ARAŞTIRMA/ORIGINAL ARTICLE

Gülhane Tıp Derg 2015;57: 1 - 4
© Gülhane Askeri Tıp Akademisi 2015
doi: 10.5455/gulhane.43279

İnsan kalbinde altın oran

Murat ÇELİK (*), Yalçın GÖKOĞLAN (*), Sedat DEVELİ (**), Uygar Çagdaş YÜKSEL (*), Emre YALÇINKAYA (*), Erkan KAYA (***), Kubilay KARABACAK (***)

ÖZET

Altın oran küçüğün büyüğe, büyüğün genele olan oranı olarak ifade edilir. Bu sonsuza kadar devam eden irrasyonel, sürekli ve tekrarlamayan bir sayıdır. Bu oran hayatın her aşamasında ve fiziksel evrende bulunur. Biz de, sağlıklı insan kalbinde böyle bir altın oran olabileceği hipotezini kurduk. Herhangi bir kardiyovasküler riski olmayan sağlıklı erkek bireyler bu çalışmaya dahil edildi. Diyastol sonunda, 4-oda eko penceresinden yatay ve dikey kalp çapları elde edildi. Daha sonra, kardiyak oran (kalbin altın oranı) dikey çapın (büyük olan) yatay çapa (küçük olan) bölümü olarak kabul edildi. Sağlıklı 135 erkek birey [medyan (IQR) yaş: 23 (3) yıl] değerlendirildi. Ortalama dikey kardiyak çap 11.55 ± 0.84 cm ve ortalama yatay kardiyak çap 7.82 ± 7.11 cm olarak ölçüldü. Kardiyak oran (altın oran) yaklaşık olarak 1.6183 (0.02) bulundu. Biz yetişkin Türk erkek bireylerde, dikey ve yatay kalp oranları arasında 1.618'lik altın orana benzer şekilde sabit bir oran olduğunu tespit ettik.

Anahtar Kelimeler: *Altın oran, sağlıklı insan kalbi, ekokardiyografi*

SUMMARY

The golden ratio of the human heart

The golden ratio is described, as 'the small is to large as the large is to whole'. It is an irrational, continuous and non-repeating number and goes on forever. It has been found all throughout life and the physical cosmos. We hypothesized that there may be a golden ratio in the structure of the healthy heart. Healthy male individuals without any cardiovascular risk factors enrolled to this study. We obtained vertical and transvers cardiac dimensions from the 4-chambered echo view at the end of the diastole. Afterwards, the cardiac ratio (golden ratio of the heart) was accepted as the divine of the vertical dimension (large one) to the transvers dimension (small one). One hundred and five healthy male individuals (median (IQR) age 23 (3) years) were evaluated. The mean cardiac vertical dimension was 11.55 ± 0.84 cm and the mean cardiac transvers dimension was 7.82 ± 7.11 cm. The cardiac ratio was continued at approximately 1.6183 (0.02). We determined that there is a constant ratio between the overall cardiac vertical and transvers dimension similar to the golden ratio of of 1.618 in the healthy heart of the young Turkish male adults.

Key words: *Golden ratio, human healthy heart, echocardiography*

Giriş

Doğada sayısız canlı veya cansız varlıkların şekillerinde veya yapısında uyum açısından en iyi olduğu düşünülen geometrik ve sayısal bir oran bağıntısı bulunmaktadır ve bu "altın oran" olarak adlandırılmaktadır. Şöyle ki; bir doğru parçası altın orana uygun biçimde iki parçaya bölündüğünde küçük parçanın büyük parçaya oranı, büyük parçanın bütün doğruya oranına eşit olmaktadır. Altın oran (ayrıca altın bölme, altın ortalama, altın açı veya Fibonacci sayısı olarak da adlandırılmaktadır) çok özel bir matematik formülü ile birbirine bağlı karmaşık rakamlar serisidir (2,3,5,8,13,21,34,55,89 gibi). Bu rakamlar arasındaki oran pi sayısı gibi sonsuza kadar devam eden irrasyonel, sürekli ve tekrarlamayan bir sayıdır (1.6180 339887498948482045868343656381177203091798057…… …….....) [1].

