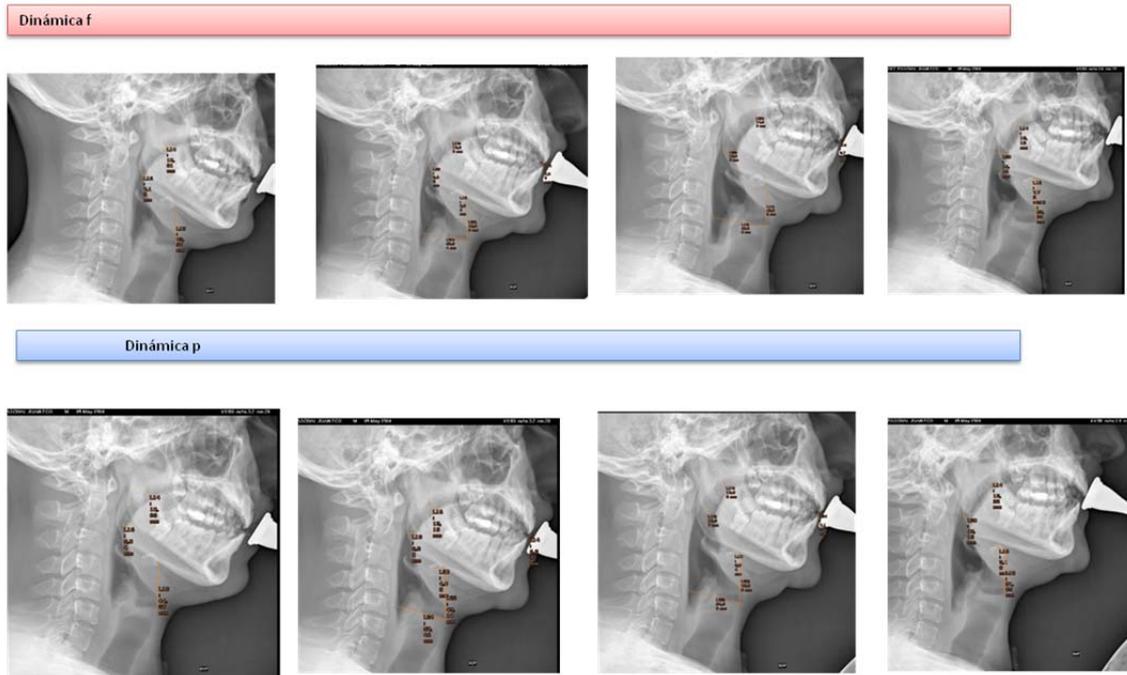


Fig. 10. Medida de la distancia lengua-paladar blando para el grupo 3.

La lengua tiene un papel muy destacado en todo el proceso técnico- musical: Regula el volumen de la cavidad oral, y por tanto, la cantidad de aire que llega hasta la boquilla. Además está estrechamente ligada a la dinámica laríngea (es la movilidad de la laringe, en un sentido anterior y ascendente, que tiene ésta cuando se asciende hacia el registro agudo debido a razones anatómicas), y su movilidad condiciona al resto de estructuras.

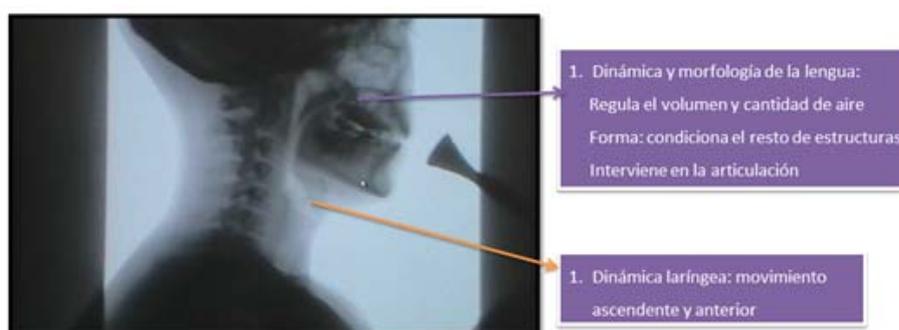


Fig. 11. Dinámica y morfología de la lengua.

Por grupos, el grupo 3 es el que menos optimiza sus recursos o los utiliza de manera menos adecuada: un tamaño excesivo de la hipofaringe (el enorme volumen que toma en algunos casos), la falta de dinámica-movilidad laríngea, dan como resultado una interpretación del concierto antes referido más bien deficiente que eficiente, lo cual nos lleva a la primera gran diferencia entre profesionales y estudiantes: la falta de movilidad faringo-laríngea impide la expresión exacta de las diferentes notas.

