

**ЎБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**МИРЗО УЛУ/БЕК НОМИДАГИ
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЮРАК- ҚОН-ТОМИР ТИЗИМИ
ФИЗИОЛОГИЯСИ
ФАНИДАН**

МАЪРУЗА МАТНИ

Тузувчи: Л.С. Кучкарова

Мундарижа

1 маъруза. КИРИШ. ЮРАК ТОМИР ТИЗИМИ ҲАҚИДА УМУМИЙ ТУШУНЧА	3
2 маъруза. ЮРАК- ҚОН ТОМИР ТИЗИМИ ЭВОЛЮЦИЯСИ	7
3- маъруза. ҚОН АЙЛАНИШ ДОИРАЛАРИ, ЮРАК АНАТОМИЯСИ.....	13
4-маъруза. ЮРАК МУШАКЛАРНИНГ ХОССАЛАРИ.....	17
5 маъруза. ЮРАГИНИНГ ЎТКАЗУВЧИ ТИЗИМИ.....	24
6 маъруза. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА .	30
7 маъруза. ЮРАК ЦИКЛИ.....	38
8 маъруза. ЮРАК ҲАЖМЛАРИ	44
9 маъруза. ЮРАК ИШИНИ БОШҚАРИЛИШИ. ИНТРАКАДДИАЛ МЕХАНИЗМЛАР	48
10-маъруза. ЮРАК ФАОЛИЯТИНИ БОШҚАРУВИДА ВЕГЕТАТИВ АСАБ ТИЗИМИНИНГ ИШТИРОКИ	52
11 маъруза. ЮРАК ФАОЛИЯТИНИ РЕЛЕКТОР БОШҚАРУВИ.....	56
12-маъруза. ЮРАКНИ ГУМОРАЛ БОШҚАРУВИ.....	65
12 маъруза. ҚОН ТОМИРЛАР АНАТОМИЯСИ ВА ГИСТОЛОГИЯСИ...	72
14 маъруза. ВЕНАЛАРДА ҚОННИНГ ОҚИШИ. МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ	79
15 маъруза ҚОН АЙЛАНИШИНИ БОШҚАРУВИ.....	85

1 маъруза. КИРИШ. ЮРАК ТОМИР ТИЗИМИ ҲАҚИДА УМУМ- МИЙ ТУШУНЧА

Юрак қон томир тизи тўғрисида умумий маълумот. Қон айланиш доиралари. Юрак томир фаолиятини ўрганиш усуллари.

Юракнинг асосий вазифаси – бутун организм бўйлаб қоннинг ҳаракатини таъминлаш. Юракни “чап юрак” ва “ўнг юрак” ларга ажратилади. Уларнинг ҳар бири бўлим ва қоринчадан иборат. Қон кислородни тўқималарда қолдириб, ўнг юракка оқиб келади ва ўпка томон йўл олади. Қон ўпкада кислородга тўйиниб, чап юракка қайтади, юрак қонни яна бутун организмга тарқатади. Қоннинг ўпка қон томирлари орқали ўнг юракдан чап юракка ҳаракати ўпкада қон айланишини, яъни кичик қон айланиш доирасини ташкил қилади. Қолган бошқа аъзоларнинг қон билан таъминланишини (ва улардан қоннинг қайтиб келиши) тизим қон айланиши, ёки катта қон айланиш доираси деб аталади. Бу иккала бўлим бирлашиб, ягона қон айланиш тизимини ташкил қилади, чап ва ўнг юракда қонга кинетик энергия берилади. Юракнинг қон ҳайдаши бирин-кетин бўшашиши (диастола) ва қисқаришига (систола) боғлиқ. Диастола вақтида бўлмалар ва қоринчалар қонга тўлади, систола вақтида эса қон қоринчалардан йирик артерияларга - аорта ва ўпка артериясига отилиб чиқди. Бу артериялар юракдан чиқадиган жойда ярим ойсимон қопқоқлар бор, улар қоннинг юракка қайтишига йўл қўймайди. Бўлмалар ва қоринчалар ўртасида ҳам икки (чап томонда) ва уч (ўнг томонда) тавақали қопқоқлар бор. Ана шу қопқоқлар қоринчалар систоласида қонни қоринчалардан бўлмаларга қайтишига тўсқинлик қилади. Қон қоринчаларга тушишидан олдин йирик веналар орқали (кавак веналар ва ўпка венаси) бўлмаларга қўйилади. Бўлмалар систоласи туфайли қон қоринчаларга ўтади. Қонни юракка етказиб берадиган қон томирларни веналар, юракдан четга тарқатувчиларини артериялар деб аталади. Қон томирлари юракдан узоқлашган сари тобора майдалашиб – ингичкалашиб боради. Натижада улар жуда майда ва ингичка томирлар, яъни капиллярларга айланади. Капиллярларнинг ҳар бири одам сочидан 15 баравар ингичка келади. Одамда капиллярларнинг умумий узунлиги – 1000000км га етади. Тўқималар майда қон томирлари – капиллярлар билан таъминланган. От болдир мушагининг 1 мм² кўндаланг кесимига 1350, итда – 2630, денгиз чўчкаларида – 4000, қурбақаларда – 400 капиллярлар тўғри келади. Тана мушаклари капиллярлардаги 1мм² қоннинг капиллярлар