İlk defa 13. Yüzyılda yaşamış olan bir matematikçi olan Pisagor tarafından tanımlanan bu altın oran yüzyıllar boyunca özellikle biyoloji, güzel sanatlar ve mimari olmak üzere yaşamın ve fizik kurallarının her aşamasında kullanılmıştır. Bu oranın eski Mısırlılar ve Yunanlılar tarafından da keşfedildiği, mimaride ve sanatta kullanıldığı iddia edilmektedir. Platon'a göre kozmik fiziğin anahtarı bu orandır. Mimar Sinan'ın da bir çok eserinde bu altın oran görülmektedir. Doğada ise en belirgin örneklerine böceklerde, deniz kabuklularında, tohumlarda, ağaç dallarında ve yapraklarında rastlanılmaktadır [2]. Altın oran ayrıca vücut parçalarının birbirleri arasındaki ilişkiyi tanımlamada da kullanılmıştır (özellikle ekstremiteler ve yüz yapılarında) [2-5]. Ancak, kendine has bir anatomisi ve çalışma dinamizmi olan insan kalbinde böyle bir oranın mevcudiyetine yönelik yapılan çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Biz, bu çalışmamızda sağlıklı insan kalbinde bir altın oran olabileceğini varsayarak bunu araştırmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Mart-Temmuz 2013 tarihleri arasında çeşitli nedenlerle kardiyoloji polikliniğine başvuran, herhangi bir kardiyovasküler risk faktörü olmayan ve yapılan ekokardiyografisinde patolojik bulgu saptanmayan genç erişkin bireyler çalışmaya dahil edildi. Hipertansiyon, diyabetes mellitus, hiperlipidemi, sigara kullanımı, obezite gibi kardiyovasküler risk faktörlerinin varlığı, koroner arter hastalığı öyküsü, geçirilmiş miyokardit/perikardit öyküsü, kalp kapak hastalığı, konjenitel kalp hastalığı, kalp yetmezliği ve pulmoner arter basıncı yüksekliğinin olması dışlama kriterleri olarak kabul edildi. Çalışmaya alınan bireyler çalışmanın niteliği hakkında bilgilendirilerek onayları alındı. Çalışma Helsinki Bildirisi'ne uygun olup kurumumuzun etik kurulundan onay alınmıştır.

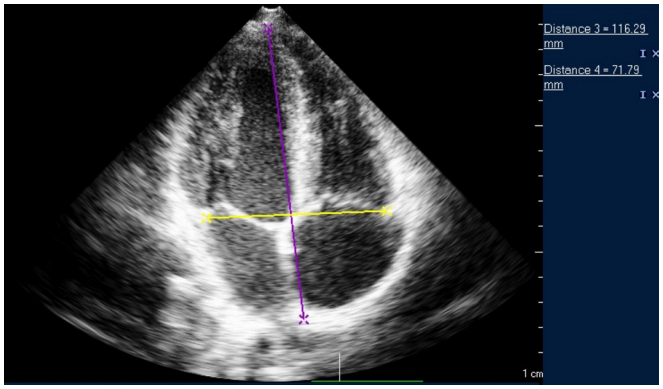
* Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Kardiyoloji Anabilim Dalı
** Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Anatomi Anabilim Dalı
*** Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı

Ayrı basım isteği: Dr. Murat ÇELİK
Yardımcı Doçent Doktor
Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Kardiyoloji Anabilim Dalı 06018 Etlik-Ankara, Türkiye
Tel: +90-312-3044261
Fax: +90-312-3044250
E-mail: drcelik00@hotmail.com

