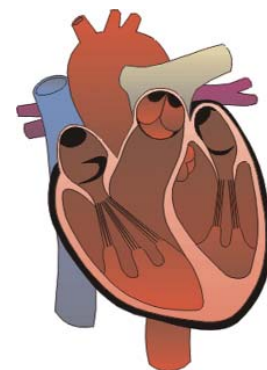


Сърцето

хармония между структура и функция

Д-р Сотир Марчев¹, Проф. д-р Александър Чирков², Проф. д-р Владимир Овчаров³

¹Пета МБАЛ - гр. София, ²Университетска болница "Света Екатерина", ³Медицински университет - гр. София, Ректорат



Описана е съвременната изследователска концепция, че мускулатурата на двете сърдечни камери се състои от един общ мускулен сноп, описващ външна низходяща спирала от сърдечната основа към върха и продължаваща с вътрешна възходяща спирала от върха към основата. Двете спирали имат обратна посока една на друга. Електрическото активиране и механичното съкращение на сърдечните камери започва от началото на този мускулен сноп и върви към края му. Съкращението на низходящата му част е през изоволуметричната контракция и първата половина на систолата. То води до скъсяване и усукване на лявата камера и повишаване на левокамерното налягане през систолата. Последващото съкращение на възходящата спирална част на единния мускулен сноп удължава и разсуква лявата камера. То протича през втората половина на систолата и през изоволуметричната релаксация и подготвя камерите за последващото диастолно всмукване на кръв от предсърдията.

Вероятно добрият изход на сърдечните операции зависи и от максимално възможното съхраняване на миокардната структура и последователност.

Бъдещите изследвания ще покажат какво е истинското място на тази концепция в анатомията, кардиологията и кардиохирургията.

Ключови думи: сърце, структура, функция, микроархитектура

■ Структура

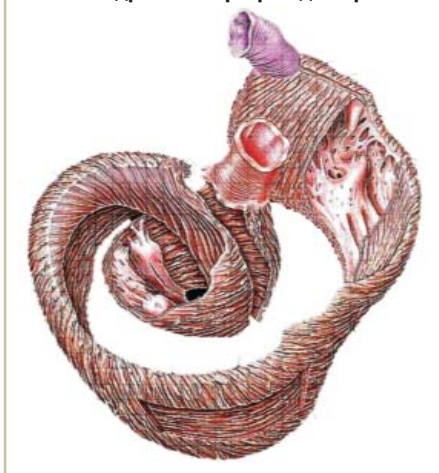
През последните години си проби-ва път нова концепция за хода на мускулните влакна в камерите. Испанският изследовател Франциско Торент-Гуасп прави дисекции на сърца, предварително обработени с киселини, без да използва ножици, само с ръце. Той установява, че двете сърдечни камери се състоят от един единствен мускулен сноп, който започва от белодробната артерия и завършва до аортата^[13,14]. Първо сравнително лесно се отделят предсърдията и остават камерите. Мускулатурата на двете сърдечни камери се състои от една обща мускулна лента, описваща външна низходяща спирала от сърдечната основа към върха и продължаваща с вътрешна възходяща спирала от върха към основата. Двете спирали имат обратна посока една на друга. Така в средата остава междукламерният септум, който се състои от два слоя - един низходящ и един възходящ (Фиг. 1).

Тази структура на камерите - един единствен, спирално завит мускулен сноп, отговаря на еволюционното и ембрионалното развитие на сърцето^[1,3].

Наличието на повърхностни спирални мускулни снопчета (Фиг. 2), кои-

ФИГУРА 1

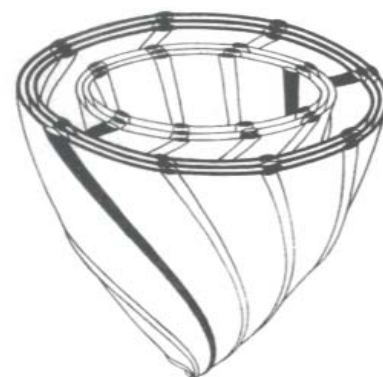
Спиралната структура на мускулния сноп, изграждащ двете камери, от белодробната артерия до аортата



то при върха на сърцето навлизат в дълбочина, като образуват т.нар. водовъртеж - vortex cordis и продължават в най-вътрешния слой, е описано в едни или други детайли още от Lower (1669), Borelli (1681), vonHaller (1764), Gerdy (1823) и Pettigrew (1864). Изграждането на сърдечната стена от спирални мускулни слоеве, разположени под ъгъл един спрямо друг, е описано още от MacCallum (1900) и Mall (1911), които са най-често цитираните^[6,7].

