

Trastornos neurológicos y música

Ricardo Masao Buentello-García¹, Horacio Senties-Madrid², Daniel San Juan-Orta¹,
Mario Arturo Alonso-Vanegas¹

RESUMEN

La música es un arte que involucra múltiples dominios cognitivos para su procesamiento e interpretación, un músico profesional procesa la información musical con su hemisferio izquierdo, mientras que la población sin conocimientos musicales lo hace con su hemisferio derecho. Los trastornos neurológicos como evento vascular cerebral (EVC), traumatismo craneoencefálico (TCE), etc, condicionan que ciertas áreas cognitivas disminuyan su funcionalidad provocando amnesia, acalculia, etc, desde hace más de un siglo se observó que existen ciertos trastornos neurológicos que disminuyen la capacidad musical de una persona, otros son congénitos, disminuyendo o aumentando la habilidad musical, y en otros la misma música desencadena la sintomatología como en la epilepsia musicogénica. Los primeros datos que relacionaron enfermedades neurológicas y la música provienen del estudio de músicos importantes que sufrieron eventos vasculares cerebrales y presentaban alteraciones específicas en sus habilidades musicales (ej, incapacidad para apreciar la música pero conservación de su capacidad de composición). Esto despertó el interés neurocientífico sobre los procesos cognitivos musicales y a la fecha se han descrito trastornos como amusia, epilepsia musicogénica, síndrome Savant musical, alucinaciones musicales, etc.

Palabras clave: autistas musicales, epilepsia musicogénica, alucinaciones musicales, amusia.

Neurological disorders and music

ABSTRACT

Music involves multiple cognitive areas, musical data is processed by professional musician's preferable in the left hemisphere, whereas general subjects without musical skills with their right hemisphere. Some neurological disorders diminish or increase the musical abilities, or in some rare cases like in musicogenic epilepsy, music can triggers or induce the epileptic fits or events. The first data involving music and neurology is from professional musicians whom presented or debuted with neurological disorders and, developed alterations in their musical abilities; these first studies awaken the neuroscientific community interest in cognitive areas of music, actually some neurologic-musical disorders had been described like amusic disorder, musicogenic epilepsy, musical Savant syndrome, etc.

Key words: musical savants, musicogenic epilepsy, musical hallucinations, amusia.

«¡En qué poco consiste la felicidad! Basta el sonido de una cornamusa. Sin música la vida sería un error...»

F. Nietzsche¹

La música es un arte que desde el punto de vista neurocientífico constituye procesos mentales multimodales, su práctica exige lectura musical, escuchar y apreciar melodías, armonías, contrapunto, ritmo,

coordinar músculos e involucrar emociones y experiencias previas², por lo general al escuchar música las personas sin entrenamiento musical la procesan principalmente en el hemisferio no dominante, pero los músicos profesionales la

procesan principalmente en el dominante³. Las lesiones cerebrales que condicionan alteraciones en el dominio cognitivo musical, pueden ser graves o leves y su presentación clínica depende de las experiencias previas y el conocimiento musical del sujeto⁴, por lo tanto son más notorias en músicos experimentados⁵. El estudio de alteraciones neurológicas en músicos ha brindado grandes descubrimientos y ha sido el inicio de nuevos paradigmas en los procesos cognitivos musicales. Alteraciones neurológicas adquiridas, secundarias a TCE o a diversos eventos de EVC, pueden condicionar una alteración cognitiva musical como alucinaciones musicales o amusia, pero existen otros padecimientos como la epilepsia refleja que puede ser desencadenada por un estímulo musical (epilepsia musicogénica), en trastornos psiquiátricos algunos pacientes pueden presentar alucinaciones musicales, o en casos muy raros el síndrome de Savant, en el cual los pacientes presentan extraordinarias habilidades musicales. El análisis de estos trastornos nos brindará información para poder describir los procesos cognitivos musicales y su posible impacto en la investigación y clínica neurológica.