Makalenin Geliş Tarihi: 26.08.2013 • **Kabul Tarihi:** 05.07.2014 • **Çevrim İçi Basım Tarihi:** 15.02.2015

Transtorasik ekokardiyografi (TTE) sol lateral dekübitis pozisyonunda Philips IE 33 6.0 ekokardiyografi cihazı ve 2.5 MHz faz sıralı prob kullanılarak yapıldı. Diyastol sonunda, 4-oda eko penceresinden yatay ve dikey kalp çapları elde edildi. Sonrasında ise, kardiyak oran (kalbin altın oranı) dikey çapın (büyük olan) yatay çapa (küçük olan) bölümü olarak kabul edildi (Şekil 1). Ayrıca, sol ventrikül ve sağ ventrikül oranları da aynı şekilde ventrikül iç uzunluğu ve genişliği kullanılarak hesaplandı. Diğer standart ekokardiyografik ölçümler mevcut klavuzlara uygun olarak elde edildi. Tüm veriler digital olarak depolandı ve bireylerin klinik verileri hakkında bilgi sahibi olmayan birbirinden bağımsız iki ayrı araştırmacı tarafından çevrim dışı olarak analiz edildi.

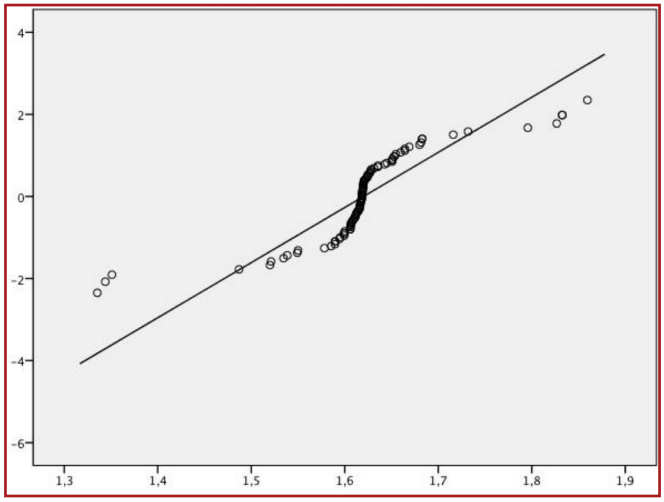
Elde edilen parametreler paket istatistik programına (SPSS 20.0 Windows için istatiksel paket program, Chicago, IL) aktarılarak değerlendirildi. Ölçüm değerlerinin normal dağılıma uygunluğu grafiksel olarak ve Shapiro-Wilk analizi ile istatiksel olarak incelendi. Normal dağılıma uyan ölçüm değerleri için ortalama ± standard sapma, uymayanlar için ise ortanca (çeyreklikler arası sapma) değerleri kullanıldı. Kategorik değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ise sayı ve yüzde şeklinde gösterildi.



Şekil 1. Dört-oda eko penceresinde kalbin yatay ve dikey çaplarının ölçümü. Sarı çizgi yatay çapı, mor çizgi dikey çapı göstermektedir.

Bulgular

Toplam 135 sağlıklı erkek birey değerlendirmeye alındı.



Şekil 2. Çalışmaya katılan hastaların kardiyak oranlarının normal dağılımı

Çalışma grubunun yaş ortancası 23 (3) yıl, ortalama boyları 174.71 ± 4.90 cm ve ortalama ağırlıkları 71.08 ± 7.73 kilogram idi. Ortalama dikey kardiyak çap 11.55 ± 0.84 cm, yatay çap 7.82 ± 7.11 cm ve kardiyak oran 1.6183 (0.02) olarak bulundu (Şekil 2). Bununla birlikte, sol ventrikül oranı 1.8922 (0.24), sağ ventrikül oranı ise 1.5807 (0.29) olarak bulundu (Tablo 1). Ayrıca, mitral ve triküspid içe akım hızlarını incelediğimiz zaman bunlar arasında da altın oran ile uyumlu olabilecek düzeyde bir sayısal oran olduğunu fark ettik. Triküspid E/A oranı 1.5171 (0.26) iken, mitral E/A oranı ise yaklaşık olarak 1.6191 (0.47) civarında idi.

