

# **FACULTAT DE MEDICINA I ODONTOLOGIA**

**Departament de Cirurgia**



VNIVERSITAT  
ID VALÈNCIA

## **VOLUMENES PULMONARES, PATRÓN, PRESIONES RESPIRATORIAS, MORFOLOGÍA Y DINÁMICA DE LA VÍA AÉREA ALTA EN MÚSICOS TROMPISTAS**

**TESIS DOCTORAL**

Doctoranda: Gemma Guillem Cardona. Profesora superior de Trompa.

**Valencia 2012**

# **FACULTAT DE MEDICINA I ODONTOLOGIA**

**Departament de Cirurgia**



**VNIVERSITAT  
ID VALÈNCIA**

## **VOLUMENES PULMONARES, PATRÓN, PRESIONES RESPIRATORIAS, MORFOLOGÍA Y DINÁMICA DE LA VÍA AÉREA ALTA EN MÚSICOS TROMPISTAS.**

Doctoranda: Gemma Guillem Cardona.

Directores: Dr. Gustavo Juan Samper

Dr. Miguel Armengot Carceller.

Dra. Mercedes Ramón Capilla.

**Valencia 2012**

*“La técnica es lo primero que se debe lograr y lo primero que hay que olvidar cuando llega el momento de la interpretación”*

M. Benterfa

*Als meus pares.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A los participantes de este estudio, sin los cuales esta tesis no hubiera sido posible.

A los Drs. Juan, Armengot y Ramon por creer en el proyecto y por su incansable dedicación.

A los Drs. Rafael Navarro y Vicente Cervera por la infinita paciencia, amabilidad y profesionalidad.

A la Dra. Elena Rubio, por su colaboración en la parte estadística y gráfica.

Al Dr. Rosset por sus siempre necesarios consejos.

A D. Miguel Torres por la colaboración en la aportación de alumnado.

A Emilio Soto , por dotarme de la tecnología necesaria para el proyecto.

A la familia, por su constante apoyo.

A los amigos y compañeros que me han alentado con sus palabras y gestos en este camino.

# Índice general



3.1.1.6 Hipofaringe	73
3.1.1.7 Epiglotis	76
3.1.2 Videolaringosopia	76
3.1.2.1 RAE	76
3.1.2.2 Epiglotis	78
3.1.2.3 Hendidura glótica y cuerdas vocales	78
3.1.2.4 Luz faríngea	80
3.1.2.5 Aritenoides	82
3.1.2.6 Movilidad vertical	82
3.1.2.7 Base de la lengua	82
<b>3.2 Patrón respiratorio</b>	<b>87</b>
3.2.1 Cambios en el patrón respiratorio y presiones	87
<b>3.3 Volúmenes pulmonares y presiones respiratorias</b>	<b>95</b>
3.3.1 Medida de volúmenes pulmonares	95
3.3.2 Presiones respiratorias máximas	104
3.3.3 Fatigabilidad de los músculos respiratorios	108
3.3.4 Cambios cardiopulmonares	113
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>118</b>
<b>5. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>122</b>
<b>6. APÉNDICE DOCUMENTAL</b>	<b>128</b>

## **ABREVIATURAS**

<b>abd</b>	Abducción
<b>add</b>	Aducción
<b>Ap. bu.</b>	Apertura bucal
<b>Cv</b>	Cuerdas vocales
<b>Cv-Ma</b>	Distancia de las cuerdas vocales a la mandíbula
<b>ECG</b>	Electrocardiograma
<b>ERBL</b>	Espacio retrobasilingual
<b>f</b>	Fuerte( dinámica, en música)
<b>FEV1</b>	Volumen espiratorio máximo por segundo
<b>FVC</b>	Capacidad vital forzada
<b>Hi-Ma</b>	Distancia hioides mandíbula
<b>IC</b>	Intervalo de confianza
<b>L-PLB</b>	Distancia lengua-paladar blando
<b>mGy</b>	Miligreys (Unidad de medida de radiación)
<b>MMEF75/25</b>	Flujos mesoespiratorios
<b>p</b>	Piano(dinámica, en música)
<b>PEF</b>	Flujo espiratorio pico
<b>PEmax</b>	Presión espiratoria máxima
<b>PImax</b>	Presión inspiratoria máxima
<b>RAE</b>	Repliegues ariteno-epiglóticos
<b>RV</b>	Volumen residual
<b>TLC</b>	Capacidad pulmonar total
<b>VC</b>	Capacidad vital



## **ÍNDICE DE FIGURAS E IMÁGENES**

1. 1 La trompa con sus partes principales.
- 1.2 Proceso de vibración en los labios.
- 1.3 Cuerdas vocales en posición inspiratoria.
  
- 2.1 Notas musicales de duración larga que se interpretaron.
- 2.2 Concierto en MibM nº2 para trompa y orquesta KV 417 , W.A. Mozart, 1r tiempo, Introducción y Exposición.
- 2.3 Videofluoroscopia con las referencias anatómicas de medición.
  
- 3.1 Mediciones de la apertura bucal para cada grupo y registros extremos.
- 3.2 Videofluoroscopia de la apertura bucal del grupo 3.
- 3.3 Videofluoroscopias de las mediciones de la distancia L-PLB.
- 3.4 Videofluoroscopia de mediciones sobre registros centrales.
- 3.5 Videofluoroscopia de mediciones del grupo 3.
- 3.6 Videofluoroscopia del ERBL para para cada uno de los grupos.
- 3.7 Medición del ERBL misma nota en diferente dinámica.
- 3.8 Mediciones del ERBL para los registros medios.
- 3.9 Pronunciación de las vocales según el trabajo de Ladefoged.
- 3.10 Mediciones Hi-Ma y CV-Ma para el grupo 2.
- 3.11 Medición del tamaño de la hipofaringe para cada grupo y registro.
- 3.12 Epiglotis en imagen endoscópica.
- 3.13 Posición de la epiglotis en imagen videofluoroscópica.
- 3.14 Posición de los RAE en diferentes sonidos.
- 3.15 Posición de los RAE para el sonido Sib p.
- 3.16 Posición y nombre de las cuerdas vocales respecto de la línea media.
- 3.17 Inicio de la escala de Sib M (Sib3).
- 3.18 Final de la escala de Sib M ( Sib4).
- 3.19 Inicio de la escala de Sib M: Sib3, en mujer.
- 3.20 Final de la escala de Sib M: Sib 4, en mujer.
- 3.21 Hipofaringe en alumno para la escala de Sib M.
- 3.22 Hipofaringe, CV y hendidura glótica, de todos los participantes registros extremos.

- 3.23 Hipofaringe, CV y hendidura glótica, de todos los participantes registro medio.
- 3.24 Visión lateral y posteroanterior del tórax.
- 3.25 Registro de todos los parámetros respiratorios durante la emisión de sonido.
- 3.26 Patrón respiratorio en interpretación.
- 3.27 Figura de patrón respiratorio al inicio del concierto de Mozart.
- 3.28 Figura de trazado con la música y las inspiraciones realizadas.
- 3.29 Imagen en la que se corresponden exactamente la música con el trazado del gráfico.
- 3.30 Figura del trazado para las notas largas.
- 3.31 Gráfico de dispersión de los valores para FEV1.
- 3.32 Gráfico de dispersión para los valores de la FVC.
- 3.33 Gráfico de dispersión que representa la relación FEV1/FVC.
- 3.34 Gráfico de dispersión para los valores de PEF.
- 3.35 Gráfico de dispersión para el MMEF 75/25.
- 3.36 Diagrama de cajas para FVC,FEV1,FEV1/FVC.
- 3.37 Gráfico de dispersión para los valores de RV.
- 3.38 Gráfico de dispersión que representa la TLC.
- 3.39 Gráfico de dispersión para la relación RV/TLC.
- 3.40 Diagrama de cajas para los valores TLC,RV y RV/TLC.
- 3.41 Gráfico de dispersión para la PImax.
- 3.42 Gráfico de dispersión para PEmax.
- 3.43 Diagrama de cajas para PImax y PEmax.
- 3.44 Gráfico de dispersión para valor de PImax antes de la interpretación.
- 3.45 Gráfico de dispersión para valor de PImax después de la interpretación.
- 3.46 Diagrama de cajas para los valores PImax pre y post.
- 3.47 Gráfico de dispersión para la PEmax antes de la interpretación.
- 3.48 Gráfico de dispersión para la PEmax después de la interpretación.
- 3.49 Diagrama de cajas para los valores PEmax pre y post.
- 3.50 Figura de variación de la SpO2.
- 3.51 Figura para la observación de la variación de PCO2.
- 3.52 Figura para la observación de la variación en el ECG.

## **ÍNDICE DE TABLAS**

1.1 Musculatura extrínseca de la laringe.

1.2 Músculos que conforman la lengua.

2.1 Exploraciones clínicas que se realizaron relacionadas con los diferentes apartados de la tesis.

2.2 Todas las estructuras anatómicas valoradas, relacionadas con la prueba que las valoró.

3.1 Valores de la apertura bucal en los registros extremos.

3.2 Valores de la apertura bucal para los registros centrales o medios.

3.3 Valores de la distancia L-PLB para el grupo 3, todas las notas y dinámicas.

3.4 Valores del ERBL para los registros extremos y cada uno de los grupos.

3.5 Valores del ERBL para cada grupo y registro.

3.6 Valores de las mediciones del tamaño de la hipofaringe

3.7 Valores de los parámetros de función pulmonar en profesionales.

3.8 Valores de función pulmonar en músicos noveles.

3.9 Valores de FVC, FEV1, FEV1/FVC y MMEF con los intervalos de confianza.

3.10 Intervalos de confianza para RV, TLC, RV/TLC.

3.11 Intervalos de confianza de los valores de PImax y PEmax.

# Introducción General

## **1.1 MARCO TEÓRICO: Los instrumentos. La trompa: descripción y producción del sonido.**

El aparato respiratorio en los humanos sirve no sólo para su función primordial, el intercambio gaseoso, sino que también nos permite hablar a través de la fonación laríngea y a los músicos les permite obtener sonidos de valor estético con diferentes instrumentos musicales de viento. Los músicos que utilizan instrumentos de viento someten al aparato respiratorio a una actividad con frecuencia extenuante y que a la vez requiere habilidades que les permite obtener sonidos de delicadeza y calidad artística.

Un instrumento musical es un dispositivo creado o adaptado para hacer sonidos musicales. La historia de los instrumentos musicales se inicia con los albores de la cultura humana. Los instrumentos más antiguos datan de más de 67.000 años de antigüedad. Los primeros precisamente fueron instrumentos de viento, flautas fabricadas con hueso que podían emitir 4 notas.<sup>1</sup> Los Sumerios y Babilonios desarrollaron muchos otros instrumentos musicales como campanas, cimbeles, tambores, etc. y por primera vez instrumentos de cuerda como harpas y violines rudimentarios. En el antiguo Egipto (1500 a BC) ya hay evidencia del desarrollo de oboes, clarinetes y trompetas<sup>2</sup>.

La clasificación de los instrumentos musicales se basa en el medio por el cual producen sonido. La clasificación más aceptada es la de Sachs y Hornbostel<sup>3</sup> que en 1914 los clasificaron en:

**Idiófonos:** Son aquellos instrumentos en los que el sonido procede de un cuerpo sólido y es generado por vibración del instrumento mismo mediante percusión, frotación o pulsación, como en el caso de las claves, xilófono, campana.

**Membranófonos:** Los membranófonos son aquéllos en los cuales el sonido es generado por la vibración de una membrana por percusión o frotación, como es el caso del timbal, tambor, conga.

**Aerófonos:** Son los llamados instrumentos de viento, donde el sonido es generado por la vibración del aire, a causa del roce con una lengüeta, labios o cuerdas vocales, como es en el caso de la trompa, flauta, trompeta, saxo.

**Cordófonos:** Son los llamados instrumentos de cuerda, donde el sonido es generado por la vibración de una cuerda mediante percusión, frotación o pinzamiento, como en el caso del arpa, guitarra, violín, piano.

**Sintetizador:** En estos instrumentos, el sonido es generado por medios electrónicos, como en el sintetizador o el theremín.

Los instrumentos de viento o aerófonos consisten en uno o varios tubos. Dentro del tubo se forma una columna de aire, que el músico hace vibrar soplando a través de una boquilla o una lengüeta colocada en la extremidad de dicho tubo. El tono o altura de la nota se determina por la longitud del tubo, que determina la longitud de la columna de aire vibrante. La escala de distintas alturas (notas) se obtiene: 1) Acortando la longitud sonora del tubo por medio de agujeros abiertos a lo largo de él, por ejemplo, la flauta y otros instrumentos de viento madera; 2) Acortando o alargando la longitud sonora del tubo por medio de válvulas o pistones que conectan segmentos adicionales o "bombas", por ejemplo, la trompa y otros instrumentos de viento metal; 3) Alargando el tubo por medio de un mecanismo de deslizamiento (como el trombón de varas). Estos métodos se combinan en los instrumentos, por ejemplo: La trompeta tiene pistones que añaden bombas al tubo, pero con frecuencia hay una llave especial que funciona como la vara de un trombón. Además, para cada posición de los pistones se obtiene una serie de armónicos muy extensa. Esto hace que las mismas notas se puedan producir variando también la posición de los pistones. La elección de una combinación en particular depende del sonido exacto que se busca y también de la comodidad que permita ejecutar un determinado pasaje más o menos fácilmente. Se soplan con la boca para

producir un sonido leve suave o agudo dependiendo de la resonancia o de la fuerza con la que se sopla.

Los instrumentos de viento se pueden clasificar típicamente en 2 categorías, metal y madera, más que por el material del que está hecho el instrumento, por cómo se produce el sonido:

1- Instrumentos de metal o «metales» son llamados así porque el sonido los produce la persona que lo toca, haciendo vibrar los labios del músico y con ello el aire dentro del instrumento.

2- Instrumentos de madera o «maderas» son llamados así porque el sonido lo produce el instrumento. Así el músico hace vibrar una lengüeta que mueve la columna aire (como en el oboe) o sopla contra el borde un agujero abierto (como en la flauta). El saxofón por ejemplo esta hecho de metal, pero se clasifica como madera porque el sonido se produce al hacer vibrar una lengüeta.

3- Órgano: Es una categoría en la que se suele encuadrar únicamente al órgano.

Así pues, la trompa se define como un instrumento de viento-metal, de sección cónica, doblada sobre sí misma, y cuyas partes principales son: boquilla, cuerpo del instrumento y campana o pabellón.





1.1 Imagen de la trompa con sus partes principales.

Se fabrica generalmente en una aleación de cobre y zinc.

En la actualidad, el modelo de trompa más utilizado es la trompa doble Fa/sib.

El tubo largo y cónico, enrollado sobre sí mismo en forma circular, comienza en el tudel, cerca de la embocadura con un diámetro alrededor de  $\frac{3}{4}$  de cm. y se va ensanchando gradualmente para terminar en un pabellón o campana cuyo diámetro suele ser de 28 a 30 cm.

La longitud del citado tubo es de unos 6,75m para la trompa doble. De 3,92m para el tubo general de la trompa en Fa, más 1,45 m que miden las tres bombas que hacen el instrumento cromático, y que completan un total de 5,37 para la trompa en Fa. El tubo general de la trompa en Sib mide 2,92 m, más 1,05 m de las tres bombas que lo hacen cromático y que completan un total de 3,97 m para la trompa en Sib.

Las principales partes de que consta la trompa son: boquilla, tudel, el mecanismo de válvulas (también llamados cilindros), los tubos adicionales (bombas) y el pabellón.

Producción del sonido en la trompa.

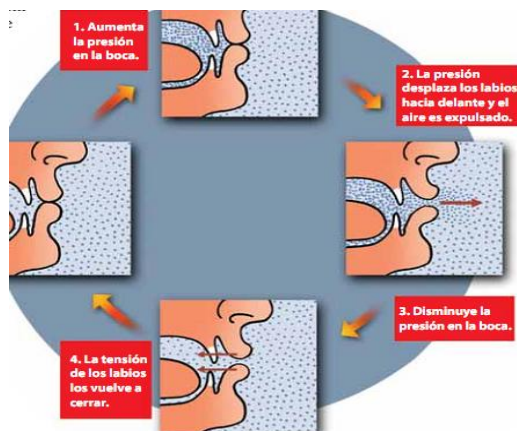
Los instrumentos de viento-metal se consideran tubos abiertos puesto que están abiertos en sus dos extremos. Hay que hacer la salvedad de que uno de los extremos es mucho más cerrado que el otro.

La boquilla es una pieza de metal, de forma de embudo, o copa que se construye como un accesorio independiente del instrumento (al menos actualmente), y que se acopla al tubo principal o tudel del instrumento para ajustarse o entrar en contacto con los labios del ejecutante.

Son los labios del instrumentista los que provocan una vibración en el interior de la boquilla: la corriente de aire supera una resistencia inicial, obligando a apartar los labios, hasta que esa fuerza es superada por la fuerza de elasticidad recuperadora, tras lo cual el hueco se cierra de nuevo. Esto es lo que R. Donington denomina “tono de lengüeta”<sup>4</sup>.

La vibración producida por los labios en el interior de la boquilla entra en contacto con el aire que contiene el tubo sonoro (la trompa), y la activa. Cabe recordar aquí que, como indica Tirso de Olazábal<sup>5</sup> es el propio aire contenido en

el instrumento ,el cuerpo sonoro, y no el propio tubo en sí, a diferencia de las cuerdas musicales que ellas mismas constituyen el cuerpo sonoro. Los labios, hacen que la presión del aire en boca sea mayor que en el exterior. Como los labios son flexibles, tienden a doblarse o moverse (vibrar) gracias a esa diferencia de presión. La obertura del paso del aire provoca que la presión dentro de la boca se reduzca y los labios, gracias a su flexibilidad, vuelvan a su posición y forma iniciales. Este proceso se repite cientos de veces por segundo. Una nota grave, supone una vibración a frecuencias más bajas, y también conlleva una menor tensión de las estructuras de la embocadura (labios y músculos que rodean la boca fundamentalmente).



Rosset J, Odam G, *El cuerpo del músico*, ed Paidotribo, 2010.

1.2 Imagen de cómo se produce la vibración en los labios.

Dos son los pilares básicos en la enseñanza de la técnica de la trompa: embocadura y aire.

Tocar un instrumento de viento requiere capacidad y fuerza muscular respiratoria suficiente, adecuado control en el manejo de los tiempos respiratorios, permeabilidad y humedad de los conductos aéreos óptima y por último una exquisita coordinación entre los componentes de la orofaringe.

Dependiendo de la clase de instrumento, la variación en la cantidad de corriente de aire, presión y duración, son necesarias para producir un determinado sonido.

Las variables que influyen directamente en la producción de una nota son:

1. En la altura o tono: la tensión muscular en la embocadura, más la apertura labial<sup>6,7</sup>.
2. En cuanto a la intensidad: volumen de aire, presión, velocidad de la columna de aire. Según P.Farkas<sup>7</sup>, están en relación inversa: cuanto más se utiliza uno de estos esfuerzos, menos se utiliza el otro.
3. Duración.
4. Timbre: viene determinado, principalmente, por las características del instrumento, y también en parte por la constitución morfológica-anatómica del ejecutante, y a la correcta técnica del mismo.

## **1.2 VÍA AÉREA SUPERIOR: DESCRIPCIÓN ANATÓMICA. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA APLICADAS.**

### **1.2.1 La laringe**

Se sitúa en la parte medial y anterior del cuello, a la altura de las vértebras C3-C6. Cranealmente comunica, a través del vestíbulo laríngeo, con la faringe y ésta con la cavidad oral y las fosas nasales. Caudalmente se continúa con la tráquea. La laringe está formada por un esqueleto cartilaginoso de 9 cartílagos: tres impares (tiroides, cricoides y epiglotis), y tres pares: aritenoides, corniculados (o de Santorini) y cuneiformes (de Wrisberg o Morgagni). Los más importantes son los cartílagos: tiroides, cricoides, aritenoides y epiglotis.

Los ligamentos unen entre sí los cartílagos y el cartílago tiroides con el hueso hioides, situado entre laringe y base de la lengua. El hioides es un hueso impar que se sitúa arriba de la laringe. Es el único hueso del cuerpo que no se articula con otro hueso, sino que se halla suspendido del cráneo por pequeños ligamentos y estructuras musculares. La laringe se une al hioides mediante una membrana ligamentosa (membrana tirohioidea). En el hueso hioides se insertan, por un lado la lengua y, por otro, los denominados músculos extrínsecos de la laringe. Estos músculos llevan hacia arriba y hacia abajo el hueso hioides y consigo la laringe y la lengua. Constituyen pues estas tres estructuras un bloque funcional inseparable.

Dentro del grupo de ligamentos propios de la laringe destacaremos los ligamentos vocal y vestibular por constituir el esqueleto de los pliegues vocales (cuerdas vocales) y vestibulares (cuerdas vocales falsas). Ambos ligamentos son bilaterales y se extienden desde el tiroides al aritenoides correspondiente. Los vestibulares se sitúan cranealmente a los vocales.

Sobre este esqueleto cartilaginoso y ligamentoso se disponen los músculos intrínsecos de la laringe, que confieren movilidad y por tanto determinan las funciones de la laringe. Superficialmente toda la laringe está recubierta por un epitelio pseudoestratificado ciliado, excepto en las cuerdas vocales donde carece de cilios. Entre el epitelio y el ligamento vocal se extiende el espacio de Reinke formado por tejido laxo que permite la formación de la onda mucosa, responsable de la generación de los sonidos.

**Funciones de la laringe:** La laringe se desarrolla con el paso de la vida acuática a la terrestre y aérea: Primera función esfinteriana, a la que se añadirán las demás:

A) función esfinteriana y defensiva: La más importante: evita el paso de cuerpos extraños al árbol traqueobronquial mediante:

-Cierre vestíbulo laríngeo: contracción músculo y pliegue aritenoepiglótico.

-Cierre glótico: esfínter potente, músculos cuerdas vocales.

-Reflejo tusígeno si penetra el cuerpo extraño en laringe.

Complementos a la acción esfinteriana durante la deglución:

Acciones musculares extralaringeas: base de la lengua y músculos suprahioides:

-descenso de la base de la lengua

-ascenso de la laringe

B) función fonatoria/emocional

Adquirida como consecuencia de la actividad cerebral. Sus aspectos más sutiles son exclusivos del ser humano: palabra, lenguaje, lírica, oratoria...

Para desarrollar esta función necesitamos:

-un sistema efector de aire: pulmones y diafragma

-un órgano que haga vibrar el aire: laringe

-un sistema de resonancia y amplificación: faringe, boca, nariz-senos

-un aparato articulador: lengua, labios, mandíbula

-inteligencia y vida emocional y cultural

C) respiratoria: Permite el paso del aire.

D) fijadora: Gracias al cierre glótico se mantiene la presión intratorácica e intraabdominal: permite las acciones musculares torácicas y abdominales.

Podemos distinguir 3 regiones en la laringe:

a. Parte superior, vestíbulo o región supraglótica: es el espacio situado por encima de las cuerdas vocales.