Músicos, mitos y trastornos neurológicos

Entre los músicos más importantes e influyentes se han creado historias, mitos y realizado estudios sobre enfermedades orgánicas y mentales, algunos de ellos nunca sufrieron de algún padecimiento, otros lo sufrieron pero sus habilidades musicales permanecieron intactas y algunos padecieron enfermedades que afectaron su habilidad musical².

El caso de Mozart ha sido de gran debate entre historiadores, músicos y científicos, se ha especulado que sufría de síndrome Gilles de la Tourette, pero no hay información que apoye firmemente éstas conclusiones, no existen datos que sugieran que sufría de tics motores, vocales o sociales^{6,7}; lo mismo sucede cuando se le atribuyen trastornos psiquiátricos como déficit de atención con hiperactividad, trastorno maniaco-depresivo, ideas paranoides, incluso se ha mencionado que sufría de alucinaciones musicales y por lo tanto no poseía ingenio creativo musical, ya que utilizaba los fenómenos alucinatorios para escribir sus obras, etc, ninguno de los diagnósticos ha sido basado en fuentes fiables; Mozart al parecer no presentaba ningún trastorno psiquiátrico, pareciera ser que las leyendas alrededor de la vida de Mozart fueron fundadas por suposiciones creadas a través de malas traducciones e interpretaciones de sus cartas, así como de fuentes no confiables y reportes médicos hechos durante su vida⁶.

Algunos casos de músicos afectados por algún trastorno neurológico y que no alteró sus habilidades musicales son: Shebalin (sufrió dos eventos de EVC en el lóbulo temporal izquierdo, que lo dejaron con afasia de Wernicke),

Gershwin (glioblastoma (GBM) del lóbulo temporal derecho), Britten (EVC), Langlais (hemorragia cerebral en región temporo-parietal izquierda)². Entre los músicos que sufrieron enfermedades neurológicas y sus habilidades fueron afectadas esta Ravel (no está claro su diagnóstico pero se especula que padeció alguna enfermedad neurodegenerativa), Donizetti, Schumann y Schubert quienes se piensa padecieron neurosífilis^{2,8}.

Savants y autismo

La habilidad musical en un principio se creyó relacionada directamente con la inteligencia, según reportes de Shuter, Lynn, Gault y Wilson; así lo confirmaban, tomaron como premisa para sus estudios que los grandes músicos tienen niveles elevados de inteligencia general, pero se ponen en duda los resultados de dichos estudios al observar las superhabilidades de sujetos con autismo⁹⁻¹¹ o con otras alteraciones neurológicas.

Desde hace mucho tiempo, la creatividad se ha ligado a la psicopatología, y en especial la creatividad ligada al arte (escritura, pintura y música), se ha especulado que compositores como Bãrtok y Gould pudieron haber padecido de síndrome de Asperger¹, que algunos consideran como el síndrome intermedio entre el autismo y la gente normal¹².

El síndrome de Savant hace referencia a características conductuales, no a una clasificación diagnóstica, y el término incorpora todos los tipos de retraso mental, incluyendo el autismo¹¹. Los casos de pacientes con síndrome de Savant presentan grandes habilidades en ciertos dominios cognitivos y deficiencias en otros, Treffert los divide en 2 subgrupos con habilidades que superan su nivel general de funcionalidad y con habilidades extraordinarias que superan a la población general¹³. Algunos casos de Savants presentan extraordinarios niveles de talento al dibujar, armar modelos, memoria superior (memorizar una guía telefónica), etc, pero adolecen totalmente de creatividad para la composición, carecen de pensamiento abstracto^{8,13-19}. Otros casos muy raros se inclinan hacia la música, en

- I. Las manifestaciones del síndrome incluyen: pobre empatía, falta de humor, pobre adaptación social, pobreza en expresión y gestos, rasgos de personalidad excéntrica, obsesiva e inmadura, alta concentración, buscar perfección, sensibilidad, alta motivación, interés en religión o filosofía¹².

Recibido: 3 marzo 2011. Aceptado: 21 enero 2011.