Tartışma

Biz bu çalışmamızda, genç yetişkin sağlıklı erkek bireylerde kalbin dikey ve yatay çapları arasında sabit bir oranın bulunduğunu ve bu oranın altın orana benzer şekilde 1.618 civarında olduğunu tespit ettik.

Altın oran insan vücudunda ekstemitelerde, yüz hatlarında, dişlerde ve DNA molekülünde tanımlanmıştır [2-5]. İnsan vücudundaki parçaların birbiri ile bu kadar uyum göstermesi, insan kalbinde de benzer bir oran bulunabileceği fikrini ortaya çıkarmaktadır. Ancak bu konuda yapılan çalışma sayısı sınırlıdır. Literatürde mevcut olan en kapsamlı çalışma Henein ve ark. [6] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada yazarlar, sağlıklı İsveç'li bireylerle karşılaştırıldığında sağlıklı Çin'li bireylerde sol ventrikül çaplarının daha küçük, ancak altın oranın her iki grupta 1.618 civarında olduğunu, orta derecede kalp yetmezliği olan hastalarda altın oranın 1.64 civarında olduğunu ve ileri kalp yetmezliği olan hastalarda ise bu oranın 1.4'lere kadar düştüğünü saptamışlar ve altın orandan önemli oranda sapmaların artmış mortalite ve kötü klinik sonlanımla ilişkili olduğunu öne sürmüşlerdir [6]. Bununla birlikte, mitral ve triküspid anulus boyut ve fonksiyonlarında da benzer şekilde bir altın oran olduğunu öne sürmüşlerdir [7-9].

Altın açı ise 360°'lik tam açının altın oranın karesi olan 2,618 sayısına bölünmesi ile elde edilir. Altın açı, dairenin alanını altın oranda ikiye bölmektedir. Kısacası, dairede kendisinden geriye kalan açısal alanın (360° -137,5°= 222,5°) kendi alanına oranı, altın orana eşittir. (222,5°/137,5=1,618) [10]. Benzer şekilde kalpte de, ana pulmoner arter ile çıkan aorta arasında, sağ ventrikül giriş ekseni ile çıkış ekseni arasında altın açıya yakın bir açılanma olduğu, patolojik durumlarda (sağ ventrikül yetmezliği, pulmoner hipertansiyon, arteriyel hipertansiyon gibi) bu açının arttığı gösterilmiştir [6]. Kalbin yapısal özellikleri dışında fonksiyonlarının değerlendirilmesi sırasında da bir altın oranın olduğu ileri sürülemktedir. Bazı yararlar, elektrokardiyograma bakıldığında kalbin istirahat halindeki ritminin altın orana uyacak şekilde belirli bir düzen içerisinde olduğunu, R-R arasındaki mesafenin T dalgası tepe noktası baz alınarak ikiye bölündüğünde büyük olan parçanın küçük olan parçaya olan oranının 1.618 civarında olduğunu ifade etmişlerdir [2]. Ashrafian ve ark. [11] ise koroner arter dallanmasının ağaçlarda olduğu gibi belirli bir düzen içerisinde olacak şekilde altın oran dağılımını (2,3,5,8,13,21, gibi) takip ettiğini göstermişlerdir. Bununla birlikte, Gibson ve ark. [12] ST-Segment yükselmeli miyokard infarktüsünde, sorumlu koroner arter lezyonun dağılımı ile Fibonacci kaskadı (altın oran) arasında bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Biz ise bu çalışmamızda kardiyak oranın

Tablo 1. Çalışmaya katılanların demografik özellikleri ve ekokardiyografi bulguları

