

Konuşmanın Müziği ve Emosyon

Music of Speech and Emotion

Şükrü TORUN^a

*Kognitif Nörobilim Ünitesi,
Anadolu Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakültesi, Eskişehir

Geliş Tarihi/Received: 21.02.2015
Kabul Tarihi/Accepted: 17.04.2015

Bu çalışma, 50. Ulusal Nöroloji Kongresi
(21-27 Kasım 2014, Antalya)'nde sözel olarak
sunulmuştur.

Yazışma Adresi/Correspondence:
Şükrü TORUN
Anadolu Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Kognitif Nörobilim Ünitesi, Eskişehir,
TÜRKİYE/TURKEY
torunarts@hotmail.com

ÖZET Amaç: Konuşma ve müzik, seslerin alana özgü fonolojik (sesbilimsel), semantik (anlambilimsel) ve sintaktik (sözdizimsel) kurallara göre dizilmesiyle oluşan ritmik (dizemsel) ve tonal (titremsel) bir yapıya sahiptir. Ritim, şiddet ve perde gibi akustik (yankılanımsal) özellikler, hem konuşmada hem de müzikte çeşitli emosyonel (duygulanımsal-duygudurumsal) bilgiler taşımaktadır. Müziğin emosyon oluşturma gücüne ilişkin evrensel bir fikir birliği vardır. Konuşmada da konuşmanın müziğini, yani prozodiyi oluşturan birçok akustik özellik, benzer şekilde çeşitli emosyonlar taşımaktadır. Konuşma ve müzik alanında emosyonel özelliklere ilişkin karşılaştırmaları konu alan çalışmalar çoğunlukla şiddet, ritim, ses rengi ve ses perdesi gibi akustik değişkenler için ayrı ayrı yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, konuşmanın tüm akustik bileşenlerinden sayısal dönüştürme işlemleriyle elde edilen çalgısal ezgilerin emosyon oluşturma gücünü değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Dört farklı emosyon içeren konuşma örneği, MIDI formuna dönüştürülerek klarnetle çalınan enstrümantal müzik parçaları şeklinde kaydedildi. Bu parçalar, herhangi bir özel müzik eğitimi bulunmayan 40 gönüllü katılımcıya ayrı ayrı dinletildi. Parçaların dinleyenlerde ortaya çıkardığı emosyonel etkiler, dokuz farklı emosyon için Cenevre Emosyonel Müzik Ölçeği-9 ile ölçüldü ve istatistiksel olarak karşılaştırıldı. **Bulgular:** Dört farklı konuşma ezgisine ilişkin ortalama emosyonel ölçüm değerlerinden hiçbiri, Cenevre Emosyonel Müzik Ölçeği'nde yer alan emosyonlardan hiçbiri için 2 puanın üstüne çıkamadı. **Sonuç:** Konuşma ezgileri müzik parçası olarak dinlendiğinde, dinleyicide herhangi bir emosyon oluşturmak bakımından yetersizdir. Konuşma seslerinin enstrümantal bir müzik parçası olarak emosyonel etki oluşturmada zayıf kalması, müzik ve konuşmanın emosyonel anlamlarını işleyen farklı beyin süreçlerinin varlığını yansıtmıyor olabilir.

Anahtar Kelimeler: Konuşma; müzik; hissiyat; beyin

ABSTRACT Objective: Speech and music has a rhythmic and tonal structure consisted by sequencing of the sounds according to domain-specific phonological, syntactic and semantic rules. Acoustic features such as intensity, rhythm and pitch contour carry various emotional information in speech and music. There is a universal consensus on the emotional power of music. Many acoustic features constituting music of speech, i.e. prosody, also convey various emotions similarly in speech. Comparisons of emotional features between speech and music domains have mostly been made separately for acoustic parameters such as intensity, rhythm, timbre, and pitch. The aim of this study is to evaluate the emotional impact of instrumental melodies which are produced from whole acoustic components of speech by di-gital converting processes. **Material and Methods:** Four different emotional speech samples were converted to MIDI form, and recorded as instrumental music tracks played with clarinet. These tracks were listened separately by forty volunteer participants who do not have any special music education. The emotional impacts of the tracks on listeners were scored for nine emotions by using Geneve Emotional Music Scale-9, and compared. **Results:** None of the average emotional scores of the four different melodies of speech could ascend above 2 points for none of the emotions which situated in Geneve Emotional Music Scale-9. **Conclusion:** Speech melodies are incapable of producing an emotion on listeners when listened as instrumental music tracks. Weakness of emotional impact of speech sounds as a music track may reflect existence of distinctive brain processes for processing emotional meanings in music and speech.