¹Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez, ²Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubiran. Correspondencia: Acad. Dr. Mario Arturo Alonso Vanegas. Profesor de Neurocirugía Funcional y Cirugía de Epilepsia. Subdirección de Neurocirugía. Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez. Insurgentes Sur 3877, Col. La Fama, Del. Tlalpan, México D.F. CP 14269 E-mail: alonsomario@hotmail.com

especial hacia la interpretación, tienen gran capacidad mímica en canto, sonidos ambientales, ecolalia y pueden repetir o tocar obras con algún instrumento con sólo escucharlas una vez²⁰, a su vez, algunos sujetos pueden transportar la melodía a otras tonalidades¹³. Todos los síndromes de Savant con habilidades musicales poseen oído absoluto^{11 21-25}.

Los Savant se encuentran dentro del espectro del autismo, 6 de cada 1,000 niños sufren autismo, y casi uno de cada 10 autistas presenta niveles superiores en algún dominio cognitivo. La capacidad mímica se desarrolla a muy temprana edad. Blackstock, demuestra que los niños autistas tienen preferencia por la música sobre estímulos verbales²⁰. Heaton, realizó estudios comparando grupos de pacientes con autismo vs controles con pruebas de detección de variables de tono, los grupos de autistas mostraron mayor habilidad para percibir o detectar cambios en los ejercicios de intervalos²⁶. En otro estudio puso a prueba a adolescentes con coeficiente intelectual (IQ) alto y bajo, lo comparó con adolescentes con autismo con tareas de discriminación y memoria tonal, los resultados mostraron que un subgrupo de los adolescentes con autismo estaban cinco desviaciones estándar por encima de la media de los dos grupos²⁷.

Takahata, propone 4 modelos para explicar el síndrome Savant: **1.** Modelo hipermnésico, en el cual las habilidades se desarrollan a partir de la memoria. **2.** Modelo de facilitación funcional paradójico, en el cual se podría explicar cómo ciertas lesiones cerebrales producen una habilidad cognitiva superior. **3.** Modelo autístico, involucra teorías de cerebros autistas que son más propensos a desarrollar habilidades superiores, y **4.** Modelo anatómico basado de la alteración de las conexiones locales y globales que producen una alteración en la segregación/integración de la información¹⁴.

Epilepsia

La epilepsia musicogénica es un trastorno neuro-lógico poco frecuente, es una condición clínica evocada o provocada sensorialmente, son inducidas por sonidos en combinaciones melódicas y armónicas²⁸, en su forma clásica se describen como crisis provocadas exclusivamente al escuchar música, la presentación típica son crisis parciales complejas (CPC) las cuales en la nueva clasificación de la liga internacional se denominaran crisis discognitivas, también pueden presentar crisis tónico-clónicas generalizadas (CCTCG)²⁹⁻³⁴ se han descrito múltiples casos sin rebasar 250 en la literatura internacional de sujetos que padecen epilepsia musicogénica, parece ser que estas crisis involucran a las neuronas que se encargan de *disfrutar* la música (regiones cerebrales encargadas de memoria y experiencia). Estos individuos sufren o manifiestan crisis al