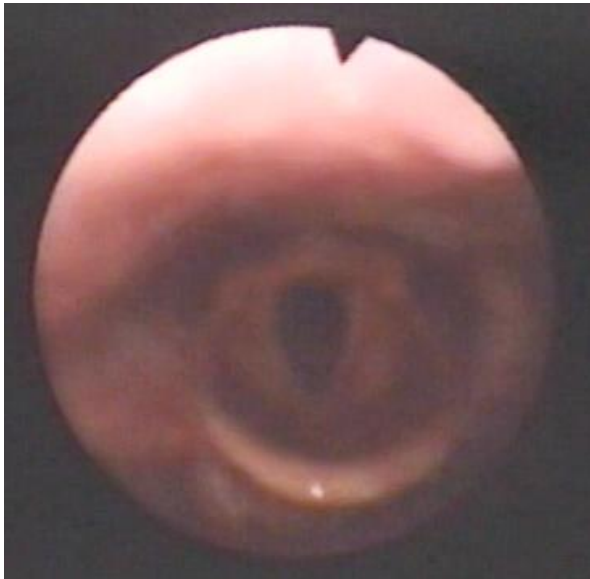
b. La parte media : Región glótica: espacio de las cuerdas vocales.

c. La región infraglótica. Por debajo de las cuerdas vocales.

## Cuerdas vocales

Durante la respiración normal, las cuerdas están abiertas (abd) para facilitar el paso del aire. Durante la fonación, las cuerdas se cierran (add) de modo que el paso del aire a través de ellas provoca una onda mucosa que hace vibrar el aire y genera la voz . La altura de la vibración viene determinada por:

1. El grado de estiramiento (tensión) de las cuerdas.
2. Por el grado de aproximación de ellas (las cuerdas) entre sí.
3. Por la masa de sus bordes.



1.3 Imagen de las cuerdas vocales en posición inspiratoria: obsérvese la relajación de las estructuras anatómicas frente a la tensión, en diferentes grados, de las mismas estructuras en la producción del sonido.

Vibración cuerdas vocales: la columna aérea choca contra las cuerdas en aducción, entreabriéndolas y dejando pasar el aire controladamente. Las cuerdas oscilan al tiempo que hacen vibrar el aire. Vibra sobre todo la mucosa de las cuerdas vocales, gracias al conectivo laxo subepitelial del espacio de Reinke.



En la musculatura laríngea podemos distinguir los músculos extrínsecos y los intrínsecos.

Los músculos **intrínsecos** determinan los movimientos de las articulaciones laríngeas (son los propios de la laringe). Son todos pares, a excepción del aritenoiideo transverso o interaritenoiideo que es único, y son **todos ellos aductores** de los pliegues vocales, a excepción del cricoaritenoiideo posterior que los abduce. Están inervados por el nervio laríngeo recurrente (a excepción del cricotiroideo que está inervado por el laríngeo superior).

Los músculos extrínsecos de la laringe son los que se insertan en el hueso hioides y actúan sobre la laringe desplazándola verticalmente. En la laringe se producen también movimientos en sentido anteroposterior. Estos movimientos se asocian normalmente a los movimientos verticales; la laringe se dirige un poco hacia delante cuando se eleva y regresa hacia atrás cuando desciende.

Los músculos extrínsecos de la laringe se clasifican en dos grupos: músculos que elevan la laringe y músculos que producen su descenso. Los músculos elevadores de la laringe se denominan suprahioides, por estar encima del hueso hioides, y los infrahioides, que son los que producen su descenso y están por debajo del hioides.

Durante la fonación, de forma natural, la laringe tiende a subir en las notas agudas y a bajar en las notas graves, por acción de la musculatura extrínseca.

### MÚSCULOS EXTRÍNSECOS DE LA LARINGE

<b>Suprahioideos</b>	Digástrico	Lleva el hioides hacia atrás, delante y arriba. Desciende la mandíbula y colabora en la abertura de la boca.
	Estilohioideo	Lleva el hioides hacia atrás y arriba
	Milohioideo	Lleva el hioides hacia arriba y delante. Desciende la mandíbula y abre la boca.
	Geniohioideo	Lleva el hioides hacia arriba y adelante
<b>Infrahioideos</b>	Esternohioideo	Hace descender el hioides
	Omohioideo	Hace descender el hioides
	Esternotiroideo	Hace descender el hioides
	Tirohioideo	Acerca el hioides al cartílago tiroideos

1.1 Tabla de la musculatura extrínseca de la laringe

#### 1.2.2. La faringe

Funciones de la Faringe:

- 1.- **Fonatoria:** aparato articulador y resonador de la voz.
- 2.- **Deglutoria:** 2ª fase de la deglución: cierre de la rino- faringe y de la laringe y arrastre del bolo hasta esófago .
- 3.- **Respiratoria:** paso del aire desde fosas a laringe.
- 4.- **Gustatoria:** -papilas gustativas
  - dulce, salado ácido, amargo
  - vías nerviosas: cuerda del tímpano (VII par), IX y X.
- 5.- **Inmunitaria:** tejido linfoepitelial:
  - a) zona de contacto del organismo para los agentes patógenos y antigénicos del ambiente.
  - b) productor de linfocitos y Anticuerpos.

c) emisión de linfocitos (sólo vasos eferentes) hacia el torrente circulatorio, vasos linfáticos y cavidades.

La faringe es un conducto músculo membranoso situado entre la base del cráneo y la laringe. Por arriba comunica con las fosas nasales y la cavidad oral y por abajo con la laringe, a través del vestíbulo laríngeo y con el esófago, a través de los senos piriformes. La parte más alta es la rinofaringe, la media la orofaringe y la inferior la hipofaringe o laringofaringe. La rinofaringe está separada de la orofaringe por el paladar blando, con sus músculos elevadores y depresores. La mayor o menor apertura de la comunicación entre oro e hipofaringe gracias a los músculos palatinos permitirá la formación de los distintos fonemas y determinará la mayor o menor presión de la columna aérea faríngea.

La pared de la faringe se compone en su mayor parte de dos capas musculares: los músculos **elevadores y constrictores** de la faringe.

Los músculos constrictores de la faringe se contraen activamente durante la deglución, llevando el bolo alimenticio hacia el esófago.

Los músculos elevadores de la faringe están débilmente desarrollados. Forman una capa longitudinal interna que se sitúa por debajo de los músculos constrictores. En general, sus movimientos son poco amplios y **las variaciones de la cavidad faríngea se deben principalmente al desplazamiento de la**

**laringe (gracias a su musculatura extrínseca) , de la lengua y del velo del paladar.**

La voz es producida por la espiración del aire a través de la hendidura glótica cerrada; los pliegues vocales son obligados a separarse y a ponerse en vibración por la presión del aire espirado (presión subglótica) ejercida. Inmediatamente antes de la fonación (período prefonatorio) los pliegues vocales han de estar aducidos manteniendo la hendidura glótica cerrada, de modo que se interponga al paso del aire espirado. A medida que el aire intrapulmonar es expulsado se produce un aumento progresivo de la presión subglótica. Cuando esta presión es superior a la del cierre de los pliegues vocales, éstos son obligados a separarse y el aire sale con fuerza produciéndose un descenso brusco de la presión en la hendidura glótica. Este efecto, conocido como efecto *Bernoulli*, junto a la elasticidad de los pliegues vocales, determina que éstos se acerquen y se cierre nuevamente la hendidura glótica. Este fenómeno se va produciendo de forma rápida y repetida, determinando la vibración de los pliegues vocales y, por tanto, de la producción de la voz. Se denomina ciclo fonatorio o vibratorio a cada una de las fases de abertura y cierre de los pliegues vocales. Los fenómenos íntimos de la formación del sonido se explican por la llamada "Teoría mucoondulatoria"<sup>8</sup>.

En la **fonación** no hay vibración de los músculos vocales, sino solo un **deslizamiento ondulatorio de la mucosa muy laxa** que los recubre.

La fonación se inicia con una absorción de la mucosa hacia la línea media producida por el efecto Venturi. La corriente de aire es necesaria para el mantenimiento de la ondulación. Estas **ondulaciones producen contactos de los bordes mucosos** que se desplazan hacia arriba. Los contactos permiten **interrupciones en la corriente aérea**, lo cual ocasiona zonas de presión positiva y negativa en la columna de aire.

**Estas variaciones de presión constituirían el sonido.**

El sonido de la glotis contiene todos los armónicos y se define como un sonido en dientes de sierra. Dichos armónicos son modulados por la cavidades de resonancia de la orofaringe, la cual confiere el timbre de voz propio de cada individuo.

En cuanto a **la frecuencia, para emitir sonidos agudos se requieren ondulaciones rápidas y pequeñas y para sonidos graves movimientos más lentos y menos contactos por segundo.**

**La intensidad de la voz depende de la fuerza con que un pliegue vocal contacta con su opuesto.**

### 1.2.3 La lengua

En conjunto, la lengua del hombre tiene 17 músculos: 8 de ellos pares y uno impar. Los podemos clasificar en músculos extrínsecos- tienen su origen en regiones fuera de la lengua- e intrínsecos: sólo un músculo (doble).

Músculos de la lengua			
<b>Extrínsecos</b>	Nacen de huesos próximos	GENIOGLOSO	Dirigen hacia arriba y adelante el hueso hioides, y hacia adelante y afuera a la lengua
		Estilogloso	Dirigen la lengua hacia arriba y atrás aplicándola sobre el velo del paladar
		Hiogloso	Son los que realizan la acción contraria a los genioglosos: son depresores de la lengua y la acercan al hioides.
	Nacen de órganos próximos	Palatogloso	Constrictor istmo fauces.
		Faringogloso	Dirige la lengua hacia abajo y atrás
		Amigdalogloso	Elevador de la base de la lengua.
	Nacen a la vez de huesos y órganos próximos	Lingual superior	Levanta y dirige hacia atrás la punta de la lengua
		Lingual inferior	Dirige hacia abajo y atrás la punta de la lengua
	<b>Intrínsecos</b>	Músculo transverso	Proyecta la lengua hacia fuera de la cavidad bucal

1.2 Tabla de los músculos que conforman la lengua.

### Articulación

Término de la fonética que designa la emisión clara y precisa de las consonantes, permitiendo así la comprensión de las sílabas y de las palabras. Por extensión, la música instrumental emplea este término para designar una ejecución clara y una comprensión exacta del fraseo musical.<sup>9</sup>

### **1.3 PATRÓN RESPIRATORIO. PRESIONES RESPIRATORIAS Y VOLÚMENES PULMONARES.**

El sonido en la trompa se produce gracias a la acción coordinada de buena parte de nuestro cuerpo: a) Aparato respiratorio: incluidos como elementos del aparato respiratorio el fuelle, formado por las estructuras infraglólicas que determinan la mayor o menor presión de aire espirado; La laringe, que actúa como esfínter, determinando el mayor o menor paso de aire y por tanto también la presión intratorácica ; y las estructuras supraglólicas, que interviene también en la conducción y modificación del canal aéreo. B) Muscular, embocadura, características anatómicas y físicas propias del individuo, y como no, el tipo y calidad del instrumento.

En el mecanismo respiratorio intervienen fundamentalmente la cavidad oral, faringe, laringe, la tráquea, los bronquios, los pulmones, la caja torácica y sus músculos, el diafragma y los músculos abdominales. En los instrumentistas de viento, la inspiración se suele realizar vía boca, ya que el volumen de aire que llega a los pulmones es mucho mayor y nos proporciona una mayor materia prima de la que obtener el sonido, quedando la inspiración nasal relegada a ciertos ejercicios técnicos muy concretos o como recurso en algunos pasajes musicales.

La respiración automática (involuntaria) necesaria para la vida está controlada por los centros respiratorios situados en el bulbo. En esta respiración involuntaria, la espiración es pasiva y depende de la retracción elástica del pulmón y caja torácica. Debido a la gran cantidad de aire que necesitan los músicos de viento para tocar el instrumento, los movimientos respiratorios son voluntarios y con frecuencia extremos.

El diafragma es un músculo fundamentalmente inspiratorio y el único activo en la respiración pausada en el sujeto normal. Por ello es el principal músculo de la respiración. Se sitúa como una cúpula que separa la cavidad torácica de la abdominal. Cuando se contrae aumenta el diámetro vertical del tórax y merced a la zona de aposición levanta las costillas como el asa de un pozal.

La espiración es el tiempo de la respiración que aprovecha el músico para producir sonido al expeler el aire de los pulmones de forma activa, controlada y con la exquisitez requerida para producir un sonido de belleza artística.

El aire inspirado debe fluir en columna ascendente desde los pulmones y ser expulsado a través de la boca. Esta columna de aire es el soporte del sonido.

Un buen control de la espiración es mucho más importante que un aumento de la capacidad inspiratoria.



En el canto y la interpretación con instrumentos de viento, la espiración es activa y está controlada por la musculatura abdominal.

La acción controlada y coordinada entre el diafragma y la musculatura abdominal, constituye el soporte de la columna de aire.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Hay muy pocos estudios que hayan valorado cómo se utilizan los diferentes músculos respiratorios, cambios de volumen pulmonar, presiones y flujos originados en la espiración y cambios en la morfología de la faringe y laringe <sup>10,11,12,13</sup> durante la obtención de diferentes sonidos musicales. Bouhuys <sup>10</sup> estudia a músicos mientras interpretan diferentes piezas y notas y básicamente encuentra que el patrón respiratorio es muy similar en todos los músicos e instrumentos, con rápidas y profundas inspiraciones seguidas de prolongadas espiraciones a través del instrumento. No encuentra variaciones significativas en PO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub> y pH de la sangre capilar arterializada durante las interpretaciones de las diferentes piezas musicales y las presiones en boca van de 2.5 a 158 mmHg según la cantidad de sonido y el tono. Sin embargo no se estudia la diferente aportación del abdomen, caja torácica y diafragma en las variaciones de volumen pulmonar según el tono y sonoridad.

La trompa es un instrumento que requiere experiencia en el control del flujo aéreo para obtener la calidad musical adecuada. 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 para las diferentes notas musicales que finalmente determinarán una melodía determinada. 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<sup>14</sup>. 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<sup>15,16</sup>. Se discute el papel de las cuerdas vocales en el resultado musical, desde Clinch<sup>17</sup> que sugiere que la vibración de las cuerdas debe ser la misma que la frecuencia requerida en las diferentes notas musicales, a Backus<sup>18</sup> que no le da ninguna trascendencia. Otros sugieren que la garganta debe de estar abierta y relajada para asegurar un tono pleno. En una publicación reciente Eckley<sup>19</sup> estudia la glotis, cuerdas vocales y base de la lengua en 10 músicos de viento mediante videolaringscopia flexible y concluye que los tonos musicales se obtienen aduciendo las cuerdas vocales y que a medida que aumenta la dificultad técnica mayor contracción y tensión hay en la laringe. Así pues la laringe controla el flujo que llega a la pieza bucal, y por ello los músicos de viento deben de considerarse profesionales del uso de la voz.

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 <sup>12</sup>. La medición de los volúmenes pulmonares, flujos y presiones inspiratoria y espiratoria máximas (P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max) que se han descrito mayores a los de la población general<sup>10,11</sup> y su correlación según la capacidad artística del músico, intentaría validar la utilidad o no del entrenamiento específico de los músculos respiratorios. También el conocimiento de los cambios en la morfología de la vía aérea alta puede mejorar la enseñanza de técnicas para optimizar el rendimiento y calidad musical. Por último el análisis comparativo de todos los parámetros analizados en una población de músicos virtuosos y en otra de músicos noveles podría permitir conocer qué facetas y en qué dirección se deben mejorar con el aprendizaje del instrumento. Por todo ello el estudio y análisis de estos parámetros parece ser un tema adecuado de investigación.

Por otra parte, la interpretación musical requiere un alto nivel de control del aparato respiratorio para producir el sonido adecuado. Se debe ajustar precisamente la intensidad, tiempo y vibración de labios para generar las oscilaciones que en la trompa produzcan el sonido adecuado. Estas vibraciones en la boquilla de la trompa producen una obstrucción periódica cerrándola con una frecuencia que depende de tono e intensidad de la nota musical. Los requerimientos de la pieza musical dominan el patrón respiratorio que se ajusta

a las necesidades de la interpretación, alterando la ventilación, frecuencia respiratoria, flujos, presiones y volumen espirado e inspirado de aire<sup>20</sup>.

Se necesita entrenamiento para coordinar la suficiente habilidad para proporcionar al instrumento la necesaria y adecuada cantidad de aire en cada momento. Las consecuencias en el intercambio gaseoso de estas variaciones en la ventilación son poco conocidas. Iltis<sup>21</sup> describe la relación entre frecuencia respiratoria y CO<sub>2</sub> "endtidal" en 3 músicos de trompa, pero no menciona ningún valor concreto. El balance en los gases arteriales se mantiene habitualmente controlando la frecuencia respiratoria y el volumen corriente dependiendo de la intensidad del metabolismo. En los músicos de viento la adecuación de los flujos respiratorios a las necesidades de la interpretación impide el habitualmente preciso ajuste entre metabolismo y ventilación. Se disponen de muy pocos datos en relación a una posible alteración en los gases sanguíneos y equilibrio ácido-base. Bouhuys<sup>10</sup>, observó solo ligeros cambios de pH, PCO<sub>2</sub> y bicarbonato estándar en sangre capilar arterializada después de 30 minutos de interpretación agotadora, pero no menciona el material musical que se interpretó. La determinación de gases en sangre en músicos de viento es de notable interés. Se ha sugerido que la hipoxia debida a una prolongada espiración durante la interpretación musical, puede producir arritmias cardiacas. Tucker<sup>22</sup> demostró un aumento de incidencias de extrasístoles supra y

ventriculares en un grupo de profesionales de trompa al final de interpretaciones difíciles y prolongadas. Hay pocos datos sobre los cambios de gases en sangre, probablemente debido a la dificultad de recolectar el aire espirado sin alterar la interpretación musical y mientras el músico está actuando. Sólo Loewy y Schroetter<sup>23</sup> determina el consumo de oxígeno durante la interpretación de una pieza musical en varios instrumentos, trompeta y trombón, y obtiene un incremento de 45-65%. Bouhuys usó un tubo en la boca para medir los gases y presiones respiración por respiración, pero dificultó la obtención de notas altas con mucha presión. Por todo ello en el presente estudio también se va a intentar responder a estas preguntas: 1) ¿Está el intercambio gaseoso alterado mientras se interpreta una pieza musical difícil? 2) ¿Se produce hipoxia e hipercapnia y si es así, ¿se produce en todos los músicos y con todas las piezas musicales? 3) ¿Cómo varía la frecuencia cardíaca con la inspiración, espiración y presiones respiratorias? y 4) ¿se producen arritmias cardíacas durante la interpretación de una pieza extenuante?.

## **1.5 HIPÓTESIS**

Los volúmenes pulmonares, patrón respiratorio, flujos, presiones, contracción muscular y cambios en la morfología y dinámica de la vía respiratoria alta se comportan de una manera homogénea en diferentes músicos profesores/virtuosos de trompa. Su análisis permitirá entender los mecanismos de producción del sonido con un tono y perfección adecuados y tendrá una probable aplicación en la enseñanza, mejora de la técnica e incluso en la composición musical.

## **1.6 OBJETIVOS**

1.- Medir los volúmenes, flujos y presiones máximas (PI<sub>max</sub> y PE<sub>max</sub>) en músicos profesionales y compararlos con músicos noveles. Tratar de encontrar una correlación entre estos parámetros y la calidad musical (subjetiva y asignada por los propios músicos en base a experiencia, situación profesional, etc.). Comparar estos parámetros con los valores de referencia de una población normal.

2.- Estudiar en las dos poblaciones (profesionales y noveles) el patrón y estrategia respiratoria (cambios de volumen en tórax y abdomen), presiones originadas en abdomen y esófago, ECG, PCO<sub>2</sub> en aire espirado, saturación de la hemoglobina y sonido mientras interpretan una pieza musical de 15 minutos y con diferentes notas concretas.

3.- Estudiar la fatigabilidad de los músculos respiratorios mientras interpretan una pieza extenuante.

4.- Estudiar, en las dos poblaciones 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.



5.- Buscar los patrones de comportamiento comunes en las dos poblaciones estudiadas y en los diferentes parámetros analizados: volúmenes, patrón respiratorio, presiones, flujos, PCO<sub>2</sub>, ECG, cambios de morfología de la vía aérea alta (disposición de la lengua, situación de la glotis, cambios en la laringe, faringe, y cavidad oral) con el fin de relacionarlos con la calidad musical y poderlos utilizar con fines docente, de mejora en el virtuosismo e incluso en la composición musical.

# Metodología

## **2. 1 DISEÑO DEL ESTUDIO.**

El presente estudio fue diseñado como un estudio experimental. Fue llevado a cabo durante un período de 18 meses (de enero de 2011 a junio de 2012) , gracias a la colaboración de la "Fundació Hospital General Universitari" de València. El estudio fue aprobado por la Comisión de Investigación y el Comité de Investigación y Ensayos Clínicos del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia.

Se estandarizaron las condiciones de realización de las diferentes pruebas y los músicos tocaron el instrumento de forma natural y artística, reproduciendo las posiciones habituales de interpretación.

El estudio se llevó a cabo mediante el siguiente esquema:

Día 1. Una vez seleccionado e incluido en el estudio, según criterios de pertenencia a alguno de los grupos de estudio, el sujeto daba su consentimiento para participar; La primera de las pruebas a realizar fue la videolaringoscopia . Se le informó del procedimiento a seguir, tanto musical como clínico.

Día 2: Realización de las pruebas de videofluoroscopia.

Día 3: Se realizó el estudio de las presiones y volúmenes pulmonares.

Día 4: Se realizó el estudio de los parámetros respiratorios.

## Piezas musicales a interpretar.

En relación a todas las estructuras anatómicas que debíamos analizar (más abajo descritas), se escogió por una parte:

- Notas estables (o de duración larga, de 5" o más ): los 4 Sib representativos de los 4 registros de la trompa: GRAVE( sib1 y 2) MEDIO (sib3) y AGUDO( sib4). A su vez, cada una de estas notas se interpretaron en 2 dinámicas extremas: p y f, para su valoración.

### 2.1 Notas musicales largas interpretadas.



Sib1

Sib2

Sib3

Sib4

Representativo del  
registro grave

Representativos del registro medio

Representativo del  
registro agudo

- Concierto nº 2 para trompa y orquesta en MibM KV417 de W. A. Mozart, 1r. tiempo, Exposición.

Se utilizó una pieza musical y las notas fijas porque se observó que ambas exploraciones se complementan para el análisis de las estructuras faringolaríngicas . Así durante el concierto se visualizan mejor el ERBL y luz faríngea. Las notas fijas por su parte, permiten un análisis más efectivo de la movilidad y posición de las cuerdas vocales, espacio glótico y RAEs.