Key Words: Speech; music; emotions; brain

doi: 10.5336/neuro.2014-43072

Copyright © 2015 by Türkiye Klinikleri

Türkiye Klinikleri J Neur 2015;10(2):55-9

Birer iletişim aracı olarak konuşmanın da müziğin de en küçük temel yapısal elemanı seslerdir. Sesler müzikte notalarla, konuşmada ise harflerle sembolize edilir. Konuşma ve müzik; seslerin alana özgü fonolojik, semantik ve sintaktik kurallar çerçevesinde yinelenip birbirine eklenmesiyle belirli bir ritmik ve tonal yapıya kavuşur. Dilin müziğini ya da müziğin dilini oluşturan bu yapı, duygusal etkileşimin temelidir. Müzik parçalarının dinleyenlerde hoşlanma, hüzün, gerilim gibi çeşitli duygular uyandırma gücü, eskiden beri bilinen ve evrensel olarak kabul gören bir olgudur. Konuyla ilgili literatürü gözden geçiren kapsamlı çalışmalar, müzik ile duygusal arasındaki bağlantıyı gösteren çok sayıda kanıtın varlığını da ortaya koymaktadır.¹ Son yıllarda, sözel bilgi içermeyen vokal bir ifade olarak konuşma prozodisinin, başka bir deyişle konuşma müziğinin dinleyende oluşturduğu duygusal anlam algısına yönelik araştırmalar da yoğunlaşmıştır. Bu araştırmaların önemli bir bölümü, müzik ve konuşma prozodisinin ortak duygusal beyin mekanizmalarınca işlendiğini varsayan bir yaklaşım sergilemektedir. Bu yaklaşıma göre; müziğin ve konuşma prozodisinin oluşturduğu duygusal anlam; ses şiddeti, perde yüksekliği değişimleri, hız-tempo, duraklama ve tekrarlamalar içeren ritmik gruplaşmalar ve tını-ses rengi aracılığı ile taşınmakta ve hem müziğin hem de konuşmanın dinleyicide oluşturduğu duygusal algılar aynı gelişimsel ve nöronal temellerden kaynaklanmaktadır.²⁻⁴ Diğer taraftan, müziğin duygusal algısı ile konuşma prozodisinin duygusal algısının birbirinden bağımsız ve farklı modüller sistemlerde işlendiğini öngören değerlendirmeler de giderek daha fazla dikkat çekmektedir.^{5,6}

Konuşma melodisinin duygusal yansımaları konusunda birbirine zıt görüşler söz konusu iken, gerçek müziğin duygusal oluşturma gücüne ilişkin genel bir fikir birliği vardır. Beyin, genellikle müziğin yinelenen tempo ve perde özelliklerini spesifik duygularla bağdaştırır. Bu bağdaştırmalar çerçevesinde gerçekleşen serebral işlem akışları sayesinde, ilk kez işitilen ya da başka bir kültüre ait olan bir müzik parçası karşısında bile çeşitli duygular oluşturabilir.⁷