escuchar sus canciones favoritas, tonos, sonidos, etc, pero el estímulo desencadenante depende también del volumen y el timbre, así como el instrumento (predomina el piano y órgano)⁵, el tratamiento es farmacológico y en casos muy particulares puede ser quirúrgico³⁵. Quizás el primer caso se describió en el siglo XVI por Scalinger, quien reportó crisis inducidas por el sonido de una lira, Merzheevsky en el siglo XIX reportó el caso de un sujeto *Nikonov* (crítico de música) que presentaba crisis al escuchar música que no conocía, otros neurólogos durante este siglo reportaron otros casos provocados por música de Strauss y Tchaikowsky, pero fue hasta 1947 que se pudo corroborar los primeros casos por medio de EEG, éstos estudios mostraron ondas delta interictales en la región temporal izquierda o derecha, para 1980 ya existían 76 casos reportados. Algunas piezas musicogénicas descritas son: *Marseillaise*, segundo movimiento de la 5^{ta} Sinfonía de Beethoveen, *Aria de Zaren Berendej* de Rimsky-Korsakov, *Ave Maria* de Shubert, *Cavatina* del Barbero de Sevilla de Rossini, etc⁵. La patofisiología de la epilepsia musicogénica no es clara, Vizioli argumenta que las crisis musicogénicas son muy diferentes a las audiogénicas debido a que la música no está representada en estructuras cerebrales específicas; se han descrito múltiples áreas involucradas como el lóbulo temporal, asociado a la memoria a tonos y a memoria del periodo musical, y el circuito límbico asociado a la parte afectiva/emotiva evocada por la música; en conjunto la percepción del estímulo musical con impacto emotivo es el desencadenante de la crisis^{5,36} y las áreas de asociación auditiva estarían involucradas, no la corteza auditiva primaria, ya que ésta estaría asociada a epilepsia audiogénica. Etiológicamente pueden ser causadas por trauma craneal, EVC, lesiones desmielinizantes, aunque en la mayoría de los pacientes no se han encontrado lesiones. Estudios de SPECT, RMf y EEG han encontrado la zona epileptogénica en la región temporal anterior izquierda y cambios en el giro recto derecho, posiblemente asociados a la evocación emocional de la obra musical^{5,33,34}, otros estudios muestran hiperperfusión temporal derecha³⁴.

Gowers desde 1881 reportó, que los pacientes con epilepsia musicogénica también pueden sufrir de auras olfativas y visuales (alucinaciones de personas, lugares, destellos de luz)⁵. Otro caso de epilepsia musicogénica fue reportado en Japón en una mujer de 23 años que presentó CPC cuando escucha *Dreamlover* de Mariah Carey³⁷. Lin, describió el caso de un niño de 6 meses con crisis musicogénicas que se desencadenaban al escuchar música con volumen alto o con música de *The Beatles*, el estudio de PET interictal demostró hipoperfusión en el lóbulo temporal izquierdo²⁹.

II. El oído absoluto o «*perfect pitch*» se define como la habilidad de repetir o indicar un tono dado sin ninguna referencia previa al estímulo^{13,21-25}.

Los primeros tratamientos para controlar éste tipo de crisis se enfocaban en evitar los estímulos desencadenantes, en la actualidad se utilizan medicamentos antiepilépticos convencionales para controlar cualquier otra crisis y en algunos casos procedimientos quirúrgicos como resecciones del lóbulo temporal⁵.

Ozsarac, et al, publicaron el caso de un sujeto, con 25 años de diagnóstico de epilepsia, que llega al servicio de urgencias después de presentar una crisis parcial simple secundariamente generalizada, al inicio de la crisis debuto con una alucinación auditiva vívida de la canción *A Brick in the Wall*, su examen neurológico fue normal y se realizó TC cerebral que demostró una malformación arteriovenosa (MAV) en el lóbulo temporal izquierdo; y concluyó que las MAV's pueden desarrollarse de *novo* y espontáneamente volverse sintomáticas, además propusieron que pacientes con MAV's de *novo* deben ser considerados en el diagnóstico diferencial en pacientes que presenten alucinaciones musicales o cualquier síntoma psiquiátrico nuevo³⁸.

Amusia

La amusia es una condición patológica descrita por primera vez en 1878^{30,39}, en primer lugar se definió como *sordera a los tonos*, una incapacidad fina de discriminación de tonos que es requerida para la música⁴⁰, puede ser provocada por cualquier lesión adquirida en regiones específicas de la corteza auditiva encargadas de la percepción de tonos, en éste caso la capacidad para detectar los cambios de tono en el lenguaje están alterados, o ser congénito. Sujetos con amusia no pueden distinguir notas erróneas insertadas en una tonalidad o reconocer melodías, indicando que quizás esté involucrado un nivel superior de procesamiento del tono, una característica de éstos individuos es una completa incapacidad para afinarse al vocalizar^{39,41} y problemas para continuar o seguir el ritmo al bailar⁴, la variedad congénita^{4,30,42-46} a diferencia de la causada por lesiones orgánicas o estructurales no causa alteraciones en la percepción de la prosodia del lenguaje. Ninguna de las dos variedades está relacionada con el nivel intelectual del sujeto; algunas personalidades han sido propuestas como afectados: Che Guevara y Milton Friedman, entre otros³⁰. Un paciente con amusia congénita descrito por Stewart, et al percibe el segundo concierto para piano de Rachmaninov como ruido^{4,41}. Sergent, propone basando sus conclusiones en estudios comparativos de pacientes con amusia sin afasia vs pacientes con afasia sin amusia, que las raíces neurobiológicas de las funciones cognitivas musicales son independientes de las del lenguaje². Estudios de RMf muestran una actividad normal en la corteza auditiva⁴⁴. Hyde y Zatorre, han realizado estudios comparativos con imagen de RMf en sujetos que padecen amusia congénita vs controles con habilidades musicales intactas, encontrando que