эндотелиясига тегиб турган юзаси $0,5\text{м}^2$ ни ташкил қилади. Дамак, ҳужайра ҳамма томондан қон билан ўралган.

Қон айланиши тизими губкаларда (булутлар) каналчалардан тузилган бўлиб, уларда озикланиш, нафас олиш ва ажратиш манбалари ҳисобланувчи суюқлик ҳаракат қилади. Ковакичлилар ва қуйи чувалчангларда ошқозон ритмик равишда қисқарувчи ва гидролимфа айланиб юрувчи радиал каналлар ҳисобланади. Бўғимоёқлилар ва моллюскаларда (гемолимфа айланиб юрувчи) ритмик қисқарувчи томирлардан ташкил топган. Улар тўқималарга лакунлар орқали ўтади, шу сабабли бу жонзотларда лакунарли ёпиқ бўлмаган қон айланиш тизими фаолият кўрсатади. Биринчи ёпиқ қон айланиш тизими юқори даражали чувалчангларда кузатилган. Бу тизимда ҳаракатланаётган қон ҳужайраларгача етиб бормайди, тўқималар лимфа билан ювилади. Ёпиқ қон айланиш тизимлари қорин ва елка томирларидан ташкил топган, асосан елка томирлар қисмини пулси сезиларли бўлади. Ланцетникда юрак ролини пулсланувчи қорин томири бажаради. Паст табақали умуртқалиларда юраклар ҳосил бўлади. Балиқларда юрак икки камерали, амфибияларда эса уч камерали ва кичик қон айланиш доираси ривожланган. Қуйи рептилияларда тўрт камерали юраклар худди олий даражадаги рептилийлардаги каби яхши ривожланган. Мушакли юракни ҳосил бўлишида артериал тизимни – веноз тизими билан боғловчи, яъни юрак қоринчаларида ривожланувчи босим қаршилиги кескин ортувчи капиллярларни юзага келиши асосий ролни ўйнайди. Парранда ва сут эмизувчиларда тўрт камерали юраги тўлиғича ўнг ва чап қисмларга бўлинган бўлиб, улар бир-бири билан фақат катта ва кичик қон айланиш доиралари қон томирлари орқали алоқада бўлади. Одамлар ва сут эмизувчи ҳайвонларнинг қон ташувчи тизими нисбатан ёпиқ. Капиллярлар деворлари сув ва унда эриган моддаларни ўтказди. Улар орқали алвеоляр ва капиллярларнинг эпителиал ҳужайралари орасида ҳамда капиллярлар жойлашган тўқима билан капиллярларни эпителиал ҳужайралари орасида газлар алмашинуви кечади.

Рентгенография. Юракнинг ўлчами кўкрак қафасини уриб кўриш йўли билан аниқланади (перкуссия). Кўкрак қафасидаги юрак уцига қўйилган бармоқларни, урган пайтда буғиқ товуш эшитилади. Юракнинг аниқ ўлчами рентген нурлари билан кўкрак қафасини

ёритиш йўли билан аниқланади (рентгенография). Юрак ўлчамлари у чўзилганида ўзгаради ва унинг мушаклари йўғонлигига боғлиқ.

Электрокардиография. Рентгенография. Юракнинг ўлчами кўкрак қафасини уриб кўриш йўли билан аниқланади (перкуссия). Кўкрак қафасидаги юрак уцига қўйилган бармоқларни, урган пайтда буғиқ товуш эшитилади. Юракнинг аниқ ўлчами рентген нурлари билан кўкрак Тананинг ҳар хил қисмларига қўйилган электродлар ёрдамида юракнинг электр активлигини қайд қилиш усули-электрокардиография деб номланади. Электрокардиография ёрдамида ёзиб олинган эгри чизиклар электрокардиограмма деб номланади. Электрокардиограмма – юракнинг ҳар хил бўлимларида кўзғалиш жараёнининг пайдо бўлишини, тарқалиши ва йўқолишини акс эттирувчи эгри чизик.