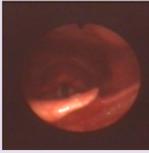
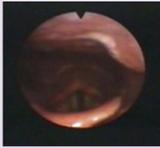
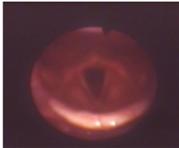
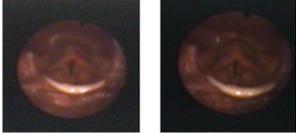
El concepto interpretación adquiere aquí un significado global, atendiendo a los aspectos técnicos tales como flexibilidad, calidad y potencia sonora, emisión del sonido, adecuación del registro, previos o de necesaria adquisición para una interpretación en toda su acepción, un trabajo mucho más profundo, personal, y en el que intervienen múltiples otros factores.

La utilización de la lengua y los sonidos vocálicos en la pedagogía trompística ha sido un tema recurrente, especialmente en la escuela francesa de trompa. Toman como patrón los sonidos vocálicos porque al emitir los sonidos vocálicos el aire no encuentra obstáculos en su salida.

## **3.2 Contraste de la vía aérea alta mediante videolaringscopia**

### **3.2.1 Cuerdas vocales- hendidura glótica**

Las Cuerdas vocales están más aducidas durante la emisión de sonidos agudos. Además la glotis tiende a estar más cerrada en el p, y avanza en su abducción hacia el f: la glotis controla-regula la cantidad de aire (Kahane, 2006) que llega a ella desde la tráquea y la canaliza hacia las estructuras superiores. Estas variaciones son más acusadas en los alumnos (tabla 12).

	Fuerte-ff	Piano-pp
AGUDO		
GRAVE		
		

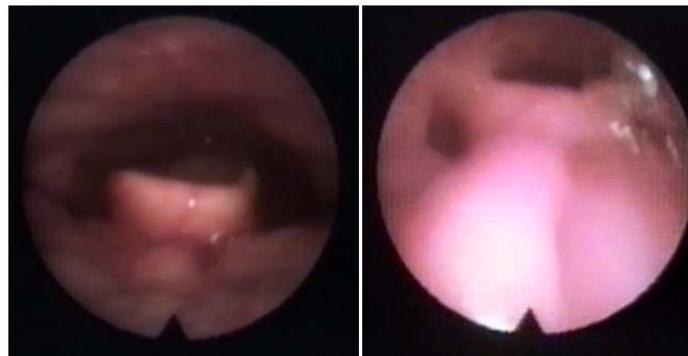
**Tabla 12.** Imágenes endoscópicas de la hipofaringe de diversos participantes en el estudio, durante la interpretación de los Sib en la trompa. Obsérvese la parte inferior (alumnos) como a pesar de variar registro e intensidad prácticamente no varía la posición de la hendidura glótica.

El vocablo “Tocar con la garganta abierta” o “no cierres la garganta” en la pedagogía de los instrumentos de viento-metal, ha sido extensamente utilizada por parte de los pedagogos, algunas veces sin tener absoluta certeza de ello. Con estas pruebas materiales, podemos afirmar que la glotis debe estar lo suficientemente abierta para que pase con fluidez el aire, y que se debe adaptar necesariamente al registro que estamos practicando en ese momento.

### 3.2.2 Luz faríngea

Esta parte muscular corresponde a la zona que rodea la epiglotis. La luz faríngea se cierra según pasamos del registro grave-medio al agudo. En los alumnos las variaciones de la

luz faríngea son menores, y probablemente ello va ligado a una expresión imprecisa de la música.



**Fig. 13** Imagen de la luz faríngea tomada al inicio de la escala de SibM (Sib3) (foto izq.) y al final de la escala de Sib M (Sib4) (foto derecha). Obsérvese la importante ascensión laríngea así como la disminución de la luz faríngea.



Sib2



Sib3



Sib4

**Fig. 14** Imágenes correspondientes a la luz faríngea de un alumno: obsérvese la escasa variación de la hendidura glótica, ascensión laríngea y variación de luz faríngea a pesar del cambio de registro.

Después de analizar los datos procedentes del alumnado, se puede deducir que un uso irregular o desigual de la función glótica, la escasa modificación de la luz faríngea, la falta de movilidad laríngea, junto con una discreta utilización de la base de la lengua, hace que la interpretación sea más bien deficiente que eficiente. Así pues, lo que diferencia a los músicos noveles de los virtuosos es la capacidad de estos últimos de modular la anatomía de la faringe,

larínge y cavidad oral para adecuarla de forma óptima, con el fin de obtener un sonido de calidad.

### 3.3 Patrón y presiones respiratorias

Los valores dependientes del esfuerzo como son FVC, FEV1 y PEF estuvieron, en su mayoría, por encima del 80%, en todos los grupos. Estos resultados orientan a que, por una parte la práctica musical no produce ningún efecto negativo sobre la función pulmonar y por otra que el entrenamiento musical mejora la acción de los músculos respiratorios, lo que explica el incremento de los parámetros del esfuerzo dependiente. La ausencia de diferencias entre la población de músicos noveles y los profesionales se justifica por una parte en el escaso número de músico noveles y por otra, probablemente, a que puede ser suficiente el entrenamiento muscular durante unos meses para notar la mejoría funcional. En este sentido se necesitan únicamente 10 semanas para notar la mejoría con el entrenamiento muscular respiratorio (Clanton, 1985).