Konuşma melodisi-duygusal ilişkisine yönelik araştırmalar çoğunlukla, akustik ipuçlarını değerlendirerek, işitilen konuşmanın duygusunu anlama becerisini, yani konuşmanın aktardığı duyguyu ayırt edebilme yeteneğini ölçmektedir.⁸⁻¹¹ Başka bir söyleyişle; bu çalışmalar, konuşmayı dinleyenine içine girdiği duygusal duruma değil, konuşanın duygusal mesajını çözümleme ve anlama yetisine odaklanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; akustik dönüştürme işlemleri ile elde edilen enstrümantal konuşma müziğinin, dinleyenlerde duygusal oluşturma potansiyelini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bilgilendirici (nötr), heyecanlı, gergin-kızgın ve yumuşak-sakin olmak üzere dört farklı duygusal içeren dört farklı konuşma örneği, "audio Musical Instrument Digital Interface (MIDI) dönüştürücü bilgisayar yazılımları aracılığı ile enstrümanla çalınabilir müzikal bir ara yüz olan MIDI formatına çevrildi. Elde edilen MIDI'ler, insan sesine en yakın enstrümanlardan biri olan klarnetle çalınmış 30 saniyelik melodiler şeklinde Müzik 1, Müzik 2, Müzik 3 ve Müzik 4 adıyla yeniden kaydedildi. Müzikal yapıya dönüştürülmüş konuşma seslerinden oluşturulan bu müzik parçaları; bilgilendirilerek onamları alınan, sağ-el baskın, herhangi bir nörolojik bozukluğu bulunmayan, algı ve duygusal etkileyebilecek herhangi bir ilaç kullanmayan ve kayda değer özel bir müzik eğitimi almamış gönüllü üniversite öğrencilerinden oluşan katılımcılara, kökeni belirtilmeden, uygun akustik koşullarda dinletildi. Müziklerin dinleyende oluşturduğu duygusal etkiler, müziğe özgü duyguların ölçümünde geçerliliği kanıtlanmış bir ölçek olan Cenevre Duygusal Müzik Ölçeği [Geneva Music Scale-9 (GEMS-9)] ile değerlendirildi.¹² Deneklerden müzik parçalarını dinlerken melodinin ne anlam ifade etmek istediğine değil, kendilerine ne hissettirdiğine önem vermeleri ve hissettikleri duygunun yoğunluk düzeyini beş dereceli Likert ölçeğinde puanlamaları istendi (Tablo 1).

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS 15.0 (Statistical Package for the Social Sciences) paket prog-

TABLO 1: Cenevre Emosyonel Müzik Ölçeği 9'da yer alan emosyon türleri ve puanlama sistemi.

Emosyon (duygulanım) türü	Emosyon (duygulanım) yoğunluğu				
1) GEMS 1-Merak, şaşkınlık, hayret duygusu	1	2	3	4	5
2) GEMS 2-Manevi, mistik duygular, aşkınlık hissi	1	2	3	4	5
3) GEMS 3-Güç, kuvvet, zafer duygusu, enerjik hissetme	1	2	3	4	5
4) GEMS 4-Şefkat, sevecenlik, sevgi, aşk duygusu	1	2	3	4	5
5) GEMS 5-Nostaljik, rüya hâli gibi, melankolik duygular	1	2	3	4	5
6) GEMS 6-Sakinlik, dinginlik, huzur, yatışımlık duygusu	1	2	3	4	5
7) GEMS 7-Mutluluk, neşe, sevinç, canlılık, eğlence duygusu	1	2	3	4	5
8) GEMS 8-Hüzün, acı, üzüntü duygusu	1	2	3	4	5
9) GEMS 9-Gerginlik, tedirginlik, kaygı, sinirlilik	1	2	3	4	5

Dinlediğiniz her bir müzik parçasının (Müzik 1, Müzik 2, Müzik 3 ve Müzik 4) size hissettirdiği/sizde oluşturduğu duyguların yoğunluk derecesini tabloda yer alan dokuz farklı duygulanım türü için 1-5 arasında derecelendirerek değerlendiriniz: *Hiçbir şey hissetmedim:* 1 puan, *Çok az hissettim:* 2 puan, *Orta düzeyde hissettim:* 3 puan, *Oldukça belirgin hissettim:* 4 puan, *Çok yoğun hissettim:* 5 puan.

ramı kullanıldı. Katılımcıların hissettiği GEMS-9 emosyonları için verdiği puanların ortalama ve standart sapmaları her bir müzik parçası için hesaplanarak, müzik parçalarının ortalama emosyonel skorlarına göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek üzere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapıldı.

BULGULAR

Çalışma yer alan gönüllü katılımcı grup, yaşları 19-26 yıl arasında olan (ortalama yaş=21,4±1,85 yıl), sağ-el baskın 40 (20 kadın, 20 erkek) kişiden oluştu.

Müzik parçalarının (Müzik 1, Müzik 2, Müzik 3 ve Müzik 4) katılımcı grupta oluşturabileceği olası dokuz farklı emosyonel etki için ayrı ayrı hesaplanan ortalama emosyonel müzik skorlarından hiç biri, bir emosyon oluşturma gücü taşımak bakımından minimum yeterlilik düzeyi olan 2 puanın üzerine ulaşamadı (Tablo 2).