**Konzert in Es**  
für Horn und Orchester  
KV 417

Corno principale in Mi<sup>b</sup>/Es Wolfgang Amadeus Mozart

The image shows a musical score for the Horn part of Mozart's Concerto in E-flat, KV 417. The score is written in 4/4 time and consists of six staves. The first staff starts at measure 22 and includes a 'Solo' marking. The second staff starts at measure 29. The third staff starts at measure 36. The fourth staff starts at measure 41. The fifth staff starts at measure 48. The sixth staff starts at measure 56 and includes 'tr' (trill), 'Tutti', a '3' (triple), and another 'Solo' marking. The score is for the principal horn in E-flat.

2.2 Concierto escogido para la valoración de las estructuras: Concierto nº2 para trompa y orquesta KV417 de W.A. Mozart.

## **Población de estudio.**

Un total de 11 voluntarios fueron seleccionados a partir de varias fuentes.

Se clasificaron en 3 grupos:

**Grupo 1:** Profesionales- grandes intérpretes, profesionales que tocan la trompa una media de 4-5 horas diarias.

**Grupo 2:** Profesionales, enseñanza, que tocan la trompa una media de 2 horas diarias. Este grupo se analizó de forma separada únicamente en el estudio morfológico. En el estudio funcional únicamente se separaron expertos (grupo 1 y 2) y estudiantes (grupo 3).

**Grupo 3:**Estudiantes.

De estos grupos un total de 8 participantes eran hombres y 3 mujeres.

Todos ellos eran sujetos sanos, se les informó del protocolo del estudio y firmaron el consentimiento informado adjunto.

En las pocas referencias de estudios similares donde se estudian volúmenes, presiones, flujos y morfología de la vía aérea alta en relación a la actividad musical con instrumentos de viento, el tamaño muestral varía entre 4 sujetos (para morfología) y 42 para analizar la estrategia respiratoria en 15

instrumentos diferentes. Por ello se estimó que para un solo instrumento (trompa) fue suficiente un tamaño muestral de 8 músicos y 3 estudiantes.

## **2.2 TÉCNICAS DE ESTUDIO**

Pruebas clínicas que se seleccionaron en base a la hipótesis y los objetivos iniciales:

Para la **valoración de la vía aérea alta**, fue necesaria la realización de dos pruebas **complementarias**: Videofluoroscopia y Videolaringoscopia.

### **2.2.1 VIDEOFLUOROSCOPIA**

La videofluoroscopia se realizó en el servicio de Radiología del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia, siguiendo los requerimientos estándar de seguridad radiológica, utilizando un equipo “ire clisis-2009” de fluoroscopia con intensificador de imágenes para disminuir la exposición radiológica. Se obtuvieron imágenes estáticas y dinámicas mientras se interpretaban:

- Los 4 Sib, correspondientes al registro grave (Sib 1y 2), medio (Sib3) y agudo (Sib4) en las dos dinámicas principales: piano (p) y fortísimo (f). Se capturaron y grabaron las imágenes obtenidas durante la interpretación en un sistema de registro integrado en la fluoroscopia para su posterior análisis.

- El concierto nº2 para trompa y orquesta de Mozart, 1r. tiempo, exposición, Tema A, aproximadamente 1,5 minutos.

Las áreas de interés en las distintas notas musicales comprenden (7):

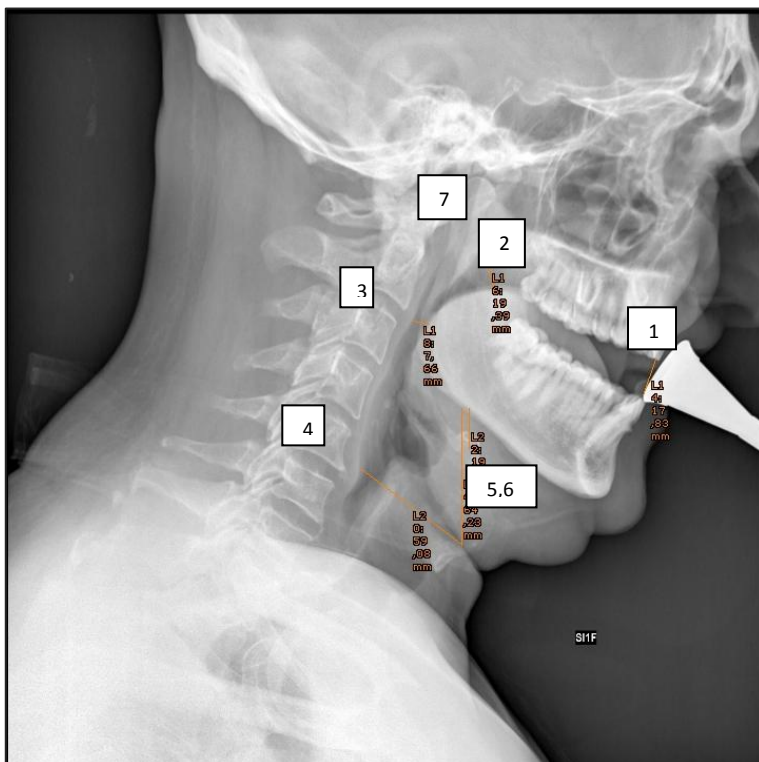
- Movilidad de labios en relación con la posición de la lengua móvil y la luz de la cavidad oral: Apertura bucal (1).
- Volumen, posición y dinámica del paladar blando Distancia L-PLB (2).
- Posición y dinámica de la base de la lengua-ERBL (3).
- Volumen y dinámica de la hipofaringe (4).
- Desplazamiento anterosuperior y anteroinferior del hueso hioides y de la laringe. Distancia Hi-Ma (5) .
- Desplazamiento vertical de las cuerdas vocales en referencia a la mandíbula.Distancia Cv-Ma (6).
- Observación del mecanismo de cierre velofaríngeo (7).

Las imágenes estáticas nos permitieron realizar mediciones concretas para posterior valoración.

La valoración dinámica nos permitió observar cómo funcionan las anteriores estructuras anatómicas descritas de un modo rápido, a cámara rápida (a tiempo real).



Se eligieron estas medidas porque representan parámetros que definen volúmenes faríngeos.



- 1. Apertura bucal( Ap. bu.)
- 2. Distancia L-PLB.
- 3.ERBL mínimo.
- 4.Hipofaringe.
- 5.Distancia Hi-Ma.
- 6.Distancia Cv-Ma.
- 7. Mecanismo velofaríngeo.

2.3 Imagen ejemplo de mediciones.

### 2.2.2 VIDEOLARINGOSCOPIA

Se realizó una videolaringoscopia flexible por vía nasal (**Nasofaringolaringoendoscopia**), según técnica estándar por la Sociedad Española de Otorrinolaringología, con un laringoscopio flexible Olympus. Las imágenes se grabaron y posteriormente se digitalizaron para su análisis y estudio.

El estudio de la dinámica laríngea se centró en la determinación de la misma en las distintas notas musicales, basada en (6):

- Posición y dinámica de la epiglotis.
- Posición y dinámica de los aritenoides: Abducción, aducción, espacio interaritenoides.
- Apertura del espacio glótico: Cuerdas vocales en posición respiratoria, paramedia, intermedia o fonatoria.
- Posición y dinámica de los repliegues aritenoepiglóticos.
- Movilidad de las paredes faríngeas (luz faríngea ).
- Base de la lengua.
- Movilidad/ dinámica laríngea.

### **2.2.3 MEDIDA DE VOLÚMENES PULMONARES Y PRESIONES RESPIRATORIAS. ESPIROMETRÍA.**

Los volúmenes pulmonares, flujos y presiones (P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max) se midieron en un Master Screen Body de Jaeger, según estándares de la American Thoracic Society<sup>24</sup>.

**2.2.4 Patrón respiratorio:** Estudio de las variaciones de parámetros respiratorios durante la actividad musical. Polisomnógrafo. Transductor de presión.

De forma simultánea se registraron en un polisomnógrafo Sleeplab 1000e de Jaeger los siguientes parámetros:

\*Capnograma. Dadas las variaciones que estimamos se podían producir en el volumen ventilado y consiguientemente en los niveles de PCO<sub>2</sub>, se monitorizó este parámetro con un analizador Jaeger, incorporado al Sleeplab 1000e de Jaeger, de forma simultánea a la medida de las variaciones de volumen torácico y abdominal, presiones en esófago/estómago y electrocardiograma (ECG), durante la interpretación del concierto nº 2 para trompa y orquesta de W. A. Mozart y las 4 notas representativas de los 3 registros en sus dos dinámicas p y f. El capnógrafo estaba calibrado con una

mezcla de gases con PCO<sub>2</sub> conocido. La toma del gas para analizar se hizo a través de un pequeño orificio que se practicó en la boquilla de la trompa.

\* Medida de presión en esófago y estómago. Con el fin de estudiar la posible compartimentalización del esfuerzo inspiratorio y espiratorio, se midieron la presión en esófago y estómago, relacionándolo con las medidas de cambio de volumen y sonido mientras el músico interpretaba diferentes notas. Las presiones en esófago y gástrica se obtuvieron con un balón de 2-3 ml en el esófago o estómago, conectado por medio de un tubo de fino polietileno al transductor de presión Hand Rudolf cuya señal se adaptó y se introdujo en uno de los canales del equipo Sleeplab 1000e de Jaeger obteniendo un registro simultáneo. Se validó el método utilizando el balón y efectuando mediciones en una botella presurizada con presiones conocidas. El tamaño del balón y su disposición en el esófago y en estómago se procuró que no interfirieran con la interpretación musical, si bien los músicos manifestaron una disminución en la calidad del sonido. El manómetro se calibró frecuentemente con un manómetro de mercurio.

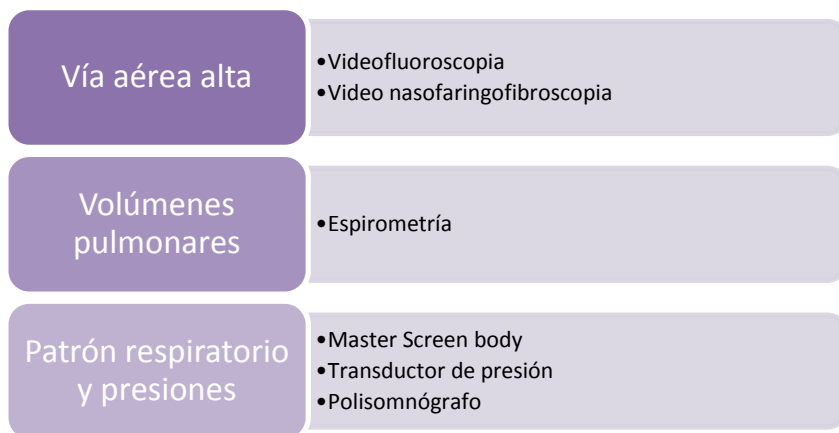
\* Patrón respiratorio, ECG, SpO<sub>2</sub> y presiones. Se obtuvieron registros de los movimientos respiratorios de tórax y abdomen (medida semicuantitativa) a través de los cambios de presión que originan las variaciones de volumen de tórax y abdomen al comprimir bandas neumáticas que rodean al tórax y

abdomen. También se registró el ECG2 y SpO2 a través de los canales apropiados del Sleeplab 1000e de Jaeger, durante la pieza musical antes referida y al tocar específicamente las 4 notas separadas, correspondientes a los 4 Sib en sus dos dinámicas.

\* Sonido. El nivel de sonido con las diferentes notas musicales se determinó usando el medidor de ronquido del equipo Sleeplab 1000e de Jaeger, situado a 1 metro y al mismo nivel que el instrumento.

Todos los experimentos mencionados se realizaron en una habitación de 4 x 4 m y 3 m de alta con las paredes de cristal y de cemento. Las puertas permanecieron cerradas y la sala lo mas insonorizada posible.

Así pues se consideró oportuno realizar los siguientes pruebas:



2.1 Tabla de las exploraciones que se realizaron

<b>Estructuras anatómicas</b>	<b>Prueba</b>
<b>1.Apertura bucal</b>	Videofluoroscopia
<b>2.L-PLB</b>	Videofluoroscopia
<b>3.ERBL mínimo ERBL general</b>	Videofluoroscopia Videoendoscopia
<b>4. Luz faríngea</b>	Videoendoscopia
<b>5.Epiglotis</b>	Videoendoscopia Videofluoroscopia
<b>6.Hipofaringe</b>	Videofluoroscopia Videoendoscopia
<b>7.C vocales-hendidura glótica:posición abd,add RAE.</b>	Videoendoscopia
<b>C.Vocales: distancia CV-Ma(distancia laríngea)</b>	Videofluoroscopia Videoendoscopia
<b>8. Hi-Ma</b>	Videofluoroscopia

2.2 Tabla de las estructuras anatómicas relacionadas con las pruebas que las valoraron.

## **2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

A partir de la información recogida se realiza un análisis descriptivo de los datos. Se ha utilizado la media con su desviación estándar y dado el tamaño muestral, se ha calculado también la mediana y el rango intercuartílico (IQ) señalando el 1ero y 3er cuartil. Para establecer la inferencia estadística se ha calculado el intervalo de confianza al 95% (IC95%) de la media de acuerdo con el *método de la muestra pequeña* que se adapta a una *distribución t*. Se acepta como grado de significación una  $p < 0.05$ .

Para la comparación entre los grupos se han utilizado métodos no paramétricos, en concreto la *prueba de Mann-Whitney* para el contraste de dos grupos en muestras independientes.

Los resultados se presentan en forma de tablas y figuras (gráficos de dispersión y diagramas de cajas).

Todos los cálculos estadísticos y las representaciones se han realizado con el paquete estadístico SPSS versión 12 y una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2007.

Los datos de la videofaringolaringoscopia y de la videofluoroscopia se presentan fundamentalmente como unos resultados descriptivos, dado que tienen un carácter más cualitativo que cuantitativo.

En la videofluoroscopia, se analizaron todas las mediciones referidas, pudiendo apreciar que eran homogéneas en cada uno de los grupos; por ello, se describe en la tesis como patrón el sujeto representativo de los grupos.



## **IMPRESO DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO DE LOS SUJETOS A INCLUIR EN EL PROYECTO DE INVESTIGACION**

**TÍTULO DEL PROYECTO:** VOLUMENES PULMONARES, PATRÓN, PRESIONES RESPIRATORIAS, MORFOLOGÍA Y DINÁMICA DE LA VÍA AÉREA ALTA EN MÚSICOS TROMPISTAS.

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:** Gemma Guillem Cardona. Profesora de trompa del Conservatorio "Tenor Cortis" de Denia.

**INVESTIGADORES ASOCIADOS:** Gustavo Juan Samper, Miguel Armengot Carceller y Mercedes Ramón Capilla (Profesores de Medicina)

**OBJETIVOS:** Estudiar los volúmenes pulmonares, patrón respiratorio, flujos, presiones, contracción muscular y cambios en la morfología y dinámica de la vía respiratoria alta en diferentes músicos profesores/virtuosos y estudiantes de trompa. Su análisis permitirá entender los mecanismos de producción del sonido con un tono y perfección adecuados y tendrá una probable aplicación en la enseñanza, mejora de la técnica e incluso en la composición musical.

**DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.** El estudio se realizará en 4 fases: Espirometría con determinación de volúmenes y flujos con una maniobra de espiración forzada, obtención de datos de volúmenes, ECG y presiones mientras toca una melodía y diferentes notas, videofluoroscopia faringolaríngea y videolarínscopia flexible por vía nasal mientras toca diferentes notas musicales.

**RIESGOS Y BENEFICIOS.** Todas las determinaciones de volúmenes, EMG, presiones, flujos y ECG son técnicas de registro de variables funcionales que no implican ningún riesgo para el sujeto. El riesgo principal asociado a la videofluoroscopia es la exposición radiológica, que se calcula será inferior a 2 mGy (inferior a la dosis de radiación que recibimos anualmente por la exposición natural). La videolarínscopia flexible por vía nasal se asocia a molestias y tos al introducir el laringoscopio y excepcionalmente un pequeño sangrado nasal autolimitado.

Con su participación en este estudio, usted va a ayudar a profundizar en el conocimiento de los mecanismos de producción del sonido en los instrumentos de viento, en particular en la trompa, que puede ser de utilidad para mejorar el virtuosismo, docencia e incluso la composición

**PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO.** Su participación en este estudio es totalmente voluntaria y no recibirá remuneración alguna.

**CONFIDENCIALIDAD.** Toda la información obtenida será confidencial, los datos recogidos se introducirán, por el Equipo investigador, en una base de datos para realizar el análisis estadístico pero su nombre no aparecerá en ningún documento del estudio, sólo se le asignará un número. En ningún caso se le identificará en las publicaciones que puedan realizarse con los resultados del estudio. Sin embargo, esta información podrá ser revisada por el Comité Ético de Investigación Clínica de este Hospital así como por organismos gubernamentales competentes.

Puede ejercer su derecho de acceso y rectificación de sus datos. También, si así lo desea, puede ser informado de los resultados del estudio.

El estudio se realizará asegurando el cumplimiento de normas éticas y legales vigentes (Declaración de Helsinki).

Si tiene alguna duda o no entiende este texto consulte antes de firmar el documento con cualquiera de los investigadores y le puede preguntar cualquier duda o problema que tenga relacionado con este estudio o consulte con sus familiares y, finalmente, si está de acuerdo firme este consentimiento. Se le entregará una copia.

# Resultados y Desarrollo argumental

## **3.1 VÍA AÉREA ALTA**

### **3.1.1 VIDEOFLUOROSCOPIA**

Los resultados de la videofluoroscopia se presentan como el análisis de cada una de las referencias anatómicas descritas en el punto 2.2.1: Mecanismo velofaríngeo, Apertura bucal, Distancia L-PLB, ERBL, Distancia Hi-MA y CV-Ma e hipofaringe. A su vez, cada una de estas referencias se analiza bajo tres perspectivas: Por Notas (tomando cada nota como representante de un registro), Por dinámica (analizando si varían estas estructuras en el f o p) , Por grupos, para el análisis de la eficacia de cada uno de los 3 grupos descritos.

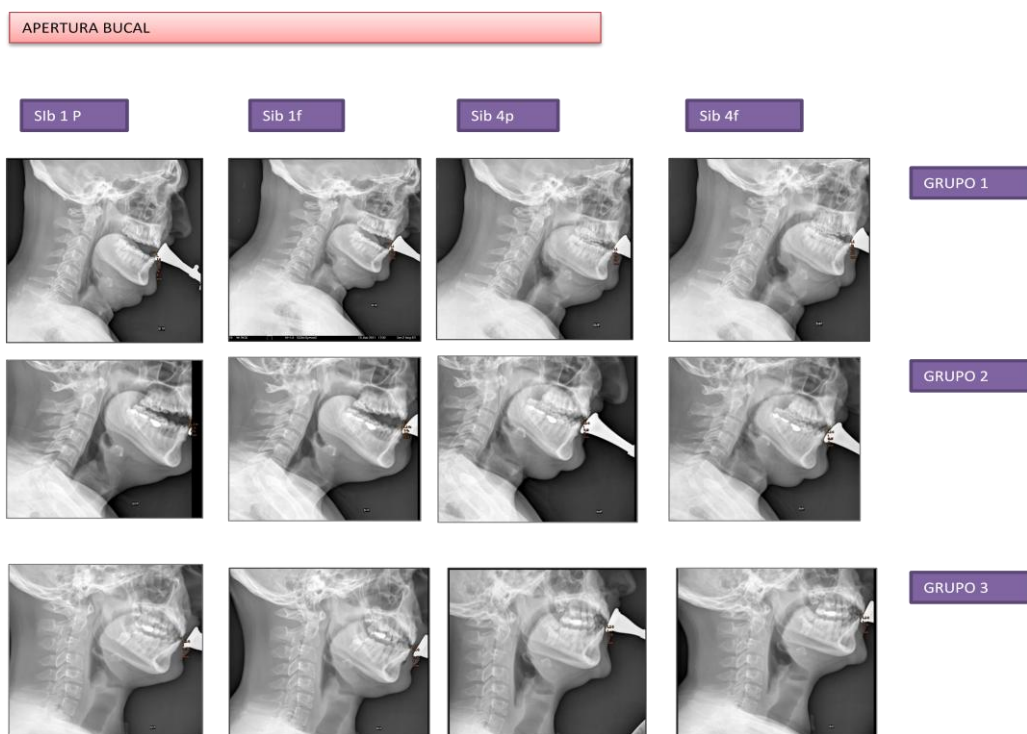
#### **3.1.1.1 Mecanismo velofaríngeo.**

En todos los grupos, registros e interpretaciones, el espacio velofaríngeo estaba cerrado totalmente: cerraban la nasofaringe, por elevación del paladar blando, creando así un total contacto con la pared posterior faríngea, imposibilitando el paso del aire hacia vías superiores nasales y por tanto, impidiendo que esto generara una pérdida de presión, con lo cual se canalizaba todo el aire hacia la salida bucal. Este hecho ya había sido señalado con anterioridad por Kahane<sup>13</sup>.

### 3.1.1.2 Apertura bucal:

- POR NOTAS

Tomando las notas Sib1- sib4 como representantes extremos del registro agudo- grave, la apertura bucal está más abierta (mayor distancia) en el registro grave (sib1) que en el registro agudo.



3.1 Imagen cuadro de las mediciones de la apertura bucal.

3.1 TABLA DE VALORES DE LA APERTURA BUCAL POR GRUPOS:

	Sib1p	Sib1 f	Sib4 p	Sib4 f
GRUPO 1	16,45	17,85	8,35	9,86
GRUPO 2	13,9	14,69	7,93	8,81
GRUPO 3	5,94	7,1	8,81	7,97

Valorando los registros medios (sib2-sib3): A medida que ascendemos de registro , la apertura bucal se va cerrando:

### 3.2 TABLA DE VALORES DE LA APERTURA BUCAL PARA CADA UNA DE LAS NOTAS Y GRUPOS

	Sib2 p	Sib2 f	Sib3 p	Sib3 f
GRUPO 1	13,06	15,49	9,8	11,33
GRUPO 2	13,1	18,2	9,98	12,6
GRUPO 3	6,29	7,09	7,15	8,77

- POR DINÁMICA: Mayor apertura bucal en el f que en el p (datos anteriormente reseñados).

- POR GRUPOS:

El grupo 3 (estudiantes) realizan poca variación de la apertura bucal, y los grupos 1 y 2 ( intérpretes, profesores) adaptan mejor su apertura bucal al registro.