los sujetos con amusia presentan una disminución de la densidad de sustancia blanca en la región del giro frontal inferior derecho, que se correlaciona con otros estudios que involucran ésta región en la memoria melódica y decodificadora tonal y proponen, que la amusia es debida a una pobre comunicación entre la corteza frontal inferior derecha y la corteza auditiva ipsilateral⁴⁷. Los sujetos afectados tienen problemas para distinguir cambios de tono, percibir y memorizar música, sin afectación afectiva y cognitiva; ésta alteración musical aparece como un déficit aislado⁴⁸. Existen dos subtipos: *sordera al tono*: incapacidad de discriminar tonos en una escala musical. Se encuentra con mayor frecuencia en pacientes con daño hemisférico izquierdo y puede ser congénito⁸; *Sordera a la melodía*: incapacidad de recordar una melodía, nombrarla o tararearla, incluso cuando se aportan pistas. Se encuentra en pacientes con daño en hemisferio derecho⁸. Se asocia también a un pobre desempeño en tareas que requieren manipulación de objetos en el espacio⁴⁴. Algunas alteraciones comorbidas a amusia son: dificultad para leer música y agnosia a letras⁴⁹.

Alucinaciones musicales y psiquiatría

Las alucinaciones musicales se presentan rara vez, con mayor frecuencia en pacientes con pérdida auditiva, edad avanzada y epilepsia⁵⁰⁻⁵³. Escuchar música puede crear ilusiones y alteraciones perceptuales, algunas de las alucinaciones musicales son: escuchar perseveraciones de tonos, música a alto volumen que interfiere con el sueño y crea una disfunción en su vida diaria. Warner, en un estudio realizado en 30 pacientes geriátricos que sufrían alucinaciones musicales, encontró que los himnos y villancicos son las de mayor prevalencia⁵⁴. Williams, describe el primer caso de alucinaciones musicales en un paciente posresección del lóbulo temporal izquierdo por epilepsia de difícil control, éstas alucinaciones se presentaron 6 meses del posoperatorio, el paciente refiere que escucha canciones que duran días o semanas en su cabeza y son constantes, desde el procedimiento quirúrgico se encuentra en Engel II (casi libre de crisis) y mejoró su desempeño cognitivo⁵⁰. Warren, reporta el caso de un músico que posterior a un EVC presenta alucinaciones musicales, lo interesante del caso es que el músico pudo describir y escribir en notación musical sus alucinaciones, éstas consistían de pequeños *motivos* rítmicos y melódicos repetitivos que en parencia se combinaban al azar pero carecían de una estructura más compleja y una tonalidad establecida⁵⁵. Algunas alucinaciones transitorias secundarias a ingesta de medicamentos como el dipiridamol, que provocó alucinaciones en un paciente de 83 años mientras estaba en tratamiento, cuando lo suspendió cesaron las alucinaciones⁵⁶.