Электрокардиография: 1) кўзғалишни; 2) юрак биотокларини; 3) ўтказувчанлик хоссасини; 4) юрак уриш частотасини аниқлашга имкон яратади.

60

ЮУЧк -----

ЮЦД

1) юрак ритмини, аритмияларни; 2) юракдаги патологик ўзгаришларни; 3) электрокардиографиянинг уланишлари – бу электрокардиограммани қайд қилганда танада электродларни жойлаштириш вариантлари; 4) Монополяр уланиш – потенциал тананинг 1 нуқтасидан қайд этилади. 5) Биполяр уланиш – тананинг 2 нуқтаси орасидаги потенциаллар айирмаси қайд этилади.

Электрокардиографияда ажратилади: 1. Изоэлектрик (ноль) чизиги; 2. P, Q, R, S, T ва U, тишлари, уларнинг баландлиги потенциал миқдорини ифодалайди; 3. Кенглиги – ўтказувчанликни; 4. Интерваллар P-Q, QRS, QT, R-R .

Электрокардиография тишларининг генези: 1. P - тиши ўнг ва чап бўлмачаларнинг кўзғалишини ифодалайди; 2. Q - тиши қоринчаларо тўсиқни, попилляр мушакларни ва қоринчалар деворининг ички қаватини кўзғалишини ифодалайди; 3. R - тиши юрак асосини қоринчалар деворининг ташқи қаватини кўзғалишини ифодалайди; 4. S - тиши иккала қоринчанинг тўла кўзғалишини ифодалайди; 5. T - тиши қоринчаларни тез реполяризациясини ифодалайди.

Ҳар бир электрокардиография тишлардан, сегментлардан ва интерваллардан иборат. Электрокардиографиянинг тиши – изочизикдан эгри чизикни тепага ёки пастга силжиши.

Электрокардиографиянинг сегменти – тиш бўлмаган электрокардиография эгри чизиғининг бир қисми. Электрокардиографиянинг интервали – сегмент ва унга тегишли тишдан иборат бўлган эгри чизиқнинг қисми.

Юрак қўзғалишининг бир циклида 3 интервал фаркланади: 1) PQ, P тиши ва PQ сегментидан; 2) Q-T қоринчалар комплекси QRST ва ST сегментидан иборат; 3) S-T ST сегменти ва T тишидан иборат.

Электрокардиографиянинг асосий ўртача параметрлари: 1) P қ 0,15 – 0,25мВ; 2) T қ 0,5 – 1,7мВ; 3) P-Q қ 0,12 – 0,20″; 4) QRS қ 0,07 – 0,09″; 5) Q-T қ 0,33″; 6) S-T қ 0,25″; 7) Q:R қ 1:4; 8) P:T:R қ 1:3:9.

Фонокардиография. 1) I тон S тишига мос келади, 4 – 8 та осцилляциядан иборат; 2) II тон T тишини охирига мос келади, 2 – 3 та осцилляциядан иборат.

Эхокардиография (УЗИ) – юрак фаолиятини ультратовуш ёрдамида текшириш: 1) 1950 йилда 1 марта қўлланган; 2) 2 – 3 мгц частотали ультратовуш 1540 м/с тезлик билан ўтади. Бу юрак клапанларини ҳолатини (вальвулография) баҳолашга, юрак мушагининг қисқарувчанлик хусусиятини, юрак ва унинг бўшлиқларини геометрик параметрларини, чиқариш индексини ҳисоблашга имкон яратади.

Баллистокардиография. Юрак қисқаришида катта қон томирларида қоннинг ҳаракати натижасида тананинг кучсиз тебранишларини қайд қилиш усули – баллистокардиография деб айтилади. Юракни қисқарувчанлик функциясини қайд қилиш методи.

Динамокардиография – юракни ҳар бир қисқаришида одамнинг тана вазнини марказини силжишини қайд қилиш усули. Юракни механик фаолиятини қайд қилиш усули.

Ангиокардиография – қонга рентгеноконтраст моддаларни юбориш йўли билан, юрак бўшлиқларини ва магистрал томирларни текширишини рентгенологик усули. Юрак бўшлиқлари, деворининг қалинлиги, юрак пороклари, қисқарувчанлиги, томирлар ўзани ҳақида маълумотлар олиш мумкин.