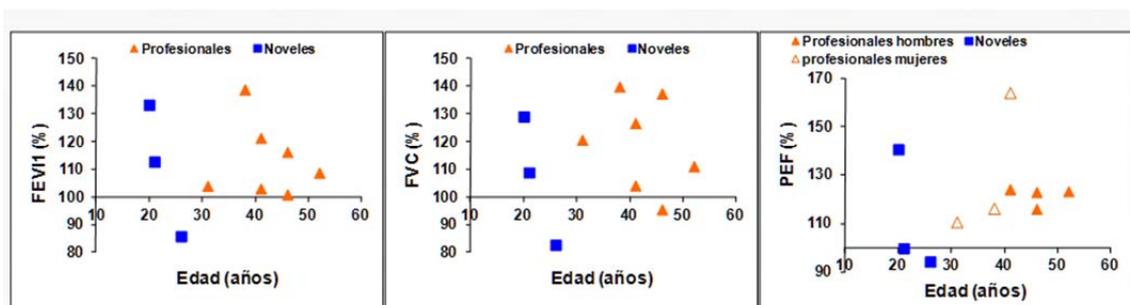


Fig. 15. Gráficos de dispersión de los resultados obtenidos para el FEV1, FVC y PEF.

#### 4. Conclusiones

Hay diferencias muy evidentes observables por imagen (videofluoroscopia y videolaringoendoscopia) entre profesionales de la trompa y estudiantes. En general, los profesionales modifican más sus estructuras faringo-laríngeas durante la emisión de las notas en los diferentes registros e intensidad.

Por lo que se refiere a la parte muscular- respiratoria, los músicos rápidamente adquieren una fuerza superior a la población general en los músculos espiratorios y suficiente para que no sea un limitante en su capacidad musical.

Por último y trascendente a la hora del aprendizaje musical, se sugiere que uno de los elementos que diferencian a los músicos noveles de los virtuosos es la capacidad de estos últimos de modular la anatomía de la faringe, laringe y cavidad oral para adecuarla de forma óptima, con el fin de lograr una técnica instrumental más eficiente y obtener un sonido de mayor calidad. Este hecho debe servir para diseñar estrategias que mejoren el aprendizaje y el virtuosismo en la interpretación de la música con instrumentos de viento.

#### Referencias bibliográficas

Backus, J. (1985). The effect of the player's vocal tract on woodwind instruments tone. *J AcoustSoc Am.*, 78, 17-20

Benterfa, M. (1993). *El punto de vibración*. Bulle, Suisse: Bim.

Bouhuys, A. (1968). Pressure-flow events during wind instrument playing. *Ann N Y Acad Sci.*, 155, 266-268.

Clanton, TL; Dixon, C; Drake, J. (1985). Inspiratory muscle conditioning using a threshold loading device. *Chest*, 87, 62-66.

Clinch, P; Troup, GJ; Harris, L. (1982). The importance of vocal tract resonance in clarinet and saxophone performance, a preliminary account. *Acustica*, 50. 280-284.

Eckley, C. (2006). Glottic configuration in wind instrument players. *Rev Bras Otorrinolaringol*, 72(1), 45-7.

Fiz, J.; Aguilar, J; Carreras, A; Teixido, A; Haro, M.; Rodenstein, D. y Morera, J. (1993). Maximum respiratory pressures in trumpet players. *Chest*, 104, 1203-1204.

Fuks, L. y Sundberg, J. (1999). Blowing pressures in Bassoon, Clarinet, Oboe and Saxophone. *Acustica*, 85.267-277.

Kahane, J., Beckford, N, Chorna, L, Teachey, J. y McClelland, K. (2006). Videofluoroscopic and laryngoscopic evaluation of the upper airway and larynx of professional bassoon players. *Journal of voice*, 20(2). 297-307.

Mukai, S. (1989). Laryngeal movements during wind instruments play. *Nippon J Gakkai Kaiho*, 92(2), 260-70.

Navátril, M. y Rejsek K. (1968). Lung functions in wind instrument players and glassblowers. *Ann N Y Acad Sci.*, 155, 276-283.

Roca, J; Burgos, F; Sunyer, J; Saez, M; Chinn, S; Antó, J.; Rodríguez-Roisin, R; Quanjer, P.; Nowak, D y Burney, P. (1998). Reference values for forced spirometry. Group of the European Community Respiratory Health Survey. *Eur Respir J*, 11, 1354-62.

Sobotta, J. (1991). *Atlas de anatomía humana* (ed. 19ª). Madrid: Panamericana.

Spencer, W. (1958). *The art of bassoon playing*. Evanston, USA: Summy-Birchard.