Sib1 p



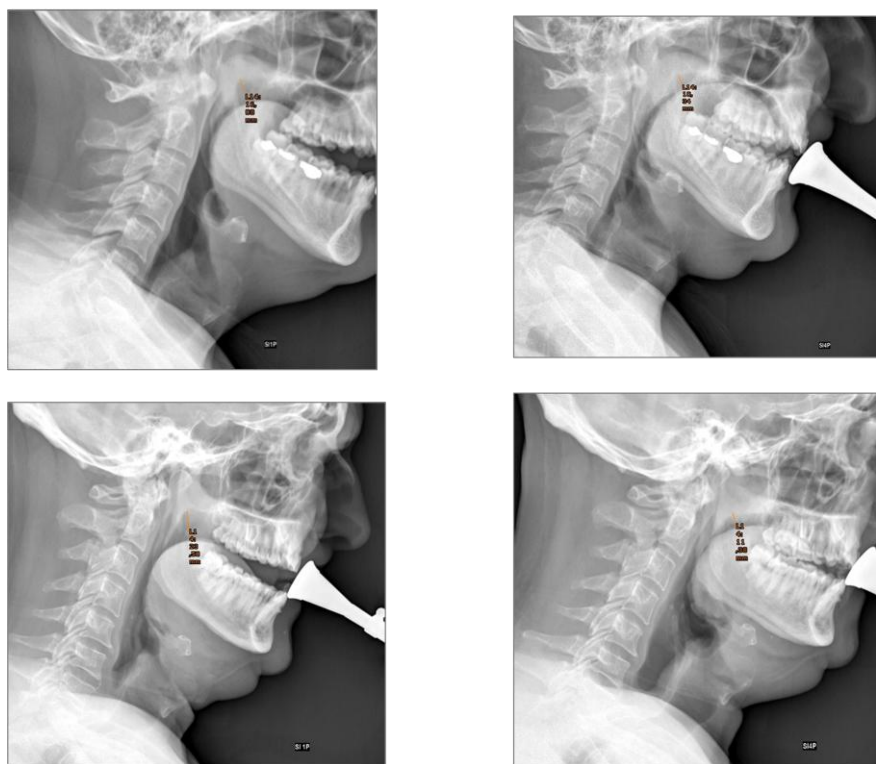
Sib4 p

3.2 Imagen representante del grupo 3 de la medición de la apertura bucal para las 2 notas de registro extremos en la misma dinámica .

### 3.1.1.3 Distancia L-PLB.

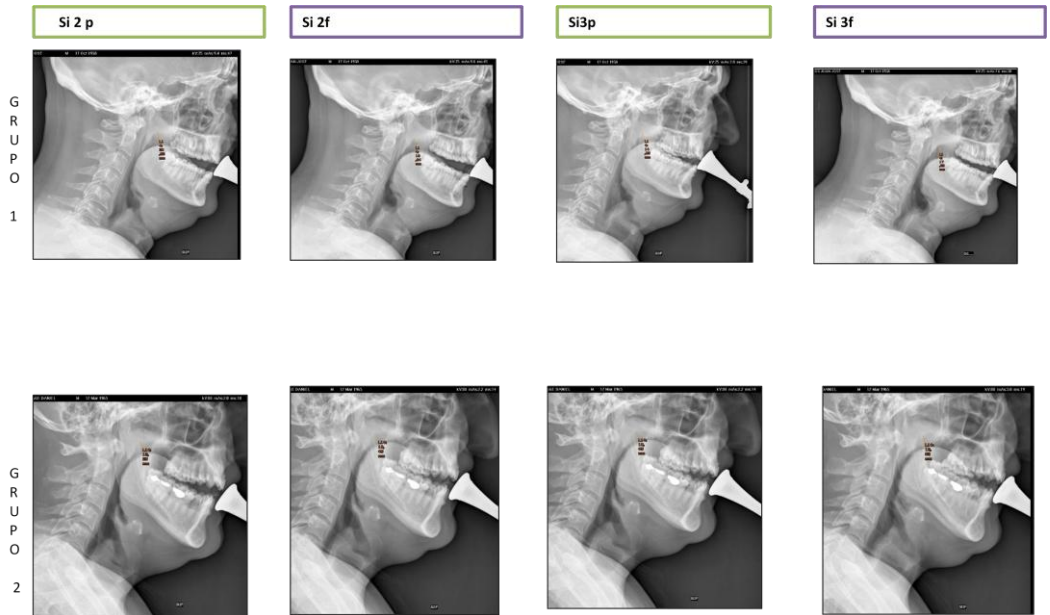
- POR NOTAS:

Tomando como referencia los dos extremos, representantes de los registros extremos grave- agudo: sib1- sib4: **La distancia L-PLB está disminuida en el registro agudo**, dato que se corresponde con el de la apertura bucal.



3.3 Imagen de las mediciones de la distancia L-PLB.

En los registros medios (sib2-sib3), la distancia va disminuyendo gradualmente según vamos subiendo en el registro.



3.4 Imagen de distancia L-PLB para los registros centrales, en sus dos dinámicas.

- POR DINÁMICA: Aunque la mayoría de los participantes mostraron una mayor distancia L-PLB para el f, los resultados fueron muy variados y algunos contrapuestos.
- POR GRUPOS: El grupo de los estudiantes (G. 3) se diferencia claramente al prácticamente no modificar sus estructuras.

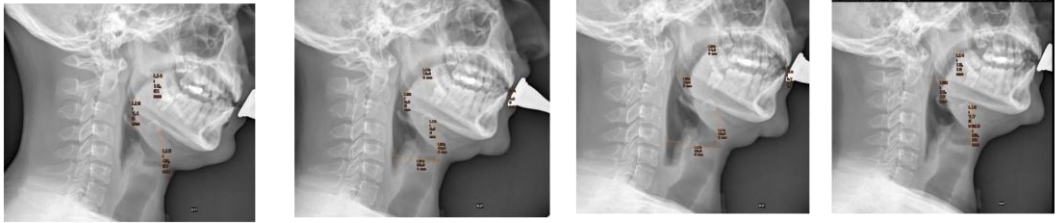
**Modelo Grupo 3 (Valores para la distancia L-PLB)**

<b>Si1f</b>	10,81	<b>Si2f</b>	13,2	<b>Si3f</b>	14,39	<b>Si4f</b>	13,12
<b>Si1p</b>	10,63	<b>Si2p</b>	13,18	<b>Si3p</b>	12,82	<b>Si4p</b>	12,32

3.3 TABLA DE VALORES L-PLB DEL GRUPO 3



### Dinámica f



### Dinámica p



3.5 Imagen de mediciones de grupo 3.

La lengua tiene un papel muy importante en todo el proceso, ya que :

1. Es una estructura unida a las demás estructuras, ello condicionará la distancia Hi-Ma y Cv-Ma.

2. Regula el tamaño de la cavidad orofaríngea, es por ello que en la ejecución de los sonidos agudos la distancia L-PLB está siempre disminuida. Kahane<sup>11</sup> en su trabajo, concluyó que la altura de la lengua variaba según el registro: se elevaba cuando aumentaba la altura (sonidos agudos) y descendía en los sonidos graves.

Se comprueba así el papel de la lengua como canalizadora final de esa corriente de aire, creando un efecto embudo total para los registros que requieren mayor presión de aire.

3. Se utiliza en el golpe de lengua, articulación y stacatto.

### 3.1.1.4 Espacio retrobasilingual (ERBL).

- POR NOTAS:

El ERBL tiene una mayor o menor dimensión dependiendo de la posición de la lengua.

En el registro agudo la posición de la lengua es más anterior, con lo cual el ERBL es mayor, que en el registro grave.

Sib1 f



Sib4 f



3.6 Imagen del ERBL para cada uno de los grupos y registros extremos.

- POR DINÁMICA:.

Una misma nota , en diferente dinámica, genera escasa variación



Sib1 f



Sib1 p

3.7 ERBL en diferente dinámica

3.4 TABLA DE VALORES DEL ERBL PARA LOS REGISTROS EXTREMOS Y CADA UNO DE LOS GRUPOS

	Si1f	Si1p	Si4f	Si4p
G.1	7,6	8,2	12,26	9,77
G.2	8,34	8,35	11,9	11,09
G.3	7,18	8,04	16,18	15,13

Los registros medios confirman un cambio de posición de la lengua desde el registro grave (ERBL menor) hasta un ERBL mayor (registro agudo) progresivamente.

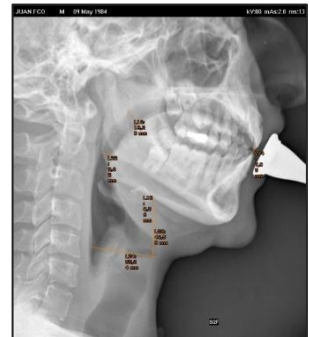
Sib2 f



G.1



G.2



G.3

3.8 Mediciones del ERBL para los registros medios.

### 3.5 TABLA DE VALORES DEL ERBL PARA CADA UNO DE LOS Sib Y GRUPOS.

	<b>G.1</b>	<b>G.2</b>	<b>G.3</b>
<b>Sib 1f</b>	7,69	8,34	7,18
<b>Sib 2 f</b>	8,03	8,44	8,62
<b>Sib 3 f</b>	9,12	8,59	18,08
<b>Sib 4 f</b>	12,26	11,9	16,18

#### - POR GRUPOS:

Se mantiene la uniformidad en los tres grupos: lengua se posiciona hacia delante en el registro agudo, con lo cual el ERBL está aumentado para el registro agudo.

Sin embargo, la posición de la base de la lengua, su proyección hacia atrás y su dinámica, muestra una gran variabilidad individual, independientemente del grupo. Probablemente, estas diferencias están en consonancia con las distintas formas interpretativas del músico.

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. En los sonidos consonánticos existe cierre o estrechamiento de los órganos articulatorios.

Así pues, en los sonidos vocálicos la lengua no llega a tocar ningún punto de la boca, la mandíbula inferior desciende y la cavidad bucal presenta una mayor abertura. Los sonidos consonánticos son más cerrados que los vocálicos.

El trompista francés D. Bourgue lidera actualmente este método de enseñanza . Así, ha desarrollado su método técnico *Techni-cor*, en el que propugna la utilización de las vocales como manera de alcanzar los diferentes registros.

Según D. Bourgue<sup>25</sup>, hay cierta analogía entre los instrumentos de viento y la voz humana: las cuerdas vocales vibran como los labios, y oponen (por su tensión) una resistencia a la presión intrapulmonar. Es por eso, que un gran número de pedagogos franceses (Ceccarossi, Farkas o Devemy) han enseñado el estudio del canto a sus alumnos. Cada una de las vocales corresponde a una posición de la lengua dentro de la cavidad bucal:

- La vocal " a" (representativa del registro grave) : la lengua está casi plana dentro de la boca. En esta posición, los dos resonadores que son la boca y la faringe, tienen un volumen idéntico.

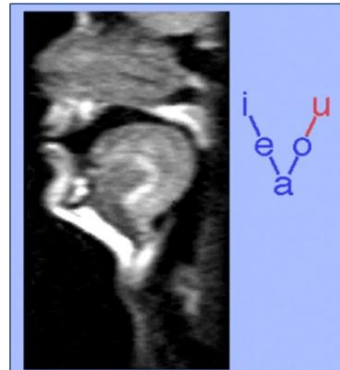
Si pasamos de la a a la e (representativa del registro medio) , y después de la e a la i (representativa del registro agudo), la lengua se eleva progresivamente hacia el paladar, con la consecuente disminución del volumen de la boca y un aumento del volumen de la faringe.

Así, la utilización de las vocales en la ejecución instrumental tiene un doble interés-intención: aumenta la presión en el registro agudo, juntamente con una mayor apertura de la faringe.

En realidad, esta es una lectura verdadera solo a medias y bastante imprecisa, ya que se debería matizar si es en el f en el p, y valorar o relacionar con el resto de estructuras anatómicas que intervienen (como el ERBL, desplazamiento vertical de la laringe, tamaño de la hipofaringe, Cv) , que no se corresponde exactamente con las vocales dichas. El concepto de faringe al que se refiere Bourgue parece ser una globalidad.

Según Ladefoged<sup>27</sup>, estas imágenes demuestran cómo se sitúan las diferentes estructuras anatómicas para la pronunciación de las vocales.

Posición de la lengua y las restantes estructuras de la cavidad orofaríngea en la producción de dichas vocales



3.9 Imagen de la cavidad orofaríngea y sus estructuras anatómicas a la pronunciación de cada una de las vocales. Extracto del trabajo de Ladefoged<sup>25</sup>

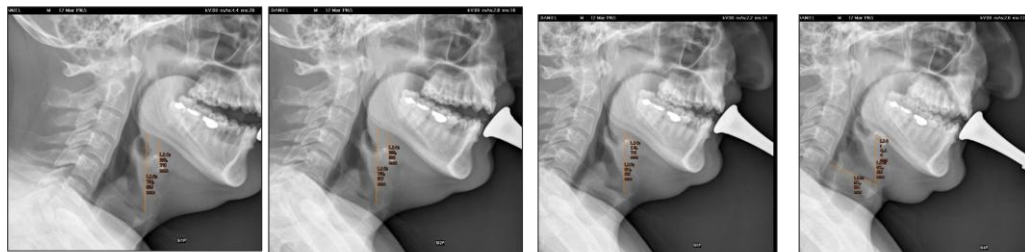
### **3.1.1.5 Distancia Hioides a la Mandíbula y Cuerda Vocal- Mandíbula.**

POR NOTAS, POR DINÁMICA: estas distancias dependen siempre de la posición de la lengua, y ello se debe a razones anatómicas: La laringe se une al hioides mediante una membrana ligamentosa (membrana tirohioidea). En el hueso hioides se insertan, por un lado la lengua y, por otro, los denominados músculos extrínsecos de la laringe. Estos músculos llevan hacia arriba y hacia abajo el hueso hioides y consigo la laringe y la lengua. **Constituyen pues estas tres estructuras un bloque funcional inseparable.**

Así pues, la distancia CV-Ma y Hi-Ma está siempre disminuida cuando la lengua está hacia delante, o sea, siempre en el registro AGUDO.



#### DISTANCIA Hi-Ma y CV-Ma



#### Grupo 2

3.10 Mediciones de la distancia Hi-Ma y Cv-Ma para el grupo 2 con las notas Sib 1,2,3 y 4 en f- parte superior- y las mismas notas en p- parte inferior de la imagen-

Las mujeres ascienden menos las estructuras que los hombres. Se explica porque en la mujer la laringe tiene anatómicamente una posición más alta que en el hombre.

- POR GRUPOS: el grupo 3 modifica menos la distancia Hi-Ma.

#### 3.1.1.6 Hipofaringe.

1. En los tonos agudos, la hipofaringe está más expandida que en los tonos graves.
2. En el registro grave, la hipofaringe está más ampliada que en reposo, pero menos ampliada que en el registro agudo .
3. La subida del hueso hioides facilita la expansión hipofaríngea.<sup>13</sup>

4. El volumen de la hipofaringe también aumenta cuanta más presión se necesita, es decir, en el f.

5. Por lo tanto, el volumen de la hipofaringe se relaciona con la INTENSIDAD (f y p) y el REGISTRO.

- POR GRUPOS: El grupo que más modifica la posición de la hipofaringe es el grupo 1. Este es otro ejemplo de que la música se interpreta de forma distinta según la dedicación a la misma.

### Hipofaringe

G. 1	Si1f	Si1p	Si4f	Si4p
	59,09	58,73	70,19	69,22
G. 2	Si1f	Si1p	Si4f	Si4p
	49,43	48,73	52,4	51,84
G. 3	Si1f	Si1p	Si4f	Si4p
	49,04	48,2	58,02	55,04

3.6 Tabla de mediciones del tamaño de la hipofaringe (mm).

Medición de la hipofaringe según el registro, posición de la lengua, dinámica y clasificación profesional

Grupo 1



Sib 1f



Sib4 f



Sib 1 p



Sib4 p

3.11 Medición hipofaringe grupo 1(página anterior), grupo 2 y grupo 3 para cada una de las notas de los registros extremos y dinámicas.



Sib1 f



Sib4 f



Sib1 p



Sib4 p



Sib1 f



Sib4 f



Sib1 p



Sib4 p

### 3.1.1.7 Epiglotis

Permanece siempre en posición anterior pegada a la base de la lengua, independientemente de variación de registro, dinámica o grupos.



3.12 Imagen de la epiglotis en la endoscopia.



3.13 Posición de la epiglotis en videofluoroscopia.

### **3.1.2 . VIDEOLARINGOSCOPIA .**

Por ser la videolaringoscopia una técnica dinámica y por la gran variabilidad obtenida según notas e individuos, los hallazgos en este capítulo no se pueden cuantificar y se describen de forma cualitativa.

La endoscopia, se ha desglosado en 2 partes:

1. Las notas fijas-estables- de duración larga.
2. El concierto nº2 para trompa y orquesta de Mozart.

### 3.1.2. 1 Repliegues ariepiglóticos.

- POR NOTAS:

Los RAE siempre permanecen abd independientemente del registro y dinámica, con pequeñas variaciones que se expresan a continuación:



Sonido Sib 4p



Sonido Sib 4f



Sonido Sib 1f

3.14  
Posición  
de los RAE  
en tres  
sonidos  
diferentes  
y con  
diferente  
dinámica.

Los RAE se comportan como estructuras laxas que durante la emisión del sonido, tienen movimiento.

La máxima tensión de los RAE se produce al emitir la nota (emisión o ataque del sonido) . Posteriormente, hay cierta flexibilidad – movilidad-- para , o bien facilitar el paso del aire, o para adecuarse a la cantidad de aire y/o tensión laríngea que produce el pasaje musical. Se produce aquí cierta relación entre la laringe y la musculatura respiratoria: mientras que en el patrón respiratorio, el momento de máxima tensión-contracción muscular respiratoria se produce inmediatamente antes el inicio del sonido, la máxima tensión de los RAE coincidiría con el inicio del sonido.

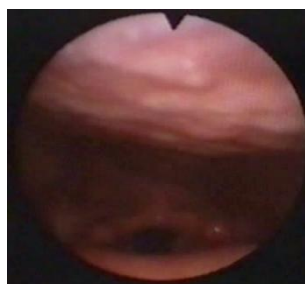
Algunos instrumentistas mueven los RAE al emitir cada nota, a modo de golpe de lengua.

- POR DINÁMICA:

Los RAE no modifican significativamente su posición en las notas fijas según la dinámica.

- POR GRUPOS:

Los RAE aparecen más cerrados en los alumnos cuando tocan piano, no así en los profesionales.



Sonido Sib 1p G. 1



Sonido Sib 1p Prof. G.2



Sonido Sib 1 Prof. G3

3.15 Posición de los RAE para el sonido Sib1 p en los diferentes grupos.

### 3.1.2.2 Epiglotis:

Por notas, por grupos y por dinámica: siempre aparece retirada, facilitando totalmente la espiración.

### 3.1.2.3 Hendidura glótica y cuerdas vocales (Cv):

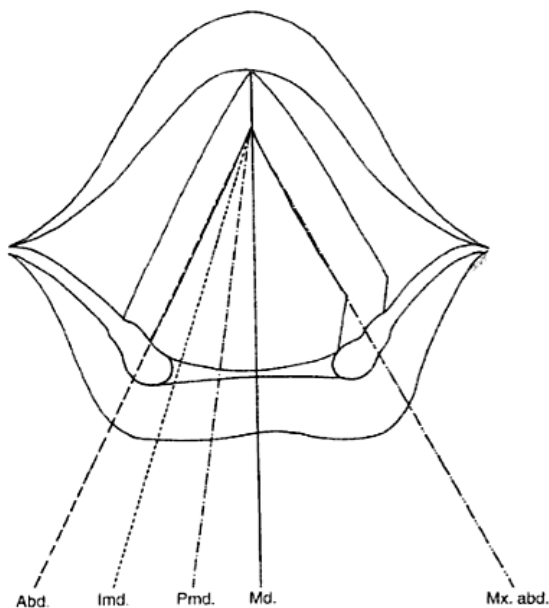
- POR NOTAS: las Cv están más add y por tanto la glotis es menos amplia durante la emisión de sonidos agudos, y más abd en los registros graves.

- POR GRUPOS: el grupo 3 estas variaciones son más acusadas. En los sonidos agudos y p las Cv llegan a estar en posición media o fonatoria.

- POR DINÁMICA: la glotis tiende a estar más cerrada en el p, y avanza en su abd hacia el f. Estas variaciones son más acusadas en los alumnos.

La Dra. Eckley en su estudio<sup>19</sup> observó a 10 instrumentistas por videolaringoscopia mientras tocaban el instrumento. Su estudio dedujo que se toca con las cuerdas vocales juntas (add) , pero no cuantifica o describe exactamente el grado de add.

En nuestro estudio, el grado de add variaba: tomando como referencia la imagen 3.16 , las dos posiciones más comunes fueron la lmd y Pmd, y en algunos casos puntuales, llegaron hasta la posición media fonatoria. En total abd sólo estuvieron durante la inspiración. Ello nos puede llevar a concluir que verdaderamente como ya habían observado con anterioridad Eckley y Mukai<sup>28</sup>, la glotis controla la cantidad de aire que llega a ella desde la tráquea y la canaliza hacia las estructuras superiores.



3.16 Jackson-Menaldi, M Cristina, *La voz patologica*, Ed. Panamericana, Madrid, 2002

Fig. 9-1. Líneas propuestas por Arnold de las posiciones que pueden adoptar las cuerdas vocales en las parálisis laringeas. Abd = abducción; lmd = intermedia; Pmd = paramediana; Md = mediana; Mx. abd = Máxima abducción.

#### **3.1.2.4 Luz faríngea:**

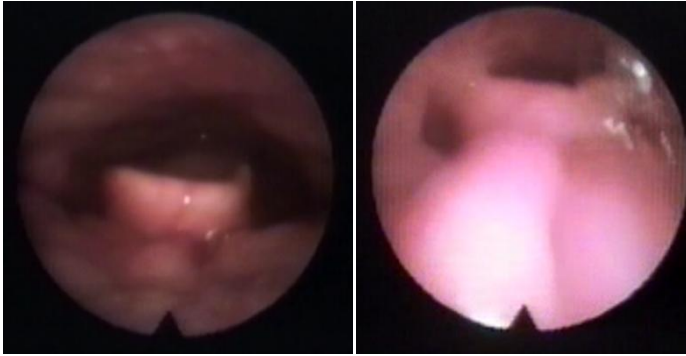
Describimos luz faríngea como la parte muscular de la zona que rodea la epiglotis (incluyendo por arriba el ERBL y por abajo la hipofaringe ): es diametral.

La luz faríngea se cierra según pasamos del registro grave-medio al agudo: hemos tomado como punto de control la escala de SibM del Concierto nº2 de Mozart.

El grado de disminución de la luz faríngea varía de unos individuos a otros: hay intérpretes a quienes apenas se observa una ligera disminución de la luz faríngea, mientras que otros presentan una importante disminución de la luz.

El cerramiento de la luz faríngea va ligado a la subida de las estructuras laríngeas y a la proyección posterior de la base de la lengua, por tanto a la reducción de ERBL. En los alumnos las variaciones de la luz faríngea son menores, y probablemente ello va ligado a una expresión imprecisa de la música.