Otras personas que presentan alteraciones neuroló-

gicas como afasia, demencia y amnesia, preservan sus capacidades musicales; los pacientes con síndrome de Tourette pueden aliviar sus tics cuando tocan en ensambles. También ha sido descrito que algunos sujetos pueden desarrollar oído absoluto posterior a sufrir un TCE. En pacientes psiquiátricos la música es percibida de manera diferente; los pacientes esquizofrénicos parecen percibir la música de una forma más atractiva y los sonidos complejos les parecen más intensos, en un estudio reportan que 16% presenta alucinaciones musicales⁵³. Pacientes con trastorno obsesivo-compulsivo (TOC) son más sensibles⁵⁷ y Hermesh, en su estudio reportó que un tercio de todos los pacientes con TOC experimentan alucinaciones musicales^{53,58}. Post en 1994, analizó una población de compositores de la cual el 40% mostraba rasgos de personalidad ansiosa¹².

Demencia fronto-temporal

Existen reportes de casos de pacientes que desarrollaron habilidades artísticas mientras padecían demencia fronto-temporal, éstos principalmente son pinturas. Los trabajos muestran muy buenas representaciones realísticas, pero muy poca abstracción. Se ha propuesto que las habilidades artísticas estaban presentes desde antes del desarrollo de la enfermedad, pero no se habían manifestado. Algunas hipótesis indican que la selectiva desconexión de regiones frontales produce un deseo de crear arte, y la preservación de las regiones parietales y occipitales facilita la vía visual y las habilidades constructivas⁸. Miller, describió casos a los que denominó como adquisición de habilidades de Savant¹⁴. Los pacientes con demencia preservan algunas funciones musicales como recordar música de su juventud, reproducir la melodía de alguna canción, y su comportamiento es influido también, algunos estudios han mostrado que aumenta su motivación y muestran emociones positivas⁵⁹.

CONCLUSIONES

La música desde el punto de vista médico resulta ser más compleja de lo que se creía, los distintos trastornos revisados nos proporcionan información de los procesos y redes neuronales involucradas en su procesamiento, pero los estudios a nivel mundial aún son escasos, en México no hay reportes. Es necesario involucrar a la comunidad neurocientífica mexicana en éste campo para poder publicar los primeros resultados de nuestra población y crear nuevos paradigmas en el país en ésta área.

REFERENCIAS

1. Nietzsche Friedrich. *El ocaso de los ídolos*. 3ª Edic, Fábula, España febrero 2009;33.
2. Sergent Justine. Music, the brain and Ravel. *TINS* 1993;(16)5.