	Ortalama ± standart sapma / Ortanca (çeyreklikler arası sapma) *
Yaş, (yıl)	23 (3)
Boy, (cm)	174.71 ± 4.90
Ağırlık, (kg)	71.08 ± 7.73
Ekokardiyografik bulgular	
Aort annulus çapı, (mm)	24.07 ± 1.83
Sol atriyum, (mm)	32.62 ± 3.00
IVSd, (mm)	8.71 ± .37
IVSs, (mm)	14.94 ± 1.64
LVPWd, (mm)	9.18 ± 1.38
LVPWs, (mm)	15.83 ± 1.78
LVIDd, (mm)	48.78 ± 3.56
LVIDs, (mm)	29.93 ± 2.72
LVEF, (%)	67 (7.50)
FS, (%)	37 (6.50)
Kardiyak dikey çap, (cm)	11.55 ± 0.84
Kardiyak yatay çap, (cm)	7.82 ± 7.11
Kardiyak oran (ALTIN ORAN)	1.6183 (0.02)
Sol ventrikül dikey çap, (cm)	7.20 ± 0.78
Sol ventrikül yatay çap, (cm)	4.12 ± 3.09
Sol ventrikül oranı	1.8922 (0.24)
Sağ ventrikül dikey çap, (cm)	5.34 ± 0.84
Sağ ventrikül yatay çap, (cm)	3.35 ± 0.42
Sağ ventrikül oranı	1.5807 (0.29)
Mitral E dalga akım hızı, (cm/sn)	92.71 ± 15.48
Mitral A dalga akım hızı, (cm/sn)	59.73 ± 12.50
Mitral E/A oranı	1.6191 (0.47)
Triküspid E dalga akım hızı, (cm/sn)	67.16 ± 12.22
Triküspid A dalga akım hızı, (cm/sn)	45.78 ± 9.20
Triksüpid E/A oranı	1.5171.26)

*** Normal dağılıma uyan ölçümler için ortalama ± standart sapma, uymayanlar için ise ortanca (çeyreklikler arası sapma) kullanıldı.**
IVSd/s: interventriküler septum kalınlığı diyastolde/sistolde; LVPWd/s: sol ventrikül posterior duvar kalınlığı diyastolde/sistolde ; LVIDd/s: Sol ventrikül iç çapı diyastol sonu / sistol sonu ; SVEF:sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ; FS: fraksiyonel kısalma

1.618 civarında olduğu tespitinin yanı sıra, mitral ve triküspid içe akım hızlarını değerlendirdiğimiz zaman mitral E/A ve triküspid E/A oranlarının altın oran ile uyumlu olduğunu saptadık. Ancak, değerlendirmenin iki farklı araştırmacı tarafından yapılmış olması ve araştımacılar arası olası farklılıklar çalışmanın sonucunu etkliyebilir.

Basınç yükü, volüm yükü, nörohormonal aktivasyon veya kardiyak hasar sonrasında kalbin şekil, boyut ve kitle gibi yapısal özelliklerinde ve fonksiyonunda birtakım değişiklikler meydana gelir [13]. Bununla birlikte, miyosit kaybı, kontraktil proteinler ve hücre iskeletindeki değişimler, beta adrenerjik desensitizasyon ve ekstraselüler matriksteki değişimler gibi hücresel ve moleküler değişimler de ventrikül geometrisinin bozulmasında rol oynar [14]. Sonuç olarak, sistol sonu duvar stresi artar ve kas fibrillerinin anormal dağılımı sonucu ventrikül sferik bir hal alır ve ventrikül sferisitesi arttıkça kontraktilite daha da bozulur [15]. Ventrikül geometrisindeki bozulmanın, hastalıkların, özellikle kalp yetersizliğinin, gelişimi ve prognozundaki önemi aşikardır. Ventrikül geometrisinde altın orandan sapacak şekilde değişikliklerin saptanması hastalıkların, özellikle kalp yetmezliğinin, semptomlarının belirgin olarak ortaya çıkmasından önce risk altındaki bireylerin saptanmasına ve hastalık tanısı almış bireylerin ise takibinde ve tedaviye cevaplarının değerlendirilmesinde oldukça fazla fayda sağlar.