Dört farklı konuşmadan üretilen dört müzik parçasının, GEMS-9'da yer alan dokuz farklı emosyona uygun duygulanımlar oluşturma gücü bakımından aldıkları ortalama skorların karşılaştırılmasında anlamlı bir farklılık görülmedi (ANOVA, $F=0,79$, $p>0,05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma; konuşmanın tüm akustik prozodik bileşenlerini kapsayarak müzik aletleri ile seslendirilebilir bir ara yüze dönüştürülmesi ve elde edilen

TABLO 2: Konuşma müziklerinin ortalama emosyonel skorları.

Emosyonlar	Ortalama emosyonel müzik skorları			
	Müzik 1	Müzik 2	Müzik 3	Müzik 4
GEMS 1	1,25±0,55	1,40±0,43	1,30±0,47	1,29±0,41
GEMS 2	1,38±0,46	1,28±0,31	1,43±0,55	1,36±0,51
GEMS 3	1,42±0,29	1,24±0,44	1,24±0,72	1,34±0,47
GEMS 4	1,62±0,36	1,32±0,48	1,26±0,31	1,51±0,28
GEMS 5	1,52±0,82	1,46±0,39	1,66±0,22	1,54±0,40
GEMS 6	1,45±0,68	1,58±0,24	1,62±0,16	1,57±0,62
GEMS 7	1,29±0,72	1,72±0,27	1,46±0,12	1,61±0,39
GEMS 8	1,34±0,28	1,23±0,19	1,29±0,35	1,35±0,22
GEMS 9	1,36±0,41	1,25±0,36	1,38±0,52	1,82±0,17
Total Skor	1,403±0,115	1,380±0,171	1,404±0,153	1,487±0,170

GEMS: Cenevre Emosyonel Müzik Ölçeği.

müzik parçasının bir enstrümanla seslendirilerek müzikal emosyon oluşturma gücünün değerlendirilmesi gibi yeni yaklaşımlar içermesi nedeniyle konuşma, müzik ve emosyon algısı ilişkilerine yeni bakışlar getirebilecek özellikler taşımaktadır.

Müziğin belirgin emosyonel etki gücüne sahip olduğu gerçeği, gerek günlük yaşantılarımızda, gerekse bilimsel araştırmalarda açıkça ve yaygın olarak ortaya konulmuştur.¹³ Akustik uyaranlara yanıt olarak oluşan emosyon, yalnızca müzikle değil, konuşma prozodisi ile de uyarılabilen ve iletilen bir bilişsel öğedir.¹⁴ Prozodi; konuşmanın sözel içeriğinden bağımsız olarak, ses perdesi değişimleri ile biçimlenen entonasyon (melodi) ve vurgu ve zam-

anlama ile biçimlenen ritim tarafından belirlenir. Diğer birçok çalışmada olduğu gibi, Juslin ve Laukka'nın yaptığı ve vokal ifadeyle ilgili 104, müzikle ilgili 41 araştırmayı kapsayan bir meta-analizde de konuşmada ve müzikte emasyon aktarımı için kullanılan akustik örüntülerin benzerliğine dikkat çekilmektedir.¹⁵ Bu benzerlikten yola çıkılarak; emosyonel işlemlerle ilgili nöronal mekanizmaların alana özgü değil, genel amaçlı olduğu ve emosyonel yanıtların -müzik ya da konuşma formunda olup olmadığına bakılmaksızın-akustik girdinin özellikleri çerçevesinde oluşturulduğu da sıklıkla öne sürülen bir değerlendirmedir. Ancak, çalışmamızda elde edilen bulgular, yaygın olan bu değerlendirmeyi desteklememekte ve konuşmayı taşıyan akustik bileşenlerin oluşturduğu müziğin emasyon oluşturma potansiyelinin oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Bulgularımız, konuşma müziğine karşı emosyonel yanıt oluşturma işlemlerinin formal müzik emosyonu işlemlerinden daha farklı periferik ve santral mekanizmalarla yürütülüyor olabileceğini düşündürmektedir. Bu düşünceyi tartışmaya başlarken öncelikle işitme, perde algısı ve emosyonel yanıt ilişkilerine kısaca bakmak yararlı olacaktır.