3. Schuppert Maria, Münte Thomas F, Wieringa Bernardina M, Altenmüller Eckart. *Receptive amusia: evidence for cross-hemispheric neural networks underlying music processing strategies*. *Brain* 2000; 123, 546-59.
4. Stewart Lauren, von Kriegstein Katharina, Warren Jason D, Griffiths Timothy D. Music and the brain: disorders of musical listening. *Brain* 2006; 129, 2533-53.
5. Kaplan Peter W. Musicogenic epilepsy and epileptic music: a seizure's song. *Epilepsy & Behavior* 2003; (4) 464-73.
6. Karhausen L. Weeding Mozart's medical history. *J Royal Socf Medic* 1998; (91).
7. Ashoori A, Jankovic J. Mozart's movements and behaviour: a case of Tourette's syndrome? *Postgrad Med J* 2008;4(992):313-7.
8. Zaidel Dahlia. *Neuropsychology of art. Neurological, cognitive, and evolutionary perspectives*. 1ª Edición. Great Britain: Editorial Psychology Press 2005.
9. Ruthsatz Joanne, Detterman Douglas, Griscom William S, Cirullo Britney A. Becoming an expert in the musical domain: It takes more than just practice. *Intelligence* 2008; 36:330-8.
10. Hermelin B, O'Connor N, Lee S, Treffert D. Intelligence and musical improvisation. *Psychol Med* 1989;19(2):447-57.
11. Nettelbeck Ted and Young Robyn. Intelligence and Savant Syndrome: Is the Whole Greater than the Sum of the Fragments? *Intelligence* 1996;(22):49-68.
12. Fung Catherine. Asperger's and musical creativity: The case of Erik Satie. *Personality and Individual Differences* 2009;(46):775-83.
13. Pring Linda. Savant talent. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2005; 47: 500-3.
14. Takahata K, Kato M. Neural mechanism underlying autistic savant and acquired savant syndrome. *Brain Nerve* 2008; 60(7):861-9.
15. Heaton P. Assessing musical skills in autistic children who are not savants. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2009;27; 364(1522):1443-7.
16. Hermelin B, O'Connor N, Lee S. Musical inventiveness of five idiots-savants. *Psychol Med* 1987;17(3):685-94.
17. Heaton P. Pitch memory, labelling and disembedding in autism. *J Child Psychol Psychiatry* 2003;44(4):543-51.
18. Young RL, Nettelbeck T. The abilities of a musical savant and his family. *J Autism Dev Disord* 1995;25(3):231-48.
19. Treffert DA. The savant syndrome and autistic disorder. *CNS Spectr* 1999;4(12):57-60.
20. Blackstock EG. Cerebral asymmetry and the development of early infantile autism. *J Autism Child Schizophr* 1978;8(3):339-53.
21. Schulze Katrin, Gaab Nadine, Schlaug Gottfried. Perceiving pitch absolutely: Comparing absolute and relative pitch possessors in a pitch memory task. *BMC Neuroscience* 2009; 10:106.
22. Baharloo Siamak, Johnston Paul, Service Susan, Gitschier Jane, Freimer Nelson. Absolute pitch: an approach for identification of genetic and nongenetic components. *Am J Hum Genet* 1998; 62:224-31.
23. Ross David, Gore John, Marks Lawrence. Absolute pitch: music and beyond. *Epilepsy and behavior* 2005;7: 578-601
24. Levitin Daniel and Rogers Susan. Absolute pitch: perception, coding and controversies. *Trends in Cognitive Sciences* 2005; 9.
25. Brancucci Alfredo, Di Nuzzo Milena, Tommasi Luca. Opposite hemispheric asymmetries for pitch identification in absolute pitch and non-absolute pitch musicians. *Neuropsychologia* 2009; (47):2937-41.
26. Heaton P. Interval and contour processing in autism. *J Autism Dev Disord* 2005;35(6):787-93.
27. Heaton P, Williams K, Cummins O, Happé F. Autism and pitch processing splinter skills: a group and subgroup analysis. *Autism* 2008;12(2):203-19.
28. Marrosu Francesco, Barberini Luigi, Puligheddu Monica, Bortolato Marco, Mascia Marcello, Tuveri Antonella, et al. Combined EEG/fMRI recording in musicogenic epilepsy. *Epilepsy Research*