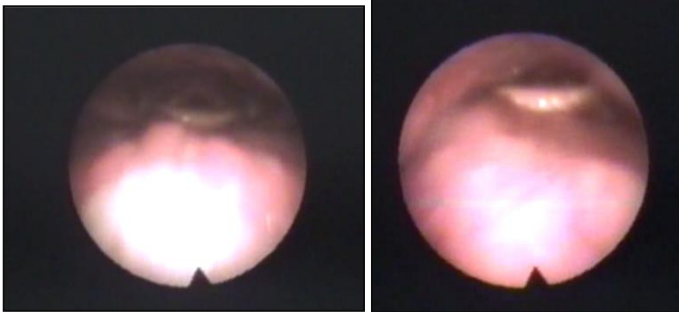




3.17 Sib 3

3.18 Sib 4

Imagen 3.17 tomada al inicio de la escala de SibM e imagen 3.18 tomada al final de la escala de Sib M (registro de Sib3 a Sib 4). Obsérvese la importante ascensión laríngea así como la disminución de la luz faríngea.



3.19 Sib 3

3.20 Sib4

Imágenes tomadas de mujer: una ascensión laríngea menor, pero importante cerramiento de la luz faríngea.



Sib2

Sib3

Sib4

3.21 Imágenes tomadas de alumno: obsérvese la escasa variación de la hendidura glótica, ascensión laríngea y variación de luz faríngea a pesar del cambio de registro.

**3.1.2.5 Los aritenoides:** Los aritenoides mueven las cuerdas vocales, por tanto su posición coincide con la de las cuerdas vocales: se encuentran add en p y adb en graves y f.

**3.1.2.6 Movilidad VERTICAL /** dinámica laríngea: Al igual que habíamos comprobado en las videofluoroscopias, la laringe asciende de forma natural y/o espontánea al subir hacia el registro agudo. Hemos tomado como punto de referencia la escala de SibM del Concierto nº 2 de Mozart.

#### **3.1.2.7 Base de la lengua:**

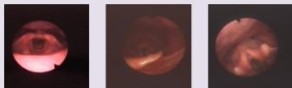

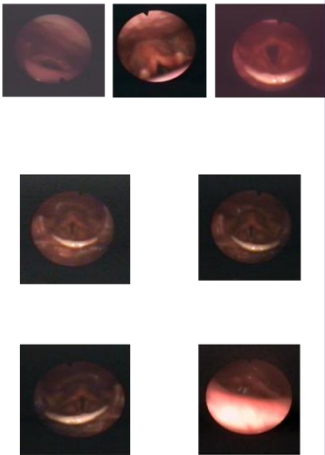
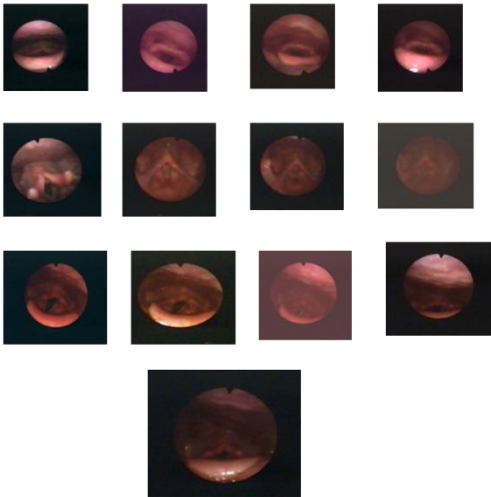
El ERBL se ha valorado desde dos referencias anatómicas diferentes: exactamente por encima de la epiglotis (en el caso de la endoscopia así se ha hecho, por observación) o un poco más hacia arriba (C2, en la videofluoroscopia se tomó esta referencia como patrón de ERBL mínimo). Así pues, el valorarlo desde un punto u otro puede dar unas medida más disminuidas o más similares. En cualquier caso, dentro de una misma prueba, son comparables.

Los hallazgos describen que los instrumentistas utilizan la lengua en:

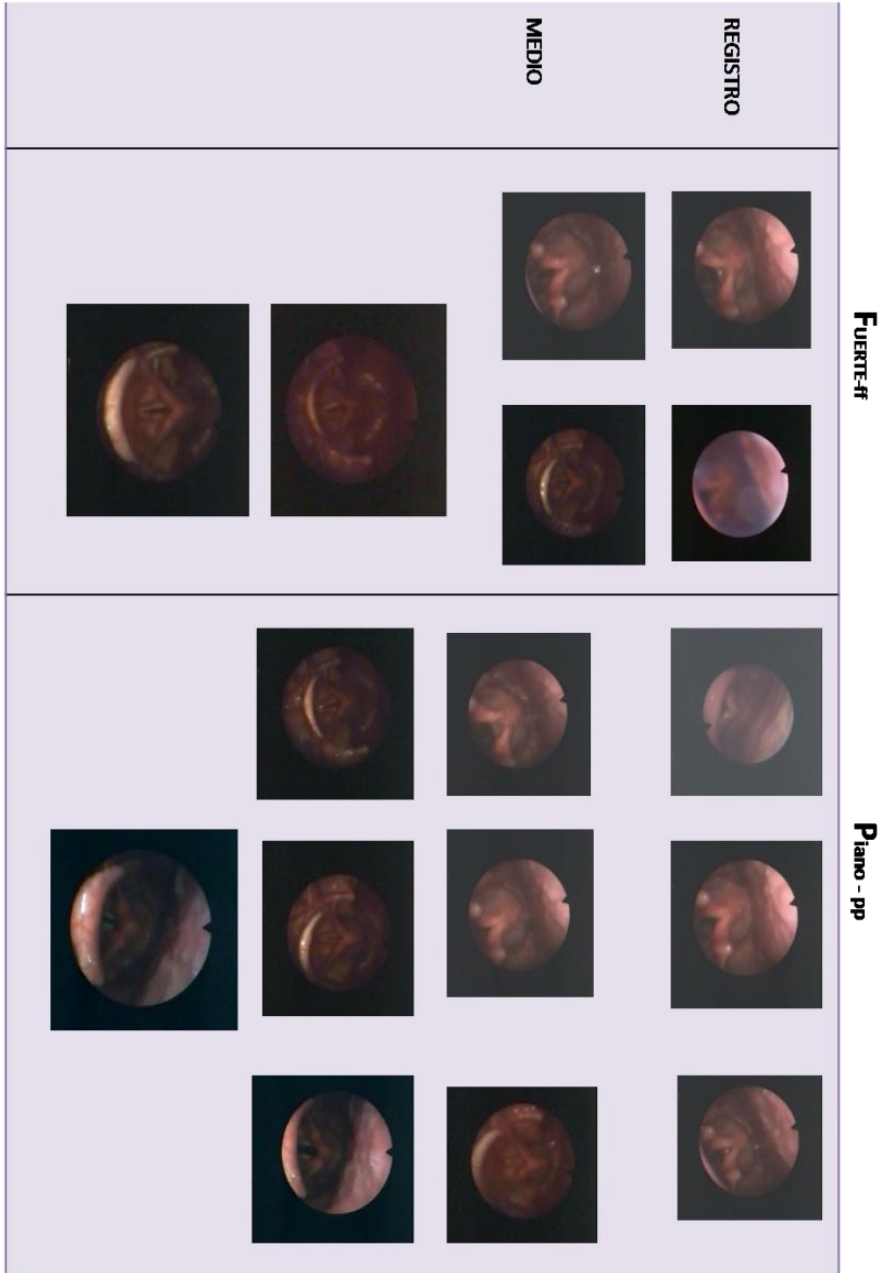
- La emisión de los sonidos; es lo que en música se conoce como el ataque de las notas.
- En lo que los músicos denominan “ picado” : es un tipo de articulación cuyas notas son todas destacadas.

Optimizan mejor sus recursos (grupos 1 y 2) los instrumentistas que utilizan la lengua desde su base: tocan mejor, aquellos que se ayudan de tanto las paredes faríngeas como de la base de la lengua para subir hacia el agudo, mientras que los pertenecientes al grupo 3 no se ayudan de estos recursos y por tanto, tienen mayores problemas para cambiar el registro.

Imágenes resumen

	<b>FUERTE-ff</b>	<b>Piano - pp</b>
<b>AGUDO</b>		
<b>GRAVE</b>		

3.22 Imagen de la hipofaringe, Cv, hendidura glótica de todos los participantes mientras interpretaban los Sib en notas largas, correspondientes a los registros extremos



3.23 Imagen de la Hipofaringe, hendidura glótica y Cv de los participantes en el registro medio.

A modo de resumen:

EN EL REGISTRO AGUDO,

1. Ap. bu.: DISMINUIDA
- 2.L-PLB: DISMINUIDA
- 3.ERBL- Mínimo: AUMENTADO
- 4.Luz faríngea (dinámica): DISMINUIDA
- 5.Hipofaringe: AUMENTADA, más en el fuerte.
- 6.Hi-Ma: DISMINUIDA.
- 7.Cv-MA: DISMINUIDA.

Del resto de estructuras anatómicas:

- La única estructura que no se modifica es la epiglotis: está siempre retirada para no dificultar el paso de aire .
- La velofaringe permanece siempre cerrada cuando se está produciendo el sonido, para evitar cualquier fuga de aire.
- La forma de la lengua condiciona el resto de estructuras anatómicas buco-faringolaríngeas.
- RAE: movimiento de apertura una vez atacada la nota: el momento de máxima tensión se produce cuando se ataca la nota.
- Cuerdas vocales: movimiento natural que se produce al paso del aire, sin llegar a ser vibración.

POR GRUPOS:

1. Los grupos 1 y 2 , optimizan recursos, tocan mejor, o más óptimo aquellos que se ayudan de tanto las paredes faríngeas como de la base

de la lengua para subir hacia el agudo, mientras que los pertenecientes al grupo 3 no se ayudan de estos recursos y por tanto, tienen mayores problemas para cambiar el registro.

El alumno modifica menos la forma de la faringe y laringe durante la interpretación, respecto de los profesionales: la falta de movilidad faringo-laringea impide la expresión precisa de las diferentes notas.

#### POR DINÁMICA:

- En el f (sea agudo o grave), hay:

-Mayor apertura hendidura glótica (o separación de las CV)

-Hipofaringe más expandida (f respecto de p, y a la vez, en el agudo más expandida que en el grave, y el grave más que en reposo).

## **3.2 PATRÓN RESPIRATORIO**

### **3.2.1 CAMBIOS EN EL PATRÓN RESPIRATORIO Y PRESIONES.**

El patrón respiratorio mientras tocaban el instrumento, fue muy similar en todos los músicos: una rápida inspiración seguida de una prolongada espiración a través del instrumento. Dependiendo del músico y de la pieza llegaban a casi agotar la capacidad vital, aunque lo habitual era que llegasen a hasta el 50% de VC. Durante la actuación musical se producían discretas variaciones en la saturación de la Hb (disminuía 2-3% antes de la inspiración profunda), y de forma paralela aumentaba PCO<sub>2</sub> "endtidal" (2 ó 3 mmHg). La frecuencia cardiaca de la misma forma aumentaba con la inspiración profunda y disminuía al final de la nota musical. En un estudio paralelo se pudo demostrar que después de una pieza extenuante (Concierto nº 1 para trompa y orquesta, op 11 de R. Strauss), no se producía una disminución de la presión inspiratoria máxima ni de la presión espiratoria máxima, por lo que deducimos que no se produce fatiga muscular respiratoria y que en estos músicos profesionales la capacidad muscular respiratoria no limita la capacidad musical.

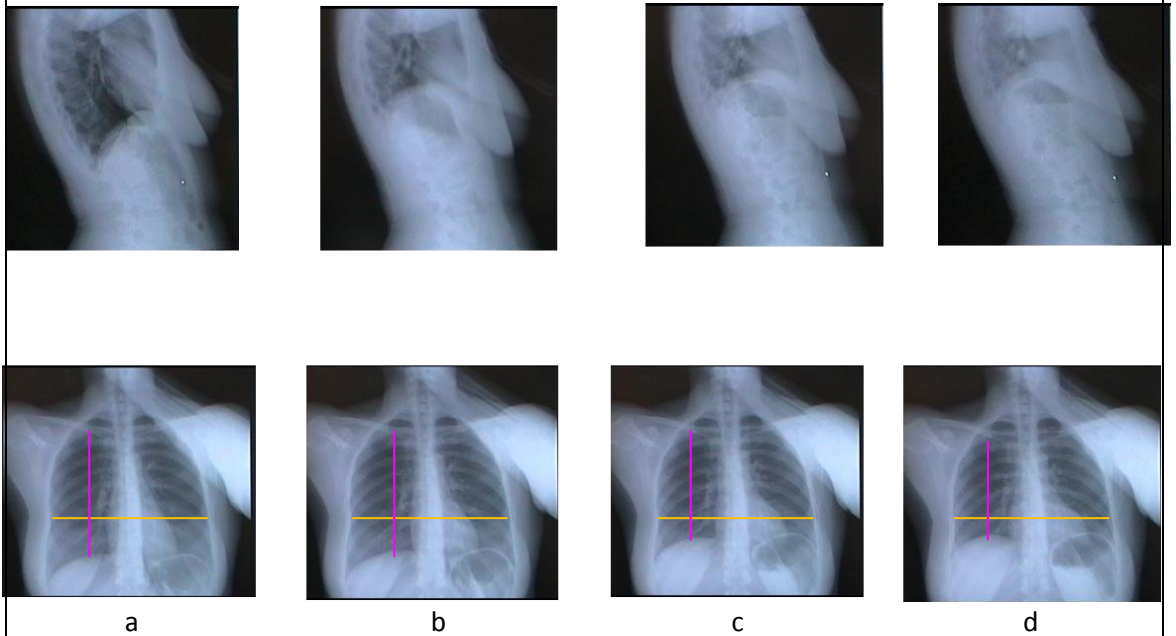
Con respecto a cómo manejan las presiones, flujos y variaciones de volumen, obtuvimos en todos los músicos un patrón similar. Después de una inspiración forzada máxima contraen fuertemente los músculos espiratorios sin

producir sonido ni flujo y dando lugar a un incremento de la presión dentro del tórax y del abdomen (presión esofágica y presión gástrica). Posteriormente empiezan a producir flujo espiratorio y de forma paralela sonido, manteniendo la presión y volumen en el tórax, mientras que en el abdomen se mantiene la presión y va disminuyendo discretamente el volumen a medida que se produce el flujo. Es decir se comprime el aire dentro del tórax antes de producir sonido y ese aumento de presión se gasta en producir flujo, variando relativamente poco el volumen del tórax y disminuyendo discretamente el del abdomen a medida que se produce el flujo. La disminución del volumen abdominal, mantenido el torácico da idea de que el mecanismo fundamental es la contracción de la musculatura abdominal que eleva el diafragma, aumenta la presión en el tórax y produce el flujo. Este hecho se objetivó por medio de radioscopia (figura 3.24) mientras interpretaba una pieza musical. Los cambios de volumen que se pueden deducir de forma aproximada a través de las bandas torácica y abdominal esta artefactados por los cambios de volumen de la musculatura cuando se contrae de forma máxima durante el esfuerzo espiratorio. Además hay que tener en cuenta que nuestro sistema mide variaciones de volumen a través de los cambios de presión que producen en las bandas torácica y abdominal. Estos cambios de presión se transmiten a un transductor de presión



que simplemente refleja cambios de volumen en el tiempo que representaría a flujos.

Figura 3.24



3.24 Radiografías anteroposterior y lateral de tórax en 4 momentos diferentes mientras produce una nota musical. Obsérvese como el diámetro lateral de tórax varía poco del inicio de la nota musical en inspiración profunda (a) en relación con el final de la nota musical, al final de la espiración (d). Sin embargo el diámetro vertical (distancia ápex pulmonar-diafragma) se reduce en un 50% del inicio de la nota al final de la misma; b y c son momentos intermedios.

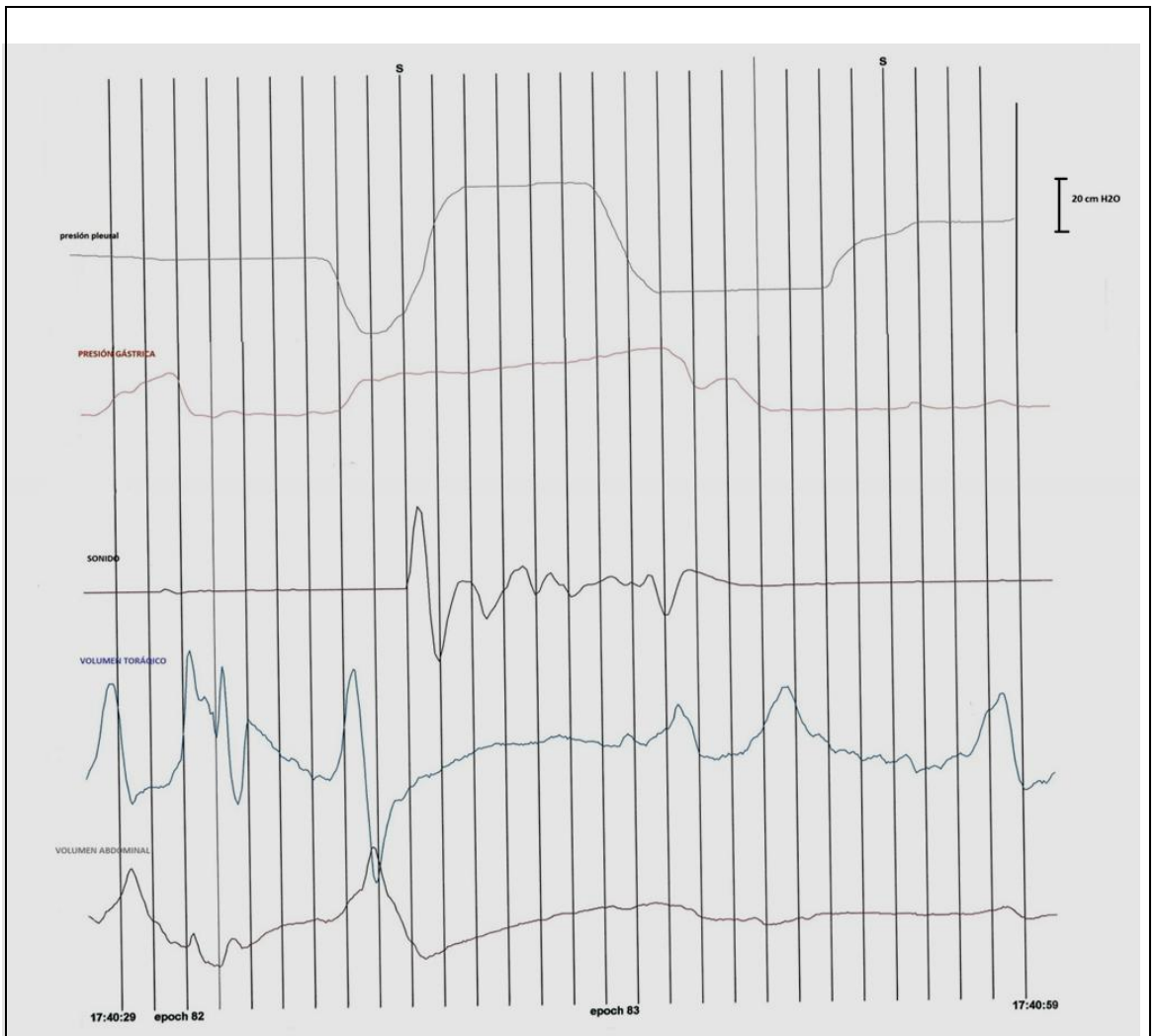
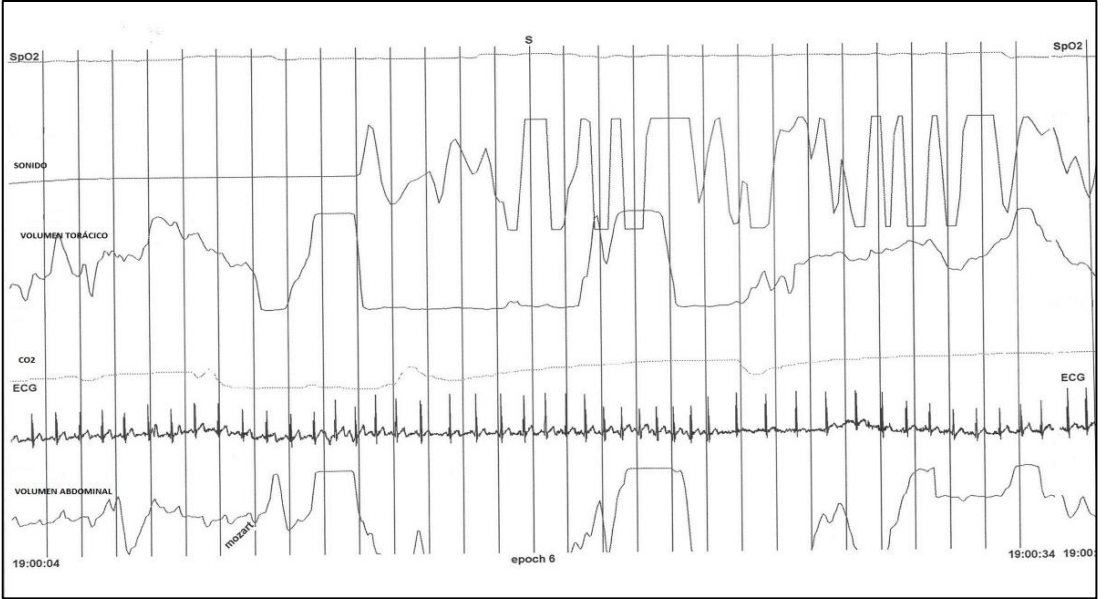
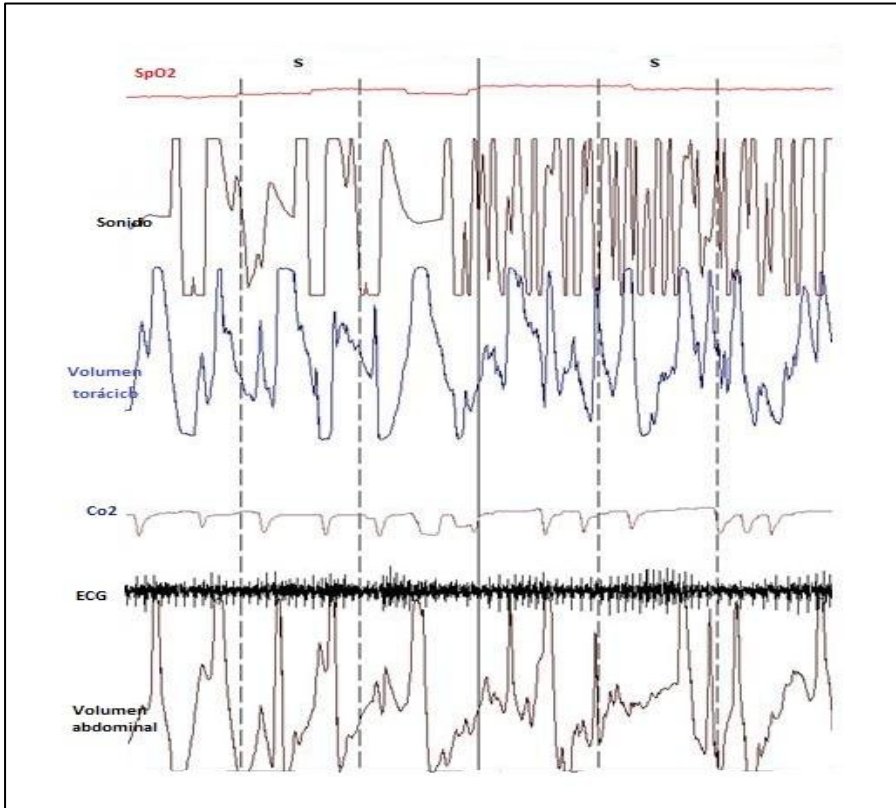


FIG 3.25. Variaciones en presión esofágica (canal 1), presión abdominal (canal 2), volumen de caja torácica (4) y de abdomen (canal 5) antes, durante y después de producirse la nota Sib3 (canal 3). Obsérvese la disminución de la presión esofágica coincidente con el incremento de volumen en tórax y abdomen, seguido de una disminución en el volumen de tórax y abdomen a la vez que se incrementa la presión en las dos cavidades, momentos antes de iniciar el sonido. El sonido se produce manteniendo las presiones en las dos cavidades y el volumen en el tórax, disminuyendo discretamente en el abdomen.