Bu çalışmanın belirtilmesi gereken bazı kısıtlılıkları vardır. Çalışmamızın esas kısıtlılığı kısmen az olan hasta sayısıdır. Çalışmaya sadece erkekler dahil edildiğinden dolayı nedensel sonuçlar çıkarılamaz. Ayrıca, dkey ve yata kardiyak çapların ekokardiyografik ölçümlerinin tekrarlanabilirliği değerlendirilmemiştir. Sağlıklı bireylerde kalbe ait bu altın oranın daha açıklayıcı bir şekilde gösterilebilmesi için büyük ölçekli çok merkezli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, yapısal ve fonksiyonel özellikleri değerlendirildiğinde kalpte altın bir oran mevcuttur. Günlük klinik pratikte kalbin altın oranının kullanımı bize normalden sapmaların hızlı ve kolay bir şekilde saptanabilmelerini ve böylelikle kalpte geri dönüşü olmayan değişiklikler meydana gelmeden önce hastaların fark edilip gerekli tedavi önlemlerinin alınmasını sağlayabilir.

Kaynaklar

1. Mitchison G. Phyllotaxis and the Fibonacci Series. Science 1977;196 (270-275):
2. Akhtaruzzaman M, Shafie A. Geometrical Substantiation of Phi, the Golden Ratio and the Baroque of Nature, Architecture, Design and Engineering. International Journal of Arts 2011;1:1-22
3. Prokopakis EP, Vlastos IM, Picavet VA, et al. The golden ratio in facial symmetry. Rhinology 2013;51:18-21
4. Morris W. An orthodontic view of dentofacial esthetics. Compendium 1994;15:378, 380-2, 384 passim; quiz 390
5. Sarver D, Jacobson RS. The aesthetic dentofacial analysis. Clin Plast Surg 2007;34:369-394
6. Henein MY, Zhao Y, Nicoll R, et al. The human heart: application of the golden ratio and angle. Int J Cardiol 2011;150:239-242
7. Chung R, Calcuttea A, Pura B, Li W, Pepper J, Henein M. Mitral annulus shape change in dilated cardiomyopathy by real-time 3D transthoracic echocardiography. Eur J Echocardiogr 2008;9: s131
8. Tei C, Pilgrim J, Shah P, Ormiston J, Wong M. The tricuspid valve annulus: study of size and motion in normal subjects and in patients with tricuspid regurgitation. Circulation 1982;66: 665-671
9. Ormiston J, Shah P, Tei C, Wong M. Size and motion of the mitral valve annulus in man. I. A two-dimensional echocardiographic method and findings in normal subjects. Circulation 1981;64: 113-120
10. Kuhlemeler C. Phyllotaxis. Trends Plant Sci 2007;12:143-150
11. Ashrafian H, Athanasiou T. Fibonacci series and coronary anatomy. Heart Lung Circ 2011;20:483-484
12. Gibson CM, Gibson WJ, Murphy SA, et al. Association of the Fibonacci Cascade with the distribution of coronary artery lesions responsible for ST-segment elevation myocardial infarction. Am J Cardiol 2003;92:595-7
13 Opie LH, Commerford PJ, Gersh BJ, et al. Controversies in ventricular remodelling.

    Lancet 2006; 367:356.
14 Cohen MV, Yang XM, Neumann T, et al. Favorable remodeling enhances recovery of regional myocardial function in the weeks after infarction in ischemically preconditioned hearts. Circulation 2000; 102:579.
15 Maytin M, Colucci WS. Molecular and cellular mechanisms of myocardial remodeling.

    J Nucl Cardiol. 2002;9(3):319-27