- 2009;84:77-81.
29. Lin KL, Wang HS, Kao PF. A young infant with musicogenic epilepsy. *Pediatr Neurol* 2003;28(5):379-81.
 30. Stewart Lauren. Congenital amusia. *Current Biology* 2006;(16):21:904-5.
 31. Wieser HG. Music and the brain. Lessons from brain diseases and some reflections on the «emotional» brain. *Ann N Y Acad Sci* 2003;999:76-94.
 32. Wieser HG, Hungerbühler H, Siegel AM, Buck A. Musicogenic epilepsy: review of the literature and case report with ictal single photon emission computed tomography. *Epilepsia* 1997;38(2): 200-7.
 33. Genç BO, Genç E, Ta˘tekin G, Iihan N. Musicogenic epilepsy with ictal single photon emission computed tomography (SPECT): could these cases contribute to our knowledge of music processing? *Eur J Neurol* 2001;8(2):191-4.
 34. Jae-Wook Cho, Dae Won Seo, Eun Yeon Joo, Woo Suk Tae, Jihyun Lee, Seung Bong Hong. Neural correlates of musicogenic epilepsy: SISCOP and FDG-PET. *Epilepsy Research* 2007;77:169-73.
 35. Swaminathan Nikhil. Musicophobia: When Your Favorite Song Gives You Seizures. *Scientific American* 2008;9 (Digital).
 36. Avanzini G. Musicogenic seizures. *Ann N Y Acad Sci* 2003;999:95-102.
 37. Nakano M, Takase Y, Tatsumi C. A case of musicogenic epilepsy induced by listening to an American pop music. *Rinsho Shinkeigaku* 1998;38(12):1067-9.
 38. Murat Ozsarac, Ersin Aksay, Selahattin Kiyani, Orkun Unek and F. Feray Gulec. De novo Cerebral arteriovenous malformation: Pink Floyd´s song «Brick In The Wall» as a warning Sign. *The Journal of Emergency Medicine*, August 12, 2009 (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19682829?ordinalpos=1&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pubmed_RVDocSum)
 39. Douglas, Katie, David K Bilkey. Amusia is associated with deficits in spatial processing. *Nature Neuroscience* 2007; 10.
 40. Lauren Stewart and Vincent Walsh. Congenital Amusia: All the Songs Sound the Same. *Current Biology* 2002;12:R420-R1.
 41. Stewart Lauren and Walsh Vincent. Music Perception: Sounds Lost in Space. *Curr Biol* 2007;Vol. 17 No. 20 R892-3.
 42. Zatorre Robert and Mc Gill James. Music Food of Neuroscience? *Nature* 2005;Vol. 434, 17.
 43. Estêvão Paulo and Bhattacharya Joydeep. Brain tuned to music. *J Royal Society Music* 2003; Vol. 96.
 44. Douglas Katie and Bilkey David. Amusia is associated with deficits in spatial processing. *Nature Neuroscience* 2007;10:7.
 45. Midorikawa A. Amusia. *Brain Nerve* 2007;59(8):865-70.
 46. Peretz I, Brattico E, Järvenpää M, Tervaniemi M. The amusic brain: in tune, out of key, and unaware. *Brain* 2009;132(Pt 5):1277-86. Epub 2009 Mar 31.
 47. Hyde Krista L, Zatorre Robert J, Griffiths Timothy D, Lerch Jason P, Peretz Isabelle. Morphometry of the amusic brain: a two-site study. *Brain* 2006 129(10):2562-70.
 48. Peretz Isabelle, Ayotte Julie, Zatorre Robert, Mehler Jacques, Ahad Pierre, Penhune Virginia, Jutras Benoit. Congenital Amusia: a disorder of fine-grained pitch discrimination. *Neuron* 2002; January 17:Vol. 33, 185-91.
 49. Buklina SB, Skvortsova VB. Amusia and its topic specification. *Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova* 2007; 107(9):4-10.
 50. Williams VG, Tremont G, Blum AS. Musical hallucinations after left temporal lobectomy. *Cogn Behav Neurol* 2008; 21(1):38-40.
 51. Evers S. Musical hallucinations. *Curr Psychiatry Rep* 2006; 8(3): 205-10.
 52. Evers S, Elger T. The clinical spectrum of musical hallucinations. *J Neurol Sci* 2004;15; 227(1):55-65.
 53. Mahendran R. The psychopathology of musical hallucinations. *Singapore Med J* 2007; 48(2): e68.
 54. Warner N, Aziz V. Hymns and arias: musical hallucinations in older people in Wales. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2005;20(7):658-60.
 55. Warren JD, Schott GD. Musical hallucinations in a musician. *J Neurol* 2006;253(8):1097-9. Epub 2006;10.
 56. Tomar A, Cheung G. Musical hallucinations induced by drugs. *Int Psychogeriatr* 2007;19(6):1169-72. Epub 2007;11.
 57. Iakovidis Stefanos, Iliadou Vassiliki, Bizeli Vassiliki, Kaprinis Stergios, Fountoulakis Konstantinos and Kaprinis George. Psychophysiology and psychoacoustics of music: perception of complex sound in normal subjects and psychiatric patients. *Annals of general hospital psychiatry* 2004;3.
 58. Hermesh H, Konas S, Shiloh R, Dar R, Marom S, Weizman A, Gross-Isseroff R. Musical hallucinations: prevalence in psychotic and nonpsychotic outpatients. *J Clin Psychiatry* 2004;65(2):191-7.
 59. Kerer M, Marksteiner J, Hinterhuber H, Mazzola G, Steinberg R, Weiss EM. Dementia and music. *Neuropsychiatr* 2009;23(1):4-14.