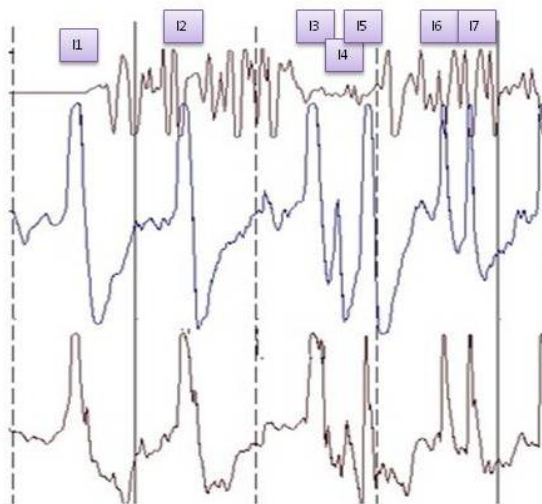


3.26: Figura del patrón respiratorio en interpretación.



3.27: Figura del patrón respiratorio en interpretación.

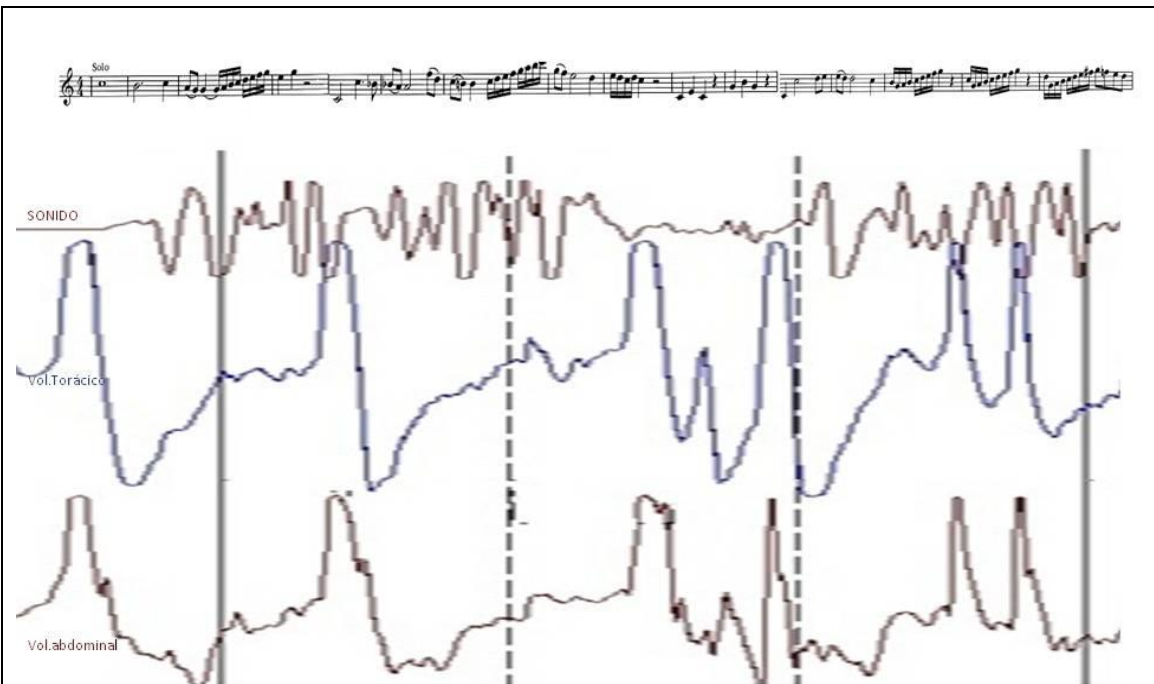
Concierto nº2 KV 417 en Mib  
VI para trompa y orquesta  
W.A. Mozart



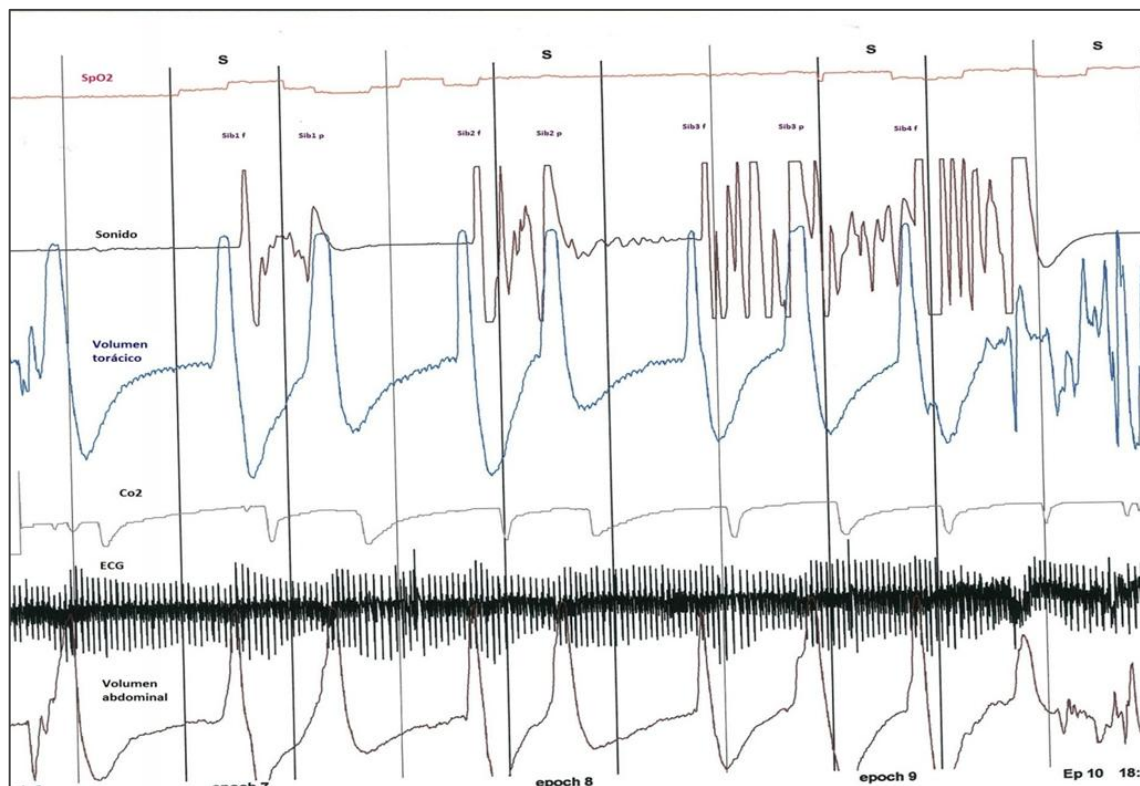
I1, I2, I3... abreviaturas de Inspiración nº1, Inspiración nº2 ... Se corresponden las inspiraciones marcadas en la música con las de la gráfica

3.28 Figura del patrón respiratorio durante la interpretación del Concierto de Mozart.

FIG 3.26 , 3.27 y 3.28 Cambios en volúmenes torácicos y abdominal durante la interpretación de la pieza concierto nº2 para trompa y orquesta Kv 417. Obsérvese como se mantienen los volúmenes toracoabdominales con frecuentes momentos en los que el músico aumenta el volumen de ambas cavidades (toma aire) seguido de una brusca disminución (aumenta la presión del aire en el tórax) y después este incremento de presión lo usa en producir el sonido.



3.29 Figura de patrón respiratorio mientras se interpretaba el concierto de Mozart. Se corresponde exactamente la música escrita con la gráfica de volúmenes torácico y abdominal.



3.30 Gráfico de los parámetros respiratorios durante la ejecución de las notas de duración larga: Sib1, Sib2 y Sib3 en sus dos dinámicas y Sib4 f. Obsérvese que el dibujo de la gráfica es similar en las notas estables y en el concierto.

### **3.3 VOLÚMENES PULMONARES Y PRESIONES RESPIRATORIAS**

#### **3.3.1 MEDIDA DE VOLÚMENES PULMONARES EN MÚSICOS TROMPISTAS.**

Los volúmenes pulmonares, flujos y presiones (P<sub>lmax</sub> y P<sub>E</sub>max) se midieron en un Master Screen Body de Jaeger, según estándares de la American Thoracic Society<sup>24</sup>. Se estudiaron 8 músicos profesionales (5 hombres y 3 mujeres de 31 a 52 años y con más de 10 años de experiencia). La condición de músico profesional iba de profesor de conservatorio a solista profesional de orquesta. También se estudiaron 3 estudiantes de trompa que estaban en las enseñanzas superiores musicales. En todos ellos no existían antecedentes de patología respiratoria y la exploración clínica era normal.

Los parámetros de función pulmonar obtenidos (Tablas 3.7 y 3.8) se compararon con los de referencia<sup>29</sup>. Los valores dependientes del esfuerzo FVC: 115.2 (IC95% 128.7-102.3), FEV1:112.4 (IC95% 113.7-101.1) y PEF: 121.2 (IC95% 135.4-106.9) fueron significativamente mayores en los dos grupos, profesionales y noveles, en relación con los de referencia (Tablas 3.7 y 3.8).

Nombre	FVC%	FEV1%	FEV1/FVC	PEF%	MMEF5/25	RV%	TLC%	RV/TLC	P1MAX%	P2MAX%	P1mlpr(a)	P1post(a)	P1mlpr/PE	P1post/PE	P1mlpr/PEpost	P1post/PEpost
SC	129	1332	90,46	1406	134,3	133,6	131,3	101	109,3	119,1	120	139	94	91		
Johz	827	858	88,61	94,3	94,8	50,2	56,9	89,1	65,9	77,9						
MB	1008	1127	89,6	99,8	1207	81,8	93,9	83,2	84,5	88,6	99,5	107,2	17	80	85	62

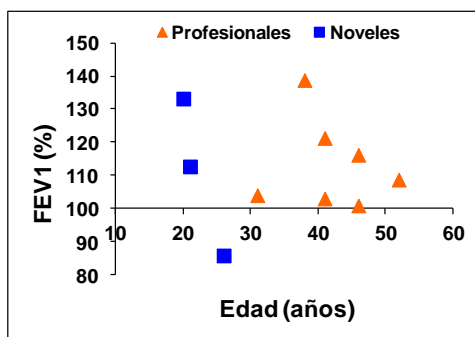
3.8 Valores de función pulmonar obtenidos en músicos noveles

Nombre	FVC%	FEV1%	FEV1/FVC	PEF%	MMEF5/25	RV%	TLC%	RV/TLC	P1MAX%	P2MAX%	P1mlpr(a)	P1post(a)	P1mlpr/PE	P1post/PE	P1mlpr/PEpost	P1post/PEpost
JRG	1041	103	81,68	124,2	82	87	96,3	86,5	114,9	128,9	116,9	114,6	-2	1121	1022	-9,9
JLU	1111	1087	78,36	123,3	871				997	131,5	105,5	118,2	12	1301	1201	-7,7
GG	1398	1388	88,55	116,3	107,6	109,2	126,9	85,7	697	145,5	89,5	76	-14,1	202,3	182,5	-9,8
MCS	128,6	121,3	82,65	164	95,4	117,2	76,8	149,3	76,6	189,9						
MAR	120,6	104	78,19	110,7	71,8	129,9	116,6	109,1	79,6	103,8	70	73	142	139		
DF	137,3	116,2	72,84	116,1	70,8	118,4	118,8	96,2	101,2	161,7	104	91	80	96		
EM						131,4	116	104,4	89,6	85,2						
EA	96,5	100,9	86,83	123,1	122,6	29,8	73,2	37,7	1097	107,2						

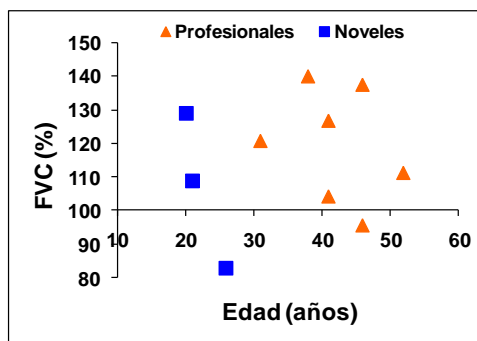
3.7 Tabla de valores de función pulmonar obtenidos en músicos profesionales



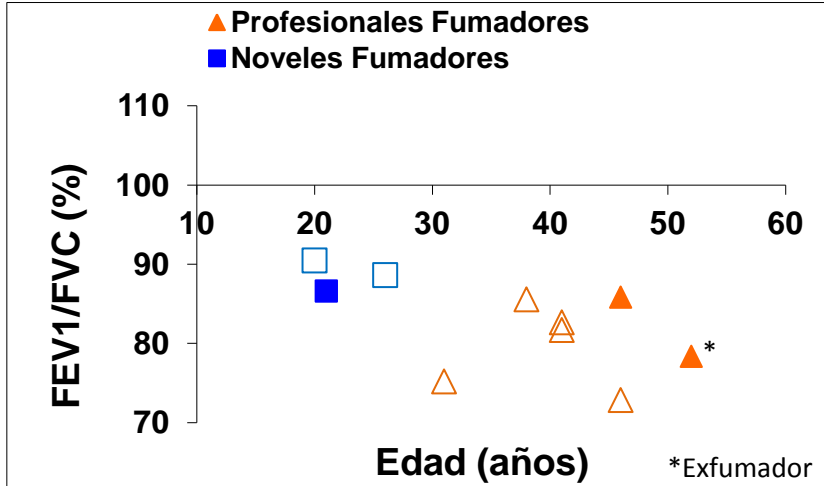
Esto sugiere que los músicos trompistas tienen más fuerza en los músculos espiratorios que los sujetos de referencia y que esta mejora muscular se adquiere con unos pocos años de entrenamiento. Sin embargo el FEV1/FVC 82.7 (IC95% 86.9-78.6) y los flujos mesoespiratorios 98.7% (IC95% 114.4-82.9) no fueron diferentes a los de la población general, incluso entre los músicos fumadores, lo que sugiere que entre los músicos no se produce ninguna patología obstructiva. La mejora de la capacidad vital en los músicos de viento se podría explicar por el entrenamiento o quizás por selección y que los sujetos con niveles bajos de capacidad respiratoria serían incapaces de tocar piezas muy demandantes y por ello no seguirían con la práctica musical y no llegarían a profesionales.



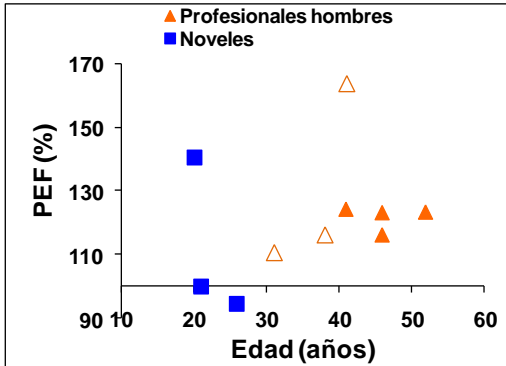
3.31 Figura FEV1%



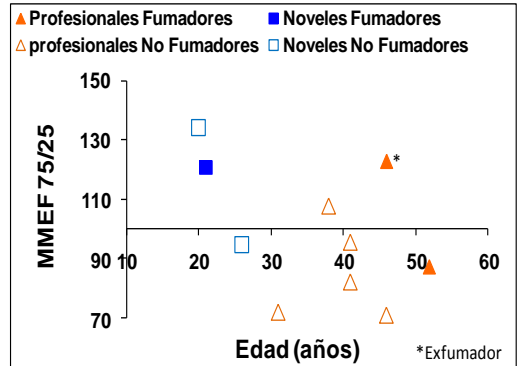
3.32 Figura de los valores de la FVC (%)



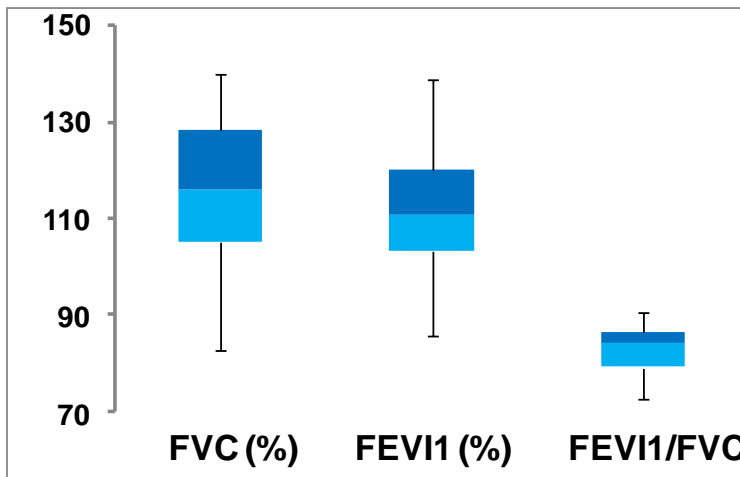
3.33 Figura correspondiente a la relación FEV1/FVC.



3.34 Figura PEF



3.35 Figura MMEF75/25



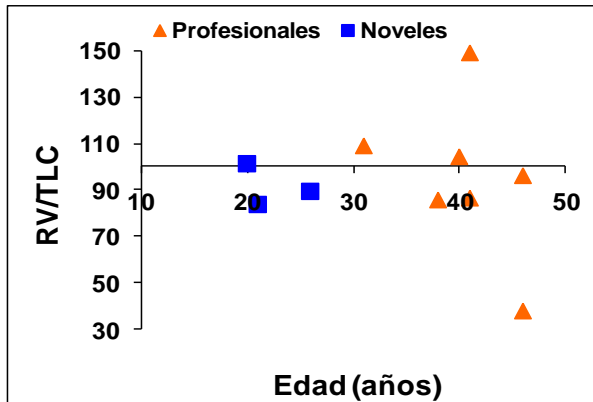
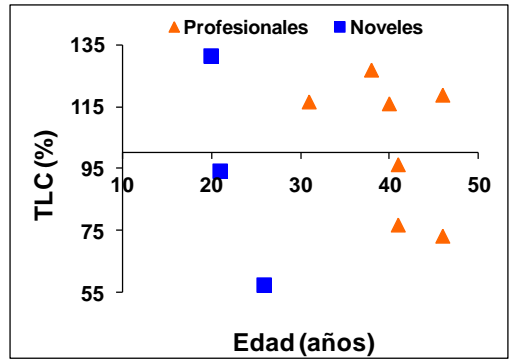
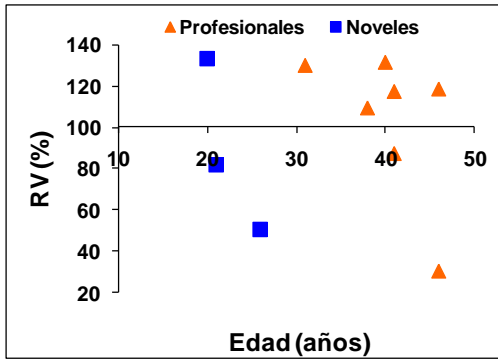
3.36 Diagrama de cajas para FVC, FEV1 y FEV1/FVC.

Figuras 3.31,3.32,3.33, 3.34 y 3.35 - Valores de FEV1, FVC, FEV1/FVC, PEF y MMEF 75/25 expresados en % de sus teóricos en una población normal. En el diagrama de cajas se expresa la mediana de los valores de FVC%, FEV1% y FEV1/FVC con los cuartiles 25 y 75 y valores máximo y mínimos obtenidos.

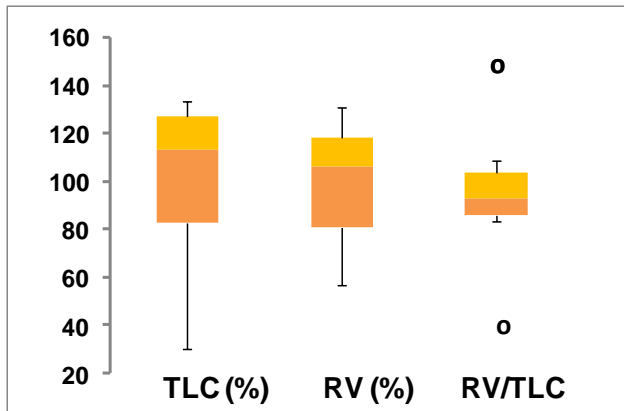
<b>Intervalo de confianza al 95%</b>				
<b>FVC%</b>	<b>FEV1%</b>	<b>FEV1/FV C</b>	<b>PEF%</b>	<b>MMEF75/25</b>
<b>102,3</b>	101,2	78,6	107,0	83,0
<b>128,8</b>	123,7	86,9	135,5	114,4
<b>* p&lt;0.05</b>	* p<0.05		* p<0.01	

3.9 Tabla en la que se expresan los intervalos de confianza 95% de los valores de FVC%, FEV1%, FEV1/FVC, PEF% y MMEF75/25 y la significación estadística comparados con una población normal.

Los valores de los siguientes volúmenes pulmonares no difirieron de los de la población general: TLC% 100.67 (IC95% 118.7-82.5), RV% 98.8 (IC95% 124.5-73.1) y la relación RV/TLC 94.2 (IC95% 114.1-74.2), lo que confirmó que no tenían ningún signo de atrapamiento aéreo.



3.37 Figura RV  
3.38 Figura TLC  
3.39 Figura RV/TLC



3.40 Diagrama de cajas para los valores de TLC, RV y RV/TLC

Figuras 3.37, 3.38 y 3.39. Se muestran los valores de TLC%, RV% y la relación RV/TLC en las diferentes poblaciones y se puede apreciar que los volúmenes pulmonares fueron normales así como la relación RV/TLC, tanto en

profesionales como en noveles, indicando que los músicos no tenían ningún dato de atrapamiento aéreo. En el diagrama de cajas se expresa la mediana de los valores de TLC%, RV% y la relación RV/TLC con los cuartiles 25 y 75 y valores máximo y mínimo obtenidos.