ФИГУРА 2

Сърдечната стена се състои от спирални мускулни пластове, под ъгъл един спрямо друг, които на върха на сърцето чрез vortex cordis, преминават един в друг^[16].



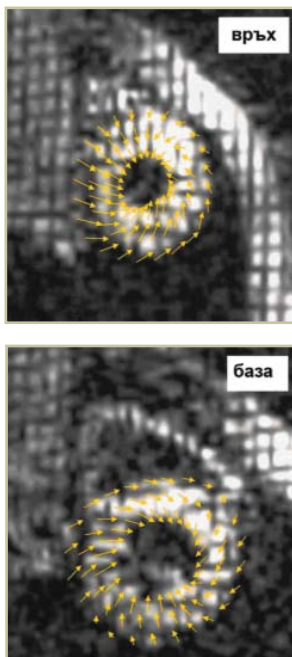
Първите работи^[15-17] на Torrent Guasp (Фиг. 2) получават подкрепа чрез математически анализ на сърдечната архитектура и динамика (Streeter 1979, 1980) и се потвърждават от последните му колективни разработки^[14].

■ Функция

Съгласно модела, предложен от Торент-Гуасп за двете сърдечни камери, състоящи се от една мускулна



ФИГУРА 3

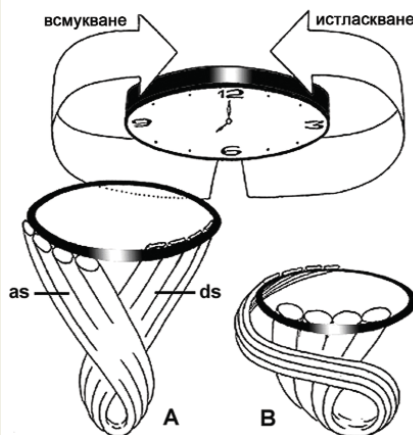


Ротация на сърдечния връх обратно на часовниковата стрелка и на базата по часовниковата стрелка (гледани откъм върха) в здрав човек по време на контракцията на лявата камера. Регистрацията е с ядрено-магнитен резонанс (MR tissue tagging)^[11]

лента, електрическото активиране започва от единия край на тази лента, откъм белодробната артерия, и завършва на другия ѝ край, при аортата. Така първо се възбужда свободната стена на дясната камера, после свободната стена на лявата камера, след това низходящият сноп и накрая възходящият сноп на септума. В този ред върви и мускулната контракция^[11]. Съкращението на низходящия сноп скъсява лявата камера в надлъжно направление, като пригърбва равнината на атриовентрикуларните клапи към върха. Понеже низходящият сегмент има спирален ход това води до ротация на базата по часовниковата стрелка и до ротация на сърдечния връх по посока обратна на часовниковата стрелка (гледани, както е прието откъм краката). Това причинява усукване, торзия (twist) на камерата^[11]. Усукването е обикновено около 7-10 градуса, но при някои заболявания, например аортна стеноза, е увеличено^[12].

След това протича контракцията на възходящия сегмент. Тя започва по време на пика на левокамерното налягане и продължава да края на изоволуметричната релаксация. Сък-

ФИГУРА 4



Съкращението на десцендентния сегмент (ds) води до скъсяване на камерата по дългата ос и до нейното усукване. Съкращението на асцендентния сегмент (as) води до удължаване на камерата по дългата ос и до нейното разсукване^[13]

рачението на възходящия сегмент разсуква лявата камера, водейки до нейното удължаване в лонгитудинално направление ("untwisting"). Това води до спадане на вътрекамерното налягане и до подготовка за последващото всмукване на кръв от предсърдието, след отварянето на атриовентрикуларните клапи.

Възходящият и низходящият сегмент на единния мускулен сноп са обратни една на друга спирали, поради което въртят сърцето в различни посоки. Низходящият сегмент е активен през изоволуметричната контракция и през първата половина на систолатата. Възходящият сегмент е активен през втората половина на систолатата и през изоволуметричната релаксация.