2 маъруза. ЮРАК- ҚОН ТОМИР ТИЗИМИ ЭВОЛЮЦИЯСИ

Умуртқасизларда қон тизимининг ривожланиши. Балик, сувда ва қуруқликда юрувчиларда, судралибюрувчиларда, қушлар ва сутэми-зувчиларда қон айланиш тизимининг ривожланиши

Одам ва ҳайвонлар организмида айланувчи суюқ-ликларнинг асосий роли моддаларни турли масофаларга жуда катта тезликда ташиб беришдан иборат. Чунки бу ва-зифани бажаришда диффузия самарасиз ёки жуда суст жараён ҳисобланади. Шунинг учун суюқлик айланиши катталиги моддалар алмашинуви суст бўлган (бир неча миллиметр бўлган) жонзотлар ва моддалар алмашинуви интенсив (жадал) бўлган ҳайвонлар учун ўта зарурдир.

қон айланишининг умумий тамойили: ишлаш қобили-ятига эга суюқлик айланиши тизими битта ёки бир нечта насослардан ва қоннинг оқиши мумкин бўлган турли каналлардан иборатдир. Насоснинг ишлаши мушакларнинг қисқариши қобилияти борлигига асосланган. Трубка ёки камерани ўраб олган мушак тўқималари қатлами қисқариши туфайли уларнинг ҳажмини камайтиради. Бундай йўл билан икки тур хилдаги насослар пайдо бўлиши мумкин: перистальтик ва клапанчалари бўлган камерали

Перистальтик юраклар фақат умуртқасизларда учрайди, умуртқалиларнинг барчаси қисқарувчан деворли камерали юракка эга.

Перистальтик насосда (А) қон қисқарувчан трубка бўйлаб ҳаракатланади ва насос қонни олдинга қараб суради. Оддий камерали насосда (Б) қон томирлари деворларининг ритмик қисқаришлари қонни камерадан суриб чиқаради. Клапанлар қонни орқага қараб оқишига йўл қўймайди ва натижада қон фақат бир томонга қараб ҳаракатланади. Бошқа турдаги (В) камерали насосда қон, трубкани ўраб турган тўқималарнинг кучи остида унинг ичидан сиқиб чиқарилади. Клапанлар эса қонни ҳаракатланиш йўнали-шини белгилайди. Насоснинг бундай турига оёқлардаги вена томирлари тўғри келади. Бундай насослар типик (турга мос) бўлиб, ташқи босим ҳисобига ишлайди. Уларнинг деворлари нисбатан юпқа ва қонни орқага оқиб кетишига қаршилик қилувчи клапанларга эга бўлади. Мушаклар қисқарган пайтда улар венани сиқади ва қон клапанлар фаолияти туфайли, юракка томон ҳаракатланади. Ушбу механизм, тананинг пастки ёки орқа

қисмидаги тизимида қонни ушланиб қолишига ёрдам берувчи оғирлик кучига қарши қонни самарали ҳаракатланишига имкон беради.

Ёпиқ ёки очик қон-томир тизими фарқланади. Агар қон, юрак томонга ҳаракатланиши даврида қон-томир тизимидан ташқарига чиқмасдан қайтиб келса, яъни доимо ёпиқ ҳажм ичида бўлса, бундай қон айланиш тизими ёпиқ тизим деб аталади. Бундай тизим барча хордалилар (ланцетниклардан бошлаб) ҳамда бошоёқли моллюскаларда, игнатаналиларда ва халқасимон чувалчангларда мавжуд. Кўпчилик умуртқасизларда (масалан, бўғимоёқларда, кўпчилик қисқичбақасимонларда, моллюскаларда ва тубан хордалиларда) қон юракдан томирларга оқиб чиқади, лекин бу томирлар тугайди ва қон тўқима ва аъзолар ўртасида эркин оқади, кейинчалик эса, яна юракка қайтиб келади. Бундай қон айланиш тизимини очик тизим деб аталади. Ушбу икки турдаги тизимлар ўзига хос хусусиятларга эга бўлиб, уларнинг асосийлари 1-жадвалда келтирилган.

Мавжуд гипотезалар, умуртқасизларнинг лакунар циркуляциясига умуртқасизларнинг лимфатик тизими билан бир хил деб ҳисоблайдилар.