INTERVALOS DE CONFIANZA 95%		
RV%	TLC%	RV/TLC
73,1	82,6	74,4
124,6	118,7	114,0

3.10 Tabla que muestra los intervalos de confianza 95% para RV%, TLC%, RV/TLC que demuestran que en estos valores la población de músicos no fue diferente a la de la población normal.

Tocar instrumentos de viento es probablemente la actividad más extenuante del aparato respiratorio y requiere practicarlo habitualmente para un nivel alto/profesional. Los resultados en la literatura investigando los efectos de la práctica habitual con instrumentos de viento son pocos y con resultados contradictorios y controvertidos. Algunos autores sugieren que los músicos de viento tendrían una función pulmonar mejor debido al entrenamiento de los músculos respiratorios, mientras otros encuentran una función pulmonar disminuida<sup>30,31,32,33</sup>.

También esta discutido si la práctica habitual de tocar instrumentos de viento predispone a la exacerbación de enfermedades respiratorias como el

asma bronquial <sup>34,35,36</sup> o enfisema atribuible al barotrauma asociado a las presiones que se originan en el aparato respiratorio durante la interpretación de piezas musicales.

Omer Deniz<sup>37</sup> estudia 34 músicos de diferentes instrumentos de viento ( 3 oboes, 3 clarinetes, 3 fagots , 5 saxofones, 2 flautas, 4 trompetas, 8 trombones, 4 cornetas ,1 tuba y 1 trompa) , no fumadores, con al menos 7 años de práctica musical y sin antecedentes respiratorios de interés comparado con sujetos no músicos y de edad, características morfológicas y antecedentes no diferentes (todos eran miembros de ejército turco) y encuentra que los músicos tiene una función pulmonar menor que controles, en concreto FVC, FEV1, PEmax y sobre todo los flujos terminales de la curva flujo volumen. Además pudo observar que la FVC (expresada en % del valor teórico) disminuye de forma significativa con los años de práctica. No hubo diferencias entre los instrumentos de metal y madera considerados globalmente. Sin embargo no analiza los resultados en cada uno de los instrumentos, que probablemente dan resultados diferentes ya que las presiones intratorácicas que se origina tocando la flauta y trompeta o trompa deben de ser absolutamente diferentes. Posteriormente especula a propósito de un trabajo de 1969<sup>38</sup> sobre la posibilidad de lesiones precancerosas en músicos de viento y basado en la

disminución de flujos mesoespiratorios de su trabajo en la posibilidad de desarrollo de asma. Ambos aspectos no se han vuelto a estudiar ni a confirmar.

Sin embargo, Bouhuys estudia 42 músicos de viento profesionales y obtiene una VC, TLC y FEV1 mejores que las del grupo control (valores de referencia). Los valores de RV/TLC y FRC/TLC no son diferentes de los del grupo control. Todo ello indica que no hay datos que sugieran atrapamiento aéreo y que los parámetros que son mejores entre los músicos son los que dependen del esfuerzo muscular, sobretodo del espiratorio. Estos resultados están de acuerdo con los descritos por otros autores<sup>39</sup> y reflejan probablemente el resultado del entrenamiento de rápidas inspiraciones y espiraciones contra resistencia manejando presiones altas. Aunque también es posible que se deba a un proceso de selección y sujetos con CV bajas encuentren el tocar un instrumento de viento demasiado agotador y no lleguen a maestros. Lo que sí descarta es que tocar instrumentos de vientos produzca ningún tipo de disfunción respiratoria. Sí que es cierto que los músicos de más edad refieren cierta dificultad progresiva para tocar piezas con mucha demanda de función respiratoria. Dado que no se han encontrado que la edad interfiera en los mejores niveles de CV y FEV1 entre los músicos en relación a controles, la mayor dificultad para tocar piezas muy demandantes se podría atribuir a la mayor capacidad de notar una la discreta variación de la mecánica respiratoria con la

edad. Nuestros resultados con mayores valores para todos los parámetros de la espirometría dependientes del esfuerzo (FEV1, FVC, PEF) (Figuras 3.31,3.32 y 3.34) orientan claramente a que por una parte la práctica musical no produce ningún efecto negativo sobre la función pulmonar y por otra que el entrenamiento musical hace mejorar a los músculos respiratorios lo que explica el incremento de los parámetros esfuerzo dependiente. El no haber apreciado diferencias entre la población de músicos noveles y los profesionales se justifica por una parte en el escaso número de músicos 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<sup>40</sup>.

Por otra parte el no notar diferencias con la edad se justifica por el escaso tamaño muestral y la “juventud” relativa de la muestra. El músico de más edad tenía 52 años.

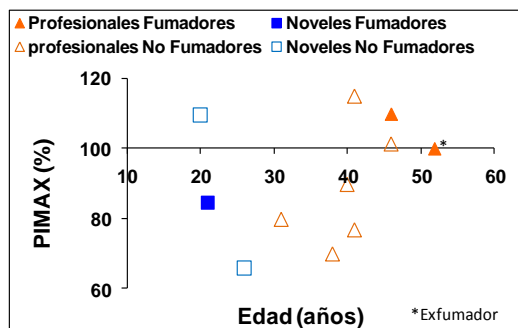
**3.3.2 PRESIONES RESPIRATORIAS MÁXIMAS.** Los músicos que tocan instrumentos de viento entrenan los músculos respiratorios, fundamentalmente los espiratorios y así pueden mantener los esfuerzos espiratorios durante las actuaciones musicales. Hay cierta disparidad con los resultados. Así Schorr<sup>30</sup> no encuentra diferencias en las presiones inspiratoria (PI<sub>max</sub>) y espiratoria



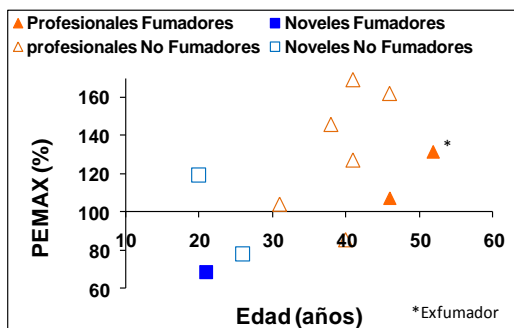
(PEmax), entre músicos de vientos y sujetos control. Las maniobras de PImax y PEmax son esfuerzo dependiente y requieren un proceso de aprendizaje que quizás no se ha tenido en cuenta en este trabajo. Fiz<sup>11</sup> estudió si trompetistas profesionales eran capaces de desarrollar presiones inspiratorias y espiratorias mayores que las de sujetos no entrenados. Seleccionaron 12 músicos varones no fumadores que tocaban la trompeta desde al menos 4 años antes y 12 varones sanos no músicos de la misma edad. Les midió PImax y PEmax con un manómetro Sibelmed un mínimo de 10 veces, seleccionando la maniobra mejor realizada y con resultado más alto. PIM y PEM fueron mayores en el grupo de los músicos: PImax, cmH<sub>2</sub>O 106.7± 10.4 vs 151.3± 19.8 y PEmax, cmH<sub>2</sub>O 189.6± 14.6 vs. 234.6±53.9. Estos resultados orientan a que los trompetistas entrenan los músculos respiratorios y por tanto la fuerza muscular respiratoria máxima. Atribuye la diferencia con el estudio de Schorr- Lesnick que no encontró diferencias en los valores de PImax y PEmax entre músicos de viento y de cuerda en que las maniobras las repetían únicamente 3 veces, mientras que en su estudio lo repetían hasta 10 veces, eliminando el efecto aprendizaje. El tipo de instrumento también parece trascendente ya que en el estudio de Fiz se investigó únicamente en trompetistas, mientras que en el de Schorr-Lesnick no se menciona el tipo de instrumento. Estos resultados pueden indicar que el entrenamiento muscular se produce cuando se utilizan instrumentos, como la

trompeta, que requiere altas presiones espiratorias y no en otros instrumentos que manejan presiones más bajas como la flauta o el clarinete. Así pues es el entrenamiento de los músculos espiratorios el que explica el aumento de PEmax. El aumento de PImax es más difícil de explicar, aunque los músicos de trompeta manejan espiraciones lentas y a presiones altas y también rápidas inspiraciones entre espiraciones para producir sonido. El entrenamiento de los músculos respiratorios ha sido demostrado por Clanton<sup>40</sup> usando cargas umbral: después de 25 minutos de entrenamiento por semana durante 10 semanas, 4 sujetos experimentaron un aumento significativo de PImax. También es posible que influya la motivación de los músicos para hacer una maniobra muy parecida a la que hacen mientras están interpretando música. Nuestros resultados de PEmax 117% (IC95% 140-96.4), aunque sin alcanzar significación estadística sí que muestran una mayor fuerza en los músculos espiratorios en los músicos en relación a la población control y sin diferencias entre noveles y profesionales, probablemente por el efecto de rápida mejoría descrito por Clanton (10 semanas). La PImax 90.9% (IC95% 102.4-79.5) no fue diferente a la de la población control. Estos resultados orientan a que el entrenamiento muscular en los músicos trompistas es fundamentalmente de los músculos espiratorios, lo que no coincide con lo obtenidos por Fiz que obtiene mejoría de los espiratorios e inspiratorios. Parece más razonable que mejoren

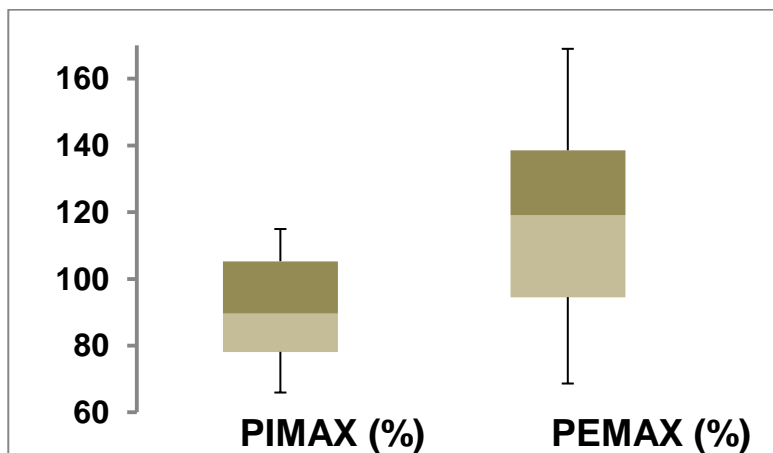
fundamentalmente los espiratorios ya que el trompista está más tiempo y ejerciendo una presión contrarresistencia durante la espiración, mientras que la inspiración se produce durante un breve periodo y sin resistencia externa .



3.41 Valores PImax



3.42 Valores PEmax



3.43 Diagrama de cajas para PImax y PEmax.

Figuras 3.41 y 3.42 Se muestran los valores de PImax% y PEmax en la población de músicos(noveles y profesionales juntos), expresando sus valores como % de los teóricos para su talla, peso y edad. Se puede apreciar que ambos valores no fueron diferentes a los de la población normal. En el diagrama de cajas se expresa la mediana de los valores de PImax % y PEmax % con los cuartiles 25 y 75 y valores máximo y mínimos obtenidos.

INTERVALOS DE CONFIANZA 95%	
P <sub>lmax</sub>	P <sub>E<sub>max</sub></sub>
79,4	95,3
102,6	140,4

3.11 Tabla en la que se expresan los intervalos de confianza 95% de los valores de P<sub>lmax</sub> y P<sub>E<sub>max</sub></sub> en %, siendo no estadísticamente diferentes a los de una población normal.

### **3.3.3 LOS MÚSCULOS RESPIRATORIOS NO SE FATIGAN DESPUÉS DE INTERPRETAR UNA PIEZA MUSICAL MUY DEMANDANTE.**

Para saber si la capacidad para mantener el ritmo de contracción exigido durante la interpretación de una pieza difícil, larga y muy demandante con notas que requieren presiones altas mantenidas, se investigó la fatigabilidad de los músculos respiratorios, inspiratorios a través de la posible disminución de P<sub>lmax</sub> y espiratorios a través de la disminución del P<sub>E<sub>max</sub></sub>, inmediatamente después de la interpretación de la pieza musical. La validación de esta técnica se basa en artículos previos donde se ha estudiado la fatigabilidad de la musculatura respiratoria a través de la disminución del P<sub>lmax</sub> y P<sub>E<sub>max</sub></sub> después de una carrera de maratón<sup>41</sup>, después de un ejercicio intenso<sup>42</sup> o después de un ejercicio intenso en un cicloergómetro<sup>43</sup>. En el primer artículo citado, se demuestra que después de la maratón (realizada con un

tiempo medio de 3 h 24 min) no se produjeron cambios en los parámetros de la espirometria, pero se observó que la P<sub>lmax</sub> caía después de la carrera de 165.8 +/- 11.0 a 138.5 +/- 7.6 cmH<sub>2</sub>O; p < 0.01 y que P<sub>emax</sub> caía de 240.0 +/- 20.4 a 173 +/- 22.6 cmH<sub>2</sub>O; p < 0.05. Por lo que los autores concluyen que esta disminución en la fuerza muscular sugiere el desarrollo de fatiga muscular respiratoria después de correr una maratón. En la segunda cita se estudia la función de los músculos respiratorios después de un ejercicio intenso (ejercicio incremental hasta 80% de VO<sub>2</sub>max) en adolescentes entrenados y no entrenados. Observan que en el grupo de los no entrenados a diferencia de los entrenados, se produce una caída significativa de P<sub>lmax</sub> y P<sub>emax</sub> y que esta caída va paralela a la caída de frecuencia del espectro del EMG, lo que es un signo de fatiga muscular respiratoria.

En la última cita se estudian 22 atletas después de un ejercicio intenso en cinta rodante o cicloergómetro. Demuestran una caída con P<sub>lmax</sub> (128 +/- 36.8 cm H<sub>2</sub>O) y P<sub>emax</sub> (175.7 +/- 63.8) después de ejercicio en relación a basal (140.0 +/- 32.6, p < .05; 196.8 +/- 59.8 cmH<sub>2</sub>O, p < .01), lo que sugiere fatiga muscular respiratoria.

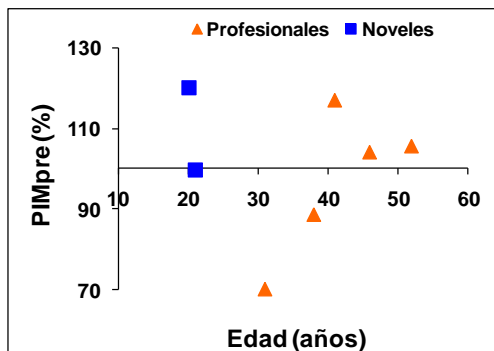
La validez de la caída de P<sub>emax</sub> después de una carga de los músculos espiratorios, como expresión de fatiga de los músculos espiratorios ha sido validada en el trabajo de Suzuki<sup>44</sup>, en el que examina la fatiga de los

músculos espiratorios después de cargas resistivas espiratorias en 11 sujetos normales. Demuestra una caída significativa de PEmax que se correlaciona con la caída de la relación entre las altas y bajas frecuencias del EMG del rectus abdominis sugiriendo que se ha producido fatiga de los músculos espiratorios.

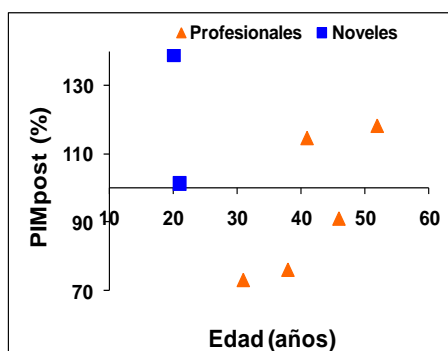
En nuestro trabajo investigamos la posible fatiga de los músculos respiratorios la hemos analizado estudiando la posible caída de los valores de PImax y PEmax inmediatamente después de interpretar una pieza extenuante, el Concierto nº1 Op. 11 para trompa y orquesta de R. Strauss.

La técnica de PImax y PEmax se hizo en 7 músicos, todos ellos adiestrados en la realización de la maniobra y con parámetros con escasa variación entre días (< 4%). Pudimos apreciar que no se producía una caída de PImax : PImax pre 104.2% (IC95% 110.2-93) vs PImax post 101.3% (IC95% 118.3-84.2) y PEmax: PEmax pre 111.4% (IC95% 132.6-84.5) vs PEmax post 95.2 (IC95% 128.5-93.9) de forma significativa después de interpretar el concierto nº1 op. 11 para trompa y orquesta de R. Strauss, lo que demuestra que durante la práctica musical de trompa, no se produce fatiga muscular respiratoria y que por tanto los músculos respiratorios no limitan la práctica musical. Otras interpretaciones son que por tratarse de músicos expertos, en ellos no hay fatiga muscular, pero sí que la podría haber en los noveles. Y por último que los músicos expertos están seleccionados, precisamente en base a poder llevar a

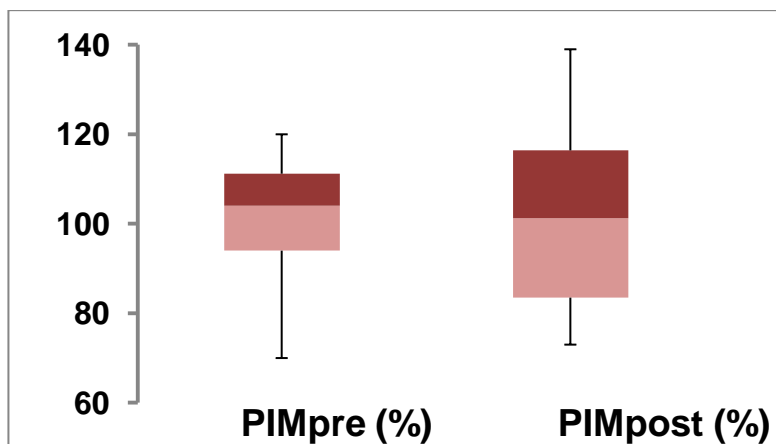
cabo interpretaciones muy demandantes. Por no haber diferencias en la fatigabilidad muscular entre profesionales y noveles, probablemente indica que la resistencia a la fatiga se adquiere en unos años de práctica.



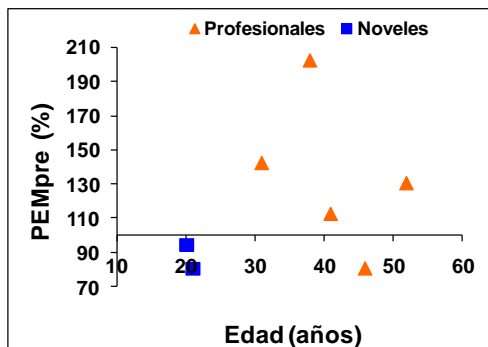
3.44 Figura PImax antes del concierto



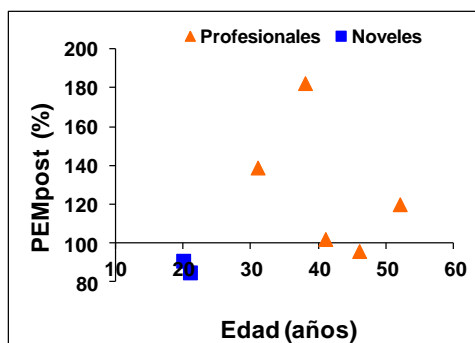
3.45 Figura PImax después del concierto



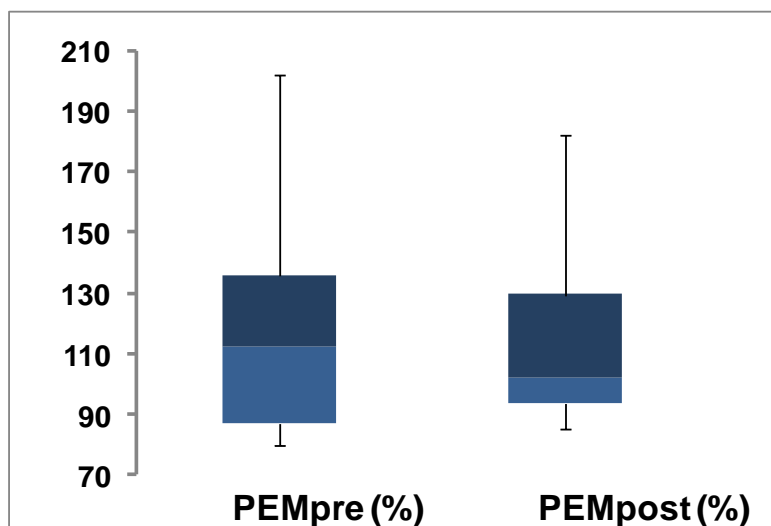
3.46 Diagrama de cajas de los valores de PImax antes y después del concierto



3.47 Figura PEmax antes de la interpretación del concierto



3.48 Figura PEmax después de la interpretación



3.49 Diagrama de cajas para la representación de los valores de PEmax antes y después de la interpretación del Concierto nº 1 op. 11 para trompa y orquesta de R. Strauss.

En las figuras 3.44, 3.45, 3.47 y 3.48 se muestran los valores de PImax% y PEmax% antes y después de interpretar una pieza extenuante. En los diagramas de cajas se expresa la mediana de los valores de PImax % y PEmax % con los intervalos de confianza 95% y valores máximos y mínimos obtenidos antes y después de la interpretación. Se puede apreciar que no obtuvimos diferencias significativas.