Така по време на изоволуметричната контракция е налице ротация на апекса обратно на часовниковата стрелка, последвана от систолно скъсяване по дългата ос. По време на изоволуметричната релаксация е налице ротация на апекса по часовниковата стрелка ("untwisting"), последвана от диастолно удължаване по дългата ос^[2,8]. При диастолна дисфункция е налице забавяне на скоростта на това "разсукване"^[8]. Според Vannan Mani "усукването и разсукването на сърдечния връх е моторът, който осъществява скъсяването и удължаването по дългата ос"^[9,10].

Вероятно добрият изход на сърдечните операции, например парци-

ална вентрикулоектомия, зависи и от максимално възможното съхраняване на миокардната структура и последователност^[4,5].

Този ход на мускулните влакна и това завъртане трансформират скъсяването на саркомерите в задебеляване на стените, което като крайно изхвърля кръвта от камерите^[4]. Така 15% скъсяване на миофибрилите води до 60% фракция на изтласкване^[1].

Бъдещите изследвания ще покажат какво е истинското място на тази концепция в анатомията, кардиологията и кардиохирургията^[3].

Адрес за кореспонденция:

Д-р Comur Марчев

www.4xm.com

1233 София, бул. Столетов 67А

Пема МБАЛ - гр. София; e-mail: sotir@4xm.com

КНИГОПИС:

- Buckberg G. Architecture must document functional evidence to explain the living rhythm. Eur J Cardiothorac Surg 2005; 27:202-9.
- Carroll JD, Hess OM. Assessment of normal and abnormal cardiac function. p. 491-507 in Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E. Braunwald's Heart Disease. A textbook of cardiovascular medicine. 7th edition. Elsevier Saunders 2005
- Editorial. The myocardial band: fiction or fact? Eur J Cardiothorac Surg. 2005; 27:181-182.
- LeWinter MM, Osol G. Normal physiology of the cardiovascular system. p. 87-112 in Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RA (ed.) Hurst's The HEART. 11th edition. McGraw-Hill 2004
- Lunkenheimer PP, Redmann K, Anderson RH. The architecture of the ventricular mass and its functional implications for organ-preserving surgery. European Journal of Cardio-thoracic Surgery 2005; 27:183-190
- MacCallum J B. On the histology and histogenesis of the heart muscle cell. Anat Anz 1897; 13:609-620.
- MacCallum J B. On the musculature architecture and growth of the ventricles of the heart. In: Contributions to the Science of Medicine. Dedicated to W H Welch. Baltimore 1900; p 307-335.
- Mandinov L, Eberli F, Seiler C et al. Diastolic heart failure. Cardiovasc Res 2000; 45:813-825.
- Mani V. Novel methods in imaging myocardial microarchitecture and mechanics. The 78th annual Scientific Meeting of Japan Society of Ultrasound in Medicine. Tokyo 20-22 May 2005. Japanese Journal of Medical Ultrasonics 2005; 32:S172
- Mani V. The apical twist in health and disease: Beyond the descent of the base. The 78th annual Scientific Meeting of Japan Society of Ultrasound in Medicine. Tokyo 20-22 May 2005. Japanese Journal of Medical Ultrasonics 2005; 32:S173
- Notomi Y, Setser RM, Shiota T, et al. Assessment of Left Ventricular Torsional Deformation by Doppler Tissue Imaging. Validation Study With Tagged Magnetic Resonance Imaging. Circulation. 2005; 111:1141-1147.
- Stuber M, Scheidegger M.B, Fischer S.E., et al. Alterations in the Local Myocardial Motion Pattern in Patients Suffering From Pressure Overload Due to Aortic Stenosis. Circulation. 1999; 100:361-368.
- Torrent-Guasp F, Kocica MJ, Corno A, Kameda M, Cox J, Flotats A, Ballester-Rodes M, Carreras-Costas F. Systolic ventricular filling. Eur J Cardiothorac Surg 2004; 25(3):376-86.
- Torrent-Guasp F, Kocica MJ, Corno AF, Kameda M, Carreras Costa F, Flotats A, Cosin-Aguillar J, Wen H. Towards new understanding of the heart structure and function. Eur J Cardiothorac Surg 2005; 27:191-201.
- Torrent Guasp F. Anatomia funcional del corazon. Paz Montalvo: Madrid. 1957
- Torrent Guasp F. The electrical circulation. Torrent Guasp: Denia, 1970.
- Torrent Guasp F (ed). Estructura y mecanica del corazon. Ediciones, 1987.