Sesler, süreli bir dağılım içinde uyumlu tınlandığında veya düzenli olarak yinelenen akustik bir yapı içinde zamansal bakımdan periyodik olduğunda işitilir. İşitilen sesle ilgili perde algısını, bu periyodik frekanslar, yani temel frekans sağlar. Bir müzik aleti ya da insan ses yolu tarafından üretilen sesler, periyodik olmayan çevresel seslere oranla daha güçlü bir perde algısı oluşturur. Ses perdesi algısına yönelik serebral işlemleri inceleyen yeni fMRI çalışmaları, temporal korteksin perdeye duyarlı bölgelerinde ses perdesi yanıtlarının yürütülebilmesi için kararlı uyumlu tınlamaların (armonikler), yani temel ses frekansı ve bunun katlarına karşılık gelen frekansların varlığına gereksinim olduğunu göstermektedir.¹⁶ Bu bilgi, ses perdesinin emosyonel algısında izgesel ipuçlarının önemini gösteren daha önceki çalışmalarla uyumludur.^{17,18} Müzikal periyodik sesler frekans alanında temsil edildiğinde, güç daha çok temel frekans armoniklerine, başka bir deyişle temel ses ve katlarına yoğunlaşır. Bu nedenle, konuşma sesleri

çevresel seslere göre, biçime özgü gerçek müzik sesleri de konuşma müziği seslerine oranla çok daha geniş bir spektrumda periyodik kararlı armonik sesler içerir.

Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında; konuşma seslerini dönüştürerek elde edilen müziğin periyodik armonik kararlılık bakımından biçime özgü gerçek müziğe oranla daha güçsüz olduğu, bu nedenle perde değişimlerinin oluşturduğu müzikal algı ve buna bağlı emasyon üretiminin yetersiz kaldığı düşünülebilir.

Formal müziğin ve konuşma müziğinin emosyonel kodlarının çözümlenmesinde ve melodik farkındalık işlemlerinde yer alan nöronal kaynaklar, birbirine karşıt olmasa da yer yer oldukça farklılıklar gösteren rollere sahiptir. Beyinde müzik işlemlerini gerçekleştiren nöronların oluşturduğu modüler yapılarda yer alan alt sistemlerden bazıları yalnızca müziğe özgü emosyonel işlemler yaparken, bazıları da işitsel girdilerin tümü için kaynak ayrımı yapmayan bağımsız ortak işlemciler konumundadır. Ortak emosyonel işlemler boyutunda müzik ve konuşma arasındaki benzerlik daha çok, emosyonel anlamı olan ses dizilerini olmayanlardan ayırmada söz konusudur. Emosyon içeriğini belirleme veya müzikal örüntülere emosyonel yanıt oluşturma işlemlerinin ise iki alan arasında dikkate değer farklılıklar gösterdiği öne sürülebilir. Melodik aralık değişkenliğini ve ardışık seslerin ikili zamansal değişkenliğini temel alarak, ardışık heceler veya sesler arasındaki melodik ve ritmik zıtlıkların emosyonel anlamını inceleyen çok yeni bir araştırmada, konuşma ve müzik işlemleri arasında daha önce bilinmeyen bazı yeni farklılıklar ortaya konulmuştur.¹⁹ Bu yeni verilere göre, müzikte ve konuşmada emosyon ileten akustik ipuçları farklıdır. Formal müzik; harmoni (uyum) ve ses perdelerinin belli kurallara göre dizilimini sağlayan tonal hiyerarşi gibi kendi yapısına özgü boyutlar içermektedir. Emosyon uyandırıcı etkileri güçlü olan bu müzikal boyutların, dar bir perde aralığında gerçekleşen konuşma sesleri tarafından yeterli düzeyde oluşturulamayacağı açıktır. Bu bağlamda, çalışmamızda doğrudan konuşma seslerinden oluşan müziğin emosyonel etki yetersizliği, beklenen bir sonuç olarak görülmelidir.