Қон томир тизими илк бор халқасимон чувалчангларда пайдо бўлган. Бу қон томири яхши ривожланган. Унинг муҳим қисмлари-иккита асосий томир, яъни орқа бел ва қорин томирлар бўлиб, тананинг барча соҳалари бўйлаб ўтган. қон, капиллярлар орқали барча аъзоларни қон билан таъминлайдиган халқали томирлар билан метамер равишда бирлашган. Орқа томир қисқарувчан деворларга эга ва уларнинг уриши қонни бош тарафга ҳаракатлантиради, халқасимон томирлар бўйлаб эса тана метамерларида қон айланишини таъминлайди. Тананинг олдинги қисмида қизилўнгачни ўраб турган халқасимон томирлар мустақил равишда уради ва шу туфайли уларни юрак деб аташади. Тананинг ҳаракатлари ҳам қон айланишига ёрдам беради.

Халқасимон чувалчанглардан фарқли ўлароқ моллюскаларнинг қон-томир тизими очик бўлади Қон нафақат хусусий эпителиал деворлари бўлган қон томирлари орқали айланади, балки синуслар ва лакунлар тизими орқали, яъни тўқималар ва аъзолар орасидаги бўшлиқлар бўйича ҳам айланади. Уларда майда томирлар ва капиллярлар бўлмайди.

Моллюскаларда илк бор мураккаб пропульсатор аъзо, яъни кўп камерали юрак пайдо бўлган. Бу аъзо бир-иккита юраколди ва юрак олди халтачадаги битта меъдачадан иборат. қориноёқли ва бошоёқли моллюскаларда қон айланиш тизими буйраклар билан боғланган бўлиб, бўйраклар қондан диссимиляция маҳсулотларини олади.

Бошоёқли моллюскаларда артерия, вена ва капилляр қон томирлари кучли ривожланган. Улар тери ва мушакларда бири иккинчисига қўшилиб туради. Уларнинг қон айланиш тизими деярли ёпиқ, лакун ва синуслари кам, ҳамда улар бошқа моллюскаларники каби унча катта эмас.

Барча бўғимоёқларнинг қон айланиш тизими берк бўлмайди. Бунда, қон бўшлиқдаги суюқлик билан аралашади ва бунинг оқибатида миксоцелда (аралаш бўшлиқда) гемолимфа айланади. Орқа қон томирларда пропульсаторли аъзо - юрак ривожланади. У, одатда, трубкасимон бўлиб, ёнида тешикчаларга (остияларга) эга ва улар орқали қон келиб тушади. Юракдан озроқ микдорда томирлар чиқади (улар бўлмаслиги ҳам мумкин), улар орқали қон тана бўшлиғига келиб тушади. қон томир тизимининг ривожланиш даражаси нафас олиш аъзоларининг ривожланишига ва тананинг катта-кичикликларига боғлиқ. қисқичбақасимонларда у анча ривожланган, айниқса, ўн оёқли қисқичбақаларда. Каналарда эса фақат пуфаксимон юрак мавжуд, бошқаларида эса шунақаси ҳам бўлмайди. Ҳашоратларда у жуда ҳам соддалашган бўлади ва юрак ҳамда қисқагина аортаси бор, аммо қон томирлари бўлмайди. Игнатанлиларда қон-томир тизими бўлмайди, улар майда лакунлардан иборат бўлиб, улар лакунар томирлар билан боғ-ланган. Уларда функционал жихатдан ҳашоратлар гемолим-фасига ўхшаш суюқлик айланади ва моддаларнинг ташишини таъминлайди.

Бош суяксизлардан бошлаб, барча хордали ҳайвонларда қон айланиш тизими берк тизим бўлиб, қон шахсий деворлари бўлган томирлар орқали ҳаракатланади. Бош суяксизларда юрак бўлмайди. қоннинг ҳаракатланиши қорин аортасининг ва жабра аорталари асосларининг уриши туфайли ҳосил қилинади. қон айланиш доираси битта ва у қорин, орқа аорталардан ва аъзоларнинг микроайланиш тизимидан иборат. Веноз қон аортаси орқали жабра артерияларига келиб тушади, кейин эса аэрацияланган қон орқа аорта бўйлаб томирлар ва барча аъзоларнинг капиллярларига тақсимланади.

Қобиғлиларнинг қон айланиш тизими ўзига хосдир. Юрак найча кўринишига эга бўлиб, унинг бир чеккасидан томирлар чиқиб,

катта ҳалқум деворида шахланади, иккинчи чеккасидан чиқувчи томирлар эса барча ички аъзоларга ