

TESIS DOCTORAL

LUIS MIGUEL MENÉNDEZ COLINO.

BARCELONA, 28 DE MAYO DE 2004.



**TÍTULO:**

ESTUDIO DEL CÓRTEX AUDITIVO MEDIANTE RESONANCIA MAGNÉTICA  
FUNCIONAL (RMf): PATRONES Y VARIANTES DE LA NORMALIDAD EN  
SUJETOS NORMOOYENTES.



“La verdad en un tiempo es error en otro”

(Montesquieu).



# **ÍNDICE:**

## **1- INTRODUCCIÓN:**

### **1.1 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA VÍA AUDITIVA**

-El sonido y las estaciones de la vía auditiva	13
-El nervio auditivo o coclear	15
-Los núcleos cocleares	18
El núcleo coclear ventral	20
El núcleo coclear dorsal	23
-El complejo olivar superior	25
La oliva superior lateral	26
La oliva superior medial	27
El núcleo medial del cuerpo trapezoide	27
Los grupos periolivares	28
-Los núcleos del lemnisco lateral	29
El complejo ventral del lemnisco lateral	30
El núcleo dorsal del lemnisco lateral	31
-El colículo inferior o tubérculo cuadrigémino posterior	32
El núcleo central del colículo inferior	33
Las cortezas dorsal y externa del colículo inferior	35
-El cuerpo geniculado medial y el núcleo posterior talámico	37
La división ventral y el núcleo posterior talámico	38
Las divisiones dorsal y medial	39
-El núcleo reticular del tálamo	40

-La corteza cerebral	41
Anatomía y desarrollo	41
Células y fibras corticales	42
Capas corticales	44
Citoquímica de la corteza cerebral	47
-Áreas corticales	48
-Áreas sensoriales de la corteza cerebral	50
-Corteza cerebral auditiva	51
-La vía auditiva descendente	55
-Proyecciones auditivas corticofugas	55
-Proyecciones descendentes del colículo inferior	58
-El haz olivococlear	58
<b><u>1.2 FUNCIONAMIENTO ENCEFÁLICO</u></b>	<b>61</b>
<b><u>1.3 RESONANCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL</u></b>	
-Introducción	65
-Origen y características de las imágenes por RM	66
-Campos magnéticos que intervienen en la RM	67
-Componentes fundamentales de un equipo de RM	68
-Técnica de RMf	69
-Contraste BOLD y tipos de secuencia	71
-Nivel de O <sub>2</sub> de la sangre e importancia en la RMf	75
-Adquisición de las imágenes de RMf	76
-Ventajas e inconvenientes de la RMf	78
-Contraindicaciones de la RMf	79
-Comparación con estudios de PET	79

<b><u>2- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO</u></b>	<b>81</b>
<b><u>3- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</u></b>	<b>83</b>
<b><u>4- MATERIAL Y MÉTODOS</u></b>	<b>85</b>
4.1 -Sujetos de estudio	85
4.2 -Criterios de inclusión y exclusión	86
4.3 -Material	87
4.4 -Tipo de estudio y métodos	88
4.5 -Preparación y análisis estadístico de los datos	90
4.6 -Corrección del movimiento	91
4.7 -Normalización espacial	91
4.8 -Suavizado	93
4.9 -Definición del modelo estadístico	93
4.10 -Estimación estadística del modelo	94
4.11 -Análisis estadístico de los resultados	95
<b><u>5- RESULTADOS</u></b>	<b>97</b>
5.1 -Características generales	97
5.2 -Resultados individuales	100
5.3 -Imágenes de alta resolución	109
5.4 -Resultados globales	111
5.5 -Resultados por subgrupos	121
5.6 -Reproducibilidad de la prueba	130

<b><u>6- DISCUSIÓN:</u></b>	<b>135</b>
6.1 -¿Qué entendemos por activación encefálica?	<b>135</b>
6.2 -Origen del estudio del córtex auditivo	<b>136</b>
6.3 -Estudios iniciales del córtex auditivo mediante RMf	<b>136</b>
6.4 -Elaboración del paradigma	<b>140</b>
6.5 -Resultados individuales	<b>143</b>
6.6 -Resultados Globales	<b>146</b>
6.7 -Resultados por subgrupos	<b>152</b>
6.8 -Reproducibilidad	<b>153</b>
6.9-Futuras aplicaciones	<b>155</b>
<b><u>7- CONCLUSIONES</u></b>	<b>159</b>
<b><u>8- APÉNDICE</u></b>	<b>163</b>
-Consentimiento informado	<b>163</b>
<b><u>9-BIBLIOGRAFÍA</u></b>	<b>165</b>

## **ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS:**

<b>Figura 1:</b> Estaciones del sistema auditivo del tronco encefálico	<b>14</b>
<b>Figura 2:</b> Divisiones del núcleo coclear	<b>19</b>
<b>Figura 3:</b> Complejo olivar superior	<b>26</b>
<b>Figura 4:</b> Lemnisco lateral	<b>29</b>
<b>Figura 5:</b> Colículo inferior	<b>32</b>
<b>Figura 6:</b> Cuerpo geniculado medial talámico	<b>37</b>
<b>Figura 7:</b> Capas corticales	<b>45</b>
<b>Figura 8:</b> Capas de la corteza auditiva y sus múltiples proyecciones	<b>46</b>
<b>Figura 9:</b> Areas de Brodmann	<b>49</b>
<b>Figura 10:</b> Lóbulo temporal	<b>52</b>
<b>Figura 11:</b> Imagen de la corteza auditiva primaria	<b>54</b>
<b>Figura 12:</b> Bobina de RMf de 1.5 Tesla	<b>68</b>
<b>Figura 13:</b> Colocación del sujeto voluntario en la RMf	<b>77</b>
<b>Figura 14:</b> Cascos neumáticos para estimulación auditiva	<b>89</b>
<b>Figura 15:</b> Activación cortical al escuchar la lectura de un texto	<b>97</b>
<b>Figura 16:</b> Activación cortical tras la estimulación con el paradigma	<b>98</b>
<b>Figura 17:</b> Paradigma de estimulación auditiva	<b>99</b>
<b>Figura 18:</b> “Glass brain” de un voluntario normooyente	<b>101</b>
<b>Tabla 1:</b> Probabilidades de activación de “vóxeles” y “clusters”	<b>101</b>
<b>Figura 19:</b> “Glass brain” tras estímulo por oído derecho	<b>104</b>
<b>Tabla 2:</b> Probabilidades de activación tras estímulo por oído derecho	<b>104</b>
<b>Figura 20:</b> “Glass brain” tras estímulo por oído izquierdo	<b>106</b>
<b>Tabla 3:</b> Probabilidades de activación tras estímulo por oído izquierdo	<b>106</b>

<b>Figura 21:</b> “Glass brain” tras estímulo por oído izquierdo	<b>108</b>
<b>Tabla 4:</b> Probabilidades de activación tras estímulo por oído izquierdo	<b>108</b>
<b>Figura 22:</b> Imagen 3D. Corte sagital	<b>109</b>
<b>Figura 23:</b> Imagen 3D. Corte axial	<b>110</b>
<b>Figura 24:</b> Imagen 3D. Corte frontal	<b>110</b>
<b>Figura 25 a Figura 33:</b> Resultados globales	<b>112 - 120</b>
<b>Figura 34 a Figura 41:</b> Resultados por subgrupos	<b>122 - 129</b>
<b>Figura 42 a Figura 49:</b> Reproducibilidad de la prueba	<b>130 - 134</b>