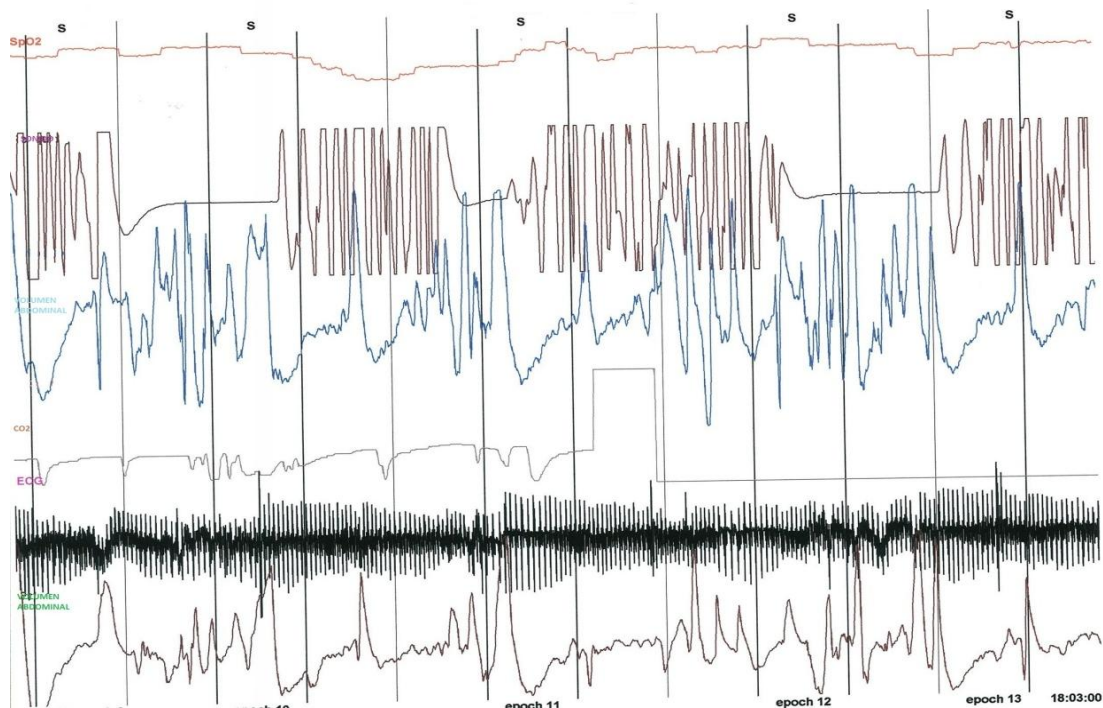


### **3.3.4 CAMBIOS CARDIOPULMONARES DURANTE LA INTERPRETACIÓN**

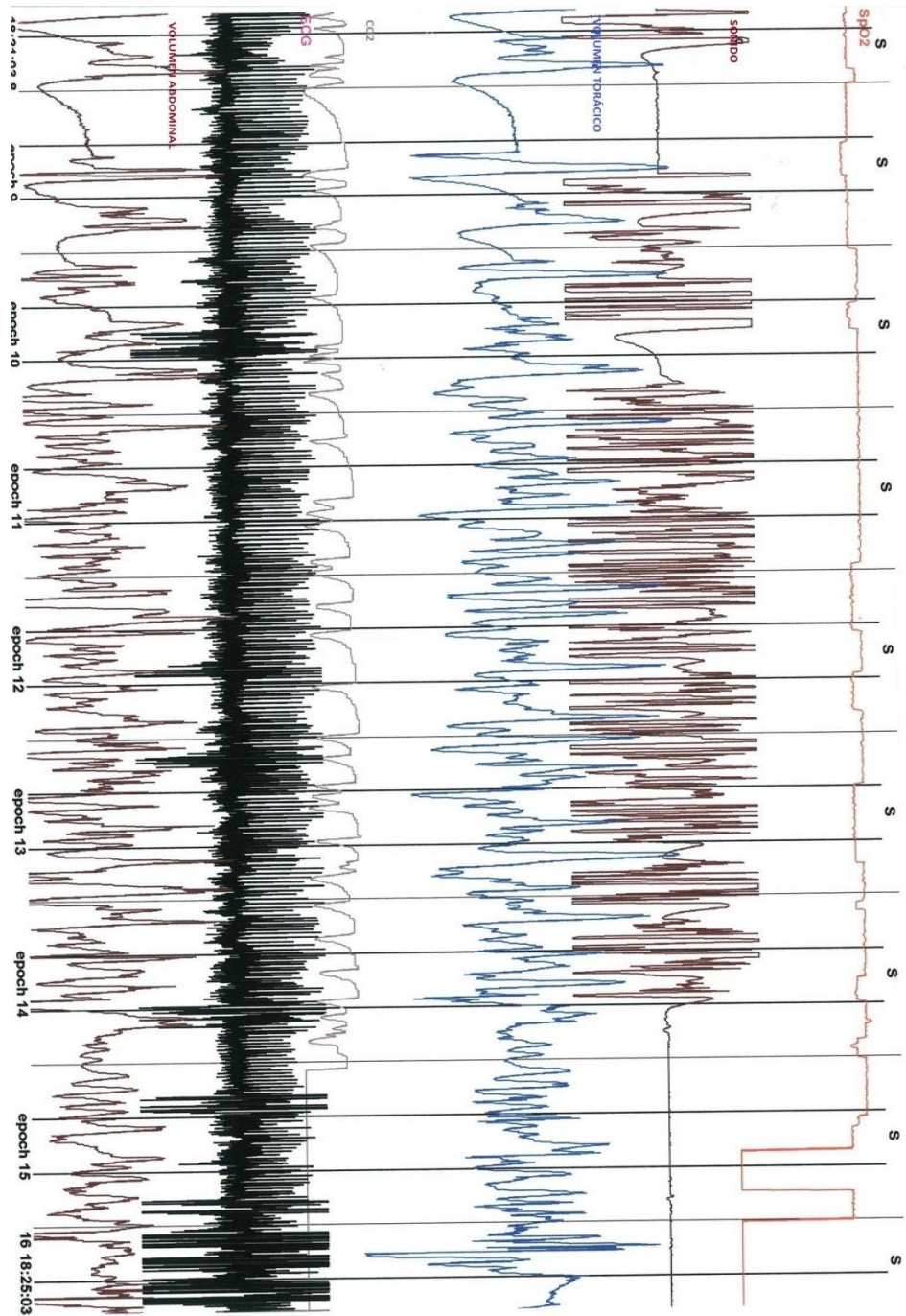
**EN MÚSICOS TROMPISTAS.** En las figuras 3.26 y 3.27 se puede apreciar el capnograma (canal 4) y el trazado de la oximetría (canal1). En el capnograma se pueden apreciar las variaciones del CO<sub>2</sub> cuando se produce una inspiración, que va paralelo a los canales de variación de volumen. Durante toda la pieza musical se producían pequeñas variaciones de SpO<sub>2</sub> en el rango de 2-3 %. Partían basalmente de SpO<sub>2</sub> 98-99% y la SpO<sub>2</sub> llegaba a 95-98% dependiendo de lo demandante de la pieza musical y sobretodo del número de respiraciones. En algunas ocasiones, por ejemplo la de la figura 3.50, la SpO<sub>2</sub> después de una nota prolongada en si bemol 3p bajó de 97.3% a 91.3%. Esto fue excepcional, no así las pequeñas variaciones que eran habituales (fig. 3.26). Con respecto a PCO<sub>2</sub> ésta variaba durante toda la interpretación musical entre 34 y 36 mmHg, aunque en algún momento como durante la interpretación del Concierto nº 2 de Mozart la PCO<sub>2</sub> al final del aire espirado (alveolar al ser sujetos normales) fue de 39 mmHg (Fig. 3.51 ) lo que permite deducir que durante el concierto no se produce hipoventilación significativa, sino más bien una discreta hiperventilación, salvo en pasajes muy concretos. Hay autores<sup>45</sup> que miden PO<sub>2</sub> y PCO<sub>2</sub> en sangre capilar arterializada durante la interpretación musical, obteniendo parámetros equivalentes a los descritos utilizando SpO<sub>2</sub> y PCO<sub>2</sub> en el aire espirado.

La frecuencia cardiaca basal fue de  $82\pm 7$  y durante la interpretación musical aumentó a  $115\pm 16$ . Fueron llamativos los cambios de frecuencia cardiaca que variaban de  $133\pm 12$  en el momento de la inspiración forzada para seguir tocando y  $105\pm 8$  en los momentos de pausa entre notas.(Fig. 3.52). No se apreció ninguna arritmia o extrasístole en ninguno de los trazados de ningún músico.

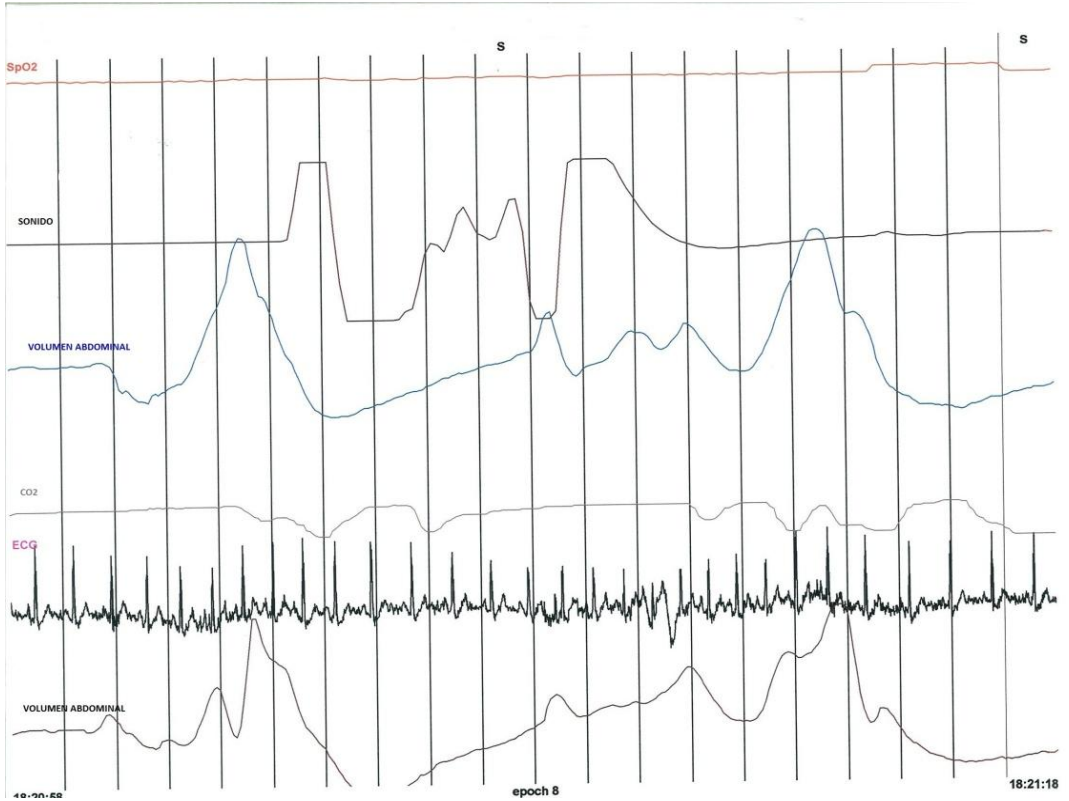
Fig. 3.50



3.50 En el trazado, canal 1, se puede apreciar cómo en un músico concreto y mientras interpretaba una pieza muy demandante, se producían desaturaciones significativas de SpO2 (de 97 a 91% de SpO2).



3.51 Figura en la que se observa las variaciones de PCO2.



3.52 Figura ejemplo de frecuencia cardíaca y no extrasístole.

Como se comentó en la introducción, hay muy pocos trabajos que estudien cómo los músicos de viento consiguen un flujo aéreo y unos cambios en la morfología de la vía aérea superior adecuados para que a través del instrumento se consigan sonidos de belleza artística. Tampoco hasta ahora estaba suficientemente demostrado que con el ejercicio de la profesión de músico de viento no se producía patología respiratoria y que era una actividad saludable. En este trabajo se aportan datos por primera vez en la literatura médica/musical, como son los cambios en las presiones torácicas y abdominales y el pequeño retraso entre los cambios de volumen/presión toracoabdominales y el inicio del sonido. También se aporta que los músicos rápidamente adquieren, o están previamente seleccionados, una fuerza en los músculos espiratorios superior a la población general y suficiente para que no sea un limitante en su capacidad musical. Se confirma que la práctica musical no produce ninguna patología a nivel respiratorio o del área faringolaríngea. Por último y trascendente a la hora del aprendizaje musical, se demuestra que lo que diferencia 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 obtener un sonido de calidad artística. Este hecho debe servir para diseñar estrategias que mejoren el aprendizaje y el virtuosismo en la interpretación de la música con instrumentos de viento.

# Conclusiones Finales

- 1. La posición y movilidad de las estructuras faringo laringeas se modifican de acuerdo con la intensidad y registro de los sonidos emitidos en los músicos de trompa.**
- 2. La movilidad y apertura de las estructuras faringo laringeas determina los distintos sonidos emitidos por la trompa.**
- 3. Hay diferencias muy evidentes observables por imagen (Videofluoroscopia y videolaringoendoscopia) entre profesionales de la trompa y estudiantes. Los profesionales en general, modifican más sus estructuras faringo laríngeas durante la emisión de las notas en los diferentes registros e intensidad.**
- 4. Hay diferencias interindividuales independientemente de si se trata de profesionales o estudiantes en la movilidad de las estructuras faringo laringeas probablemente en relación con las diferentes maneras de interpretar la música.**
- 5. La evaluación de la movilidad de la vía aérea superior en los músicos trompistas debe considerarse desde un punto de vista más cualitativo que cuantitativo, dada la gran variación entre músicos.**
- 6. En todos los músicos el patrón respiratorio mientras interpretaban un pasaje de un concierto, fue muy similar: una rápida inspiración seguida de una prolongada espiración a través del instrumento. Dependiendo del músico y de**

la pieza en ocasiones llegaban a casi agotar la capacidad vital, aunque lo habitual era que llegasen hasta el 50% de VC.

7. Durante la interpretación todos los músicos manejaban las presiones, flujos y variaciones de volumen de forma similar. Después de una inspiración forzada máxima contraen fuertemente los músculos espiratorios sin producir sonido ni flujo, dando lugar a un incremento de la presión dentro del tórax y del abdomen (presión esofágica y presión gástrica). Posteriormente empiezan a producir flujo espiratorio y de forma paralela sonido, manteniendo la presión y volumen en el tórax, mientras que en el abdomen se mantiene la presión y va disminuyendo discretamente el volumen a medida que se produce el flujo.

8. Los valores de la espirometría dependientes del esfuerzo muscular espiratorio (FVC, FEV1, PEF) fueron significativamente mayores en los dos grupos de músicos, profesionales y noveles, en relación con los de referencia, lo que sugiere que los músicos trompistas tienen más fuerza en los músculos espiratorios que los sujetos de referencia y que esta mejora muscular se adquiere con unos pocos años de entrenamiento.

9. La relación FEV1/FVC, flujos mesoespiratorios y volúmenes pulmonares estáticos no fueron diferentes a los de la población general, incluso entre los



músicos fumadores, lo que sugiere que la práctica musical no produce ninguna patología obstructiva.

10. Durante la actuación musical se producían discretas variaciones en la saturación de la Hb (SpO<sub>2</sub>) disminuía 2-3% antes de la inspiración profunda, y de forma paralela aumentaba PCO<sub>2</sub> "endtidal" 2 o 3 mmHg.

10. La frecuencia cardiaca aumentaba con la inspiración profunda y disminuía al final de la nota musical. No se produjeron arritmias durante la interpretación musical.

11. Después de interpretar una pieza extenuante (Concierto nº1 op. 11 para trompa y orquesta de R. Strauss) no se producía disminución de las presiones respiratorias máximas, por lo que deducimos que no se produce fatiga muscular respiratoria y que en estos músicos profesionales la capacidad muscular respiratoria no limita la capacidad musical.

# Bibliografía

1. BAINES Anthony . *Brass Instruments: Their History and Development*. Dover Publications, 1993. ISBN 0-486-27574-4.
2. CAMPBELL Murray; GREATED Clive A ; MYERS Arnold . *Musical Instruments: History, Technology, and Performance of Instruments of Western Music*. Oxford University Press, 2004. ISBN 0-19-816504-8.
- 3.KARTOMI, Margaret J . *On Concepts and Classifications of Musical Instruments*. University of Chicago Press, 1990. ISBN 0-226-42548.
4. DONINGTON, Robert. *Los instrumentos de música*. Madrid: Alianza editorial, 1980.
5. OLAZÁBAL Tirso de. *Acústica musical y organología*. Buenos aires: Ed Ricordi, ISBN 978-987-611-021-1.
6. FARKAS P. *The art of French horn playing*. Summy-Birchard Inc, 1956 . ISBN 0-87487-021 6.
7. ROSSET, J. et al. *El cuerpo del músico*. Ed. Paidotribo, 2010. ISBN 978-84-9910-033-3.
8. PERELLÓ J. *Muco-ondulatory theory of the vibration of the vocal cords*. Acta Otorinolaryngol Iber Am. 1967;18(1):7-12.
9. AAVV. *Larousse de la música*. Ed. Larousse, Barcelona, 1997. ISBN 978-84-8016-288-3
10. BOUHUYIS A. Lung volumes and breathing patterns in wind- instrument players. J Appl Physiol 1964; 19: 967-975.
11. FIZ JA, AGUILAR J. et al. *Maximum respiratory pressures in trumpet players*. Chest 1993;104: 1203-1204.

12. FUKS L, SUNDBERG J. *Blowing pressures in Bassoon, Clarinet, Oboe and Saxophone*. *Acustica* 1999; 85: 267-277.

13. KAHANE JC, et al. *Videofluoroscopic and laryngoscopic evaluation of the upper airway and larynx of professional bassoon players*. *Journal of voice* 2006 ; 20(2) :297-307.

14. SPENCER W. *The art of bassoon playing*. Evanston, Il: Summy-Birchard Co. 1958.

15. BOUHUYS A. *Pressure-flow events during wind instrument playing* .*Ann N Y Acad Sci*. 1968; 155: 266-268.

16. NAVÁTRIL M, REJSEK K. *Lung functions in wind instrument players and glassblowers*. *Ann N Y Acad Sci*. 1968; 155: 276-283.

17. CLINCH P, TROUP GJ, HARRIS L. *The importance of vocal tract resonance in clarinet and saxophone performance, a preliminary account*. *Acustica* 1982; 50:280-284.

18. BACKUS J. *The effect of the player's vocal tract on woodwind instruments tone*. *J Acoust Soc Am*. 1985; 78:17-20.

19. ECKLEY Ca. *Glottic configuration in wind instrument players*. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2006;72(1):45-7.

20. STAFFEER Dw. *Physical performance, selection and training of wind instrument players*. *Ann New York Acad Sci* 1968 ;155(1):284–289.

21. ILTIS PW .*Ventilation, carbon dioxide drive, and dyspnea associated with French horn playing: A pilot study*. *Med Probl Perform Art* 2003 ;18(2):47–51.

22. TUCKER A, FAULKNER ME, HORVATH SM . *Electrocardiography and lung function in brass instrument players*. Arch Environ Health 1971; 23:327–334.
23. LOEWY A, SCHROETTER H. *Über den Energieverbrauch bei musikalischer Betätigung*. PXügers Arch 1926; 211:1–63.
24. PELLEGRINO R. et al. *Interpretative strategies for lung function tests*. Eur Respir J 2005; 26: 948–968.
25. BOURGUE D, *La trompa*. Trad. M. Martínez .París, IMD293, 1993. 004738.
26. BOURGUE D, *Techni-cor, Flexibilites*, Ed. Billaudot ISBN 979-0-04-304232-7.
27. LADEFOGED ,P. *Vowels and consonants, An introduction to the sounds of languages*. Oxford-Malden 2001 , MA: Blackwell.
28. MUKAI S. *Laryngeal movements during wind instruments play*, Nippon J Gakkai Kaiho 1989 Feb; 92(2):260-70.
29. ROCA J. et al. *References values for forced spirometry*. Group of the European Community Respiratory Health Survey . Eur Respir J 1998; 11:1354-62.
30. SCHORR-LESNICK B,et al. *Pulmonary function in singers and wind-instrument players*. Chest 1985;88(2): 201–205.
31. AKGUN N, OZGONUL H. *Lung volumes in wind instrument (zurna) players*. Am Rev Respir Dis 1967;96(5):946–951.
32. GOULD WJ, OKAMURA H. *Static lung volumes in singers*. Ann Otol Rhinol Laryngol 1973;82(1):89–95.

33. GUPTA N, GUASTELLA P, GUPTA K. *Pulmonary function testing (PFT) in elite adolescent wind instrument players*. Chest 1999;116(Suppl 4): 330S
34. HERER B. *Music and respiratory pathology*. Rev Mal Respir 2001; 18(2):115–122.
35. GILBERT TB. *Breathing difficulties in wind instrument players*. Md Med J 1998;47(1):23–27.
36. LUCIA R. *Effects of playing a musical wind instrument in asthmatic teenagers*. J Asthma 1994;31(5):375–385.
37. OMER DENIZ,A et al. *Reduced Pulmonary Function in Wind Instrument Players*, Archives of Medical Research 2006; 37: 506–510.
38. PLAMENAC P, NIKULIN A. *Atypia of the bronchial epithelium in wind instrument players and in singers: a cytopathologic study*. Acta Cytol 1969;13(5):274–278.
39. HAVERMARK IO, LINDGREN KD. *Bidrag till Kannedomen om Forekomstem hos glasblasare och musiker*. Svenska Lakartidn 1957; 54:3834-3846
40. CLANTON TL, DIXON C, DRAKE J. *Inspiratory muscle conditioning using a threshold loading device*. Chest 1985; 87:62-6 .
41. LOKE J, MAHLER DA, VIRGULTO JA. *Respiratory muscle fatigue after marathon running*. J Appl Physiol. 1982 Apr;52(4):821-4.

42. CHOUKROUN ML, et al. *Respiratory muscle function in trained and untrained adolescents during short-term high intensity exercise*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1993;67(1):14-9.

43. TORAA M, FRIEMEL F. *Fatigue of the respiratory muscles due to maximal exercise on 2 different ergometers*. Can J Appl Physiol. 2000 Apr;25(2):87-101.

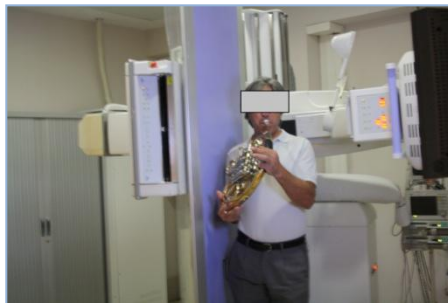
44. SUZUKI S, SUZUKI J, OKUBO T. *Expiratory muscle fatigue in normal subjects*. J Appl Physiol. 1991 Jun;70 (6):2632-9.

45. HAHNENGRESS MARIA L, BÖNING D. *Cardiopulmonary changes during clarinet playing*, Eur J Appl Physiol 2010; 110: 1199-1208.

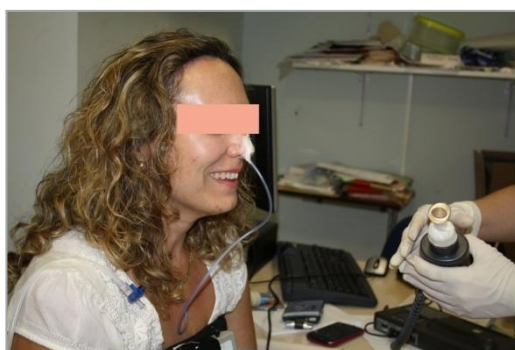
# Apéndice documental



## Pruebas de fluoroscopia



## Pruebas de volúmenes y patrón respiratorio



## Endoscopias



Transductor  
de presión



**Sres Presidentes del CEIC y Comisión de Investigación**

El proyecto titulado:

**VOLUMENES PULMONARES, PATRÓN, PRESIONES  
RESPIRATORIAS, MORFOLOGÍA Y DINÁMICA DE LA VÍA  
AÉREA ALTA EN MÚSICOS TROMPISTAS.**

Se va a presentar a la Comisión de Doctorado de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valencia, con el fin de que constituya mi trabajo de Investigación para obtener el grado de Doctor. Siendo necesaria la aprobación por los Comités de ética de la Institución en la que se va a realizar la Investigación, por ello

**Solicito:**

La aprobación por ambos comités

En Valencia, a 15 de Enero 2011

**La solicitante**

*Nombre y apellidos:* Gemma Guillem Cardona

Página 1 de 1