Konuşma sırasında kullanılan ses perdesi değişikliklerinin müziğe oranla, 40-450 Hz gibi çok daha sınırlı bir aralıkta yer alması yanında vurgu, hız ve şiddet çeşitliliğinin daha sınırlı olması da konuşma melodisinin emosyonel gücünü müzikten daha zayıf kılan diğer etmenler olarak değerlendirilebilir. Yeni sinirbilim çalışmaları beyin mekanizmaları açısından dil ve müzik arasındaki en belirgin farklılığın temel ses birimlerinin dizili-

minde ve anlamlandırılmasında rol alan bilişsel işlem süreçleriyle ilgili olduğunu, müzikal perde çözümlemesi ve üretiminin görme ve bellek işlemlerine benzer bir biçimde paralel akışlarla gerçekleştirildiğini öne sürmektedir.²⁰

Bu alanda, konuşmanın ve müziğin emosyonel boyutlarını farklı açılardan karşılaştırarak ele alacak yeni çalışmalara gereksinim olduğu açıktır.

KAYNAKLAR

- Juslin PN. Communicating emotion in music performance: A review and a theoretical framework. In: Juslin PN, Sloboda JA, eds. *Music and emotion: Theory and Research*. 1st ed. New York: Oxford University Press; 2001. p. 309-37.
- McMullen E, Saffran JR. Music and language: a developmental comparison. *Music Perception* 2004;21(3):289-311.
- Deutsch D, Henthorn T, Dolson M. Absolute pitch, speech, and tone language: Some experiments and a proposed framework. *Music Perception* 2004;21(3):339-56.
- Patel AD, Peretz I, Tramo M, Labreque R. Processing prosodic and musical patterns: a neuropsychological investigation. *Brain Lang* 1998;61(1):123-44.
- Ayotte J, Peretz I, Hyde K. Congenital amusia: a group study of adults afflicted with a music-specific disorder. *Brain* 2002;125(Pt2): 238-51.
- Peretz I, Coltheart M. Modularity of music processing. *Nat Neurosci* 2003;6(7):688-91.
- Balkwill LL, Thompson WF. A cross-cultural investigation of the perception of emotion in music: Psychophysical and cultural cues. *Music Perception* 1999;17(1):43-64.
- Pell MD. The temporal organization of affective and non-affective speech in patients with right-hemisphere infarcts. *Cortex* 1999;35(4): 455-77.
- Van Lancker Sidtis D, Pachana N, Cummings JL, Sidtis JJ. Dysprosodic speech following basal ganglia insult: Toward a conceptual framework for the study of the cerebral representation of prosody. *Brain Lang* 2006; 97(2):135-53.
- Cvejic E, Kim J, Davis C. Prosody off the top of the head: prosodic contrasts can be discriminated by head motion. *Speech Commun* 2010;52(6):555-64.
- Rao KS, Koolagudi SG, Vempada RR. Emotion recognition from speech using global and local prosodic features. *International Journal of Speech Technology* 2013;16(2):143-60.
- Zentner M, Grandjean D, Scherer KR. Emotions evoked by the sound of music: Characterization, classification, and measurement. *Emotion* 2008;8(4):494-521.
- Husain G, Thompson WF, Schellenberg GE. Effects of musical tempo and mode on arousal, mood, and spatial abilities: Re-examination of the Mozart effect. *Music Perception* 2002;20(2):151-72.
- Juslin PN, Laukka P. Impact of intended emotion intensity on cue utilization and decoding accuracy in vocal expression of emotion. *Emotion* 2001;1(4):381-412.
- Juslin PN, Laukka P. Communication of emotions in vocal expression and music performance: Different channels, same code? *Psychol Bull* 2003;129(5):770-814.
- Norman-Haignere S, Kanwisher N, McDermott JH. Cortical pitch regions in humans respond primarily to resolved harmonics and are located in specific tonotopic regions of anterior auditory cortex. *J Neurosci* 2013;33(50): 19451-69.
- Houtsma AJM, Smurzynski J. Pitch identification and discrimination for complex tones with many harmonics. *J Acoust Soc Am* 1990; 87(1):304-10.
- Shackleton TM, Carlyon RP. The role of resolved and unresolved harmonics in pitch perception and frequency modulation discrimination. *J Acoust Soc Am* 1994;95(6): 3529-40.
- Quinto L, Thompson WF, Keating FL. Emotional communication in speech and music: the role of melodic and rhythmic contrasts. *Front Psychol* 2013;4:184.
- Zatorre RJ, Baum SR. Musical melody and speech intonation: singing a different tune. *PLoS Biol* 2012;10(7):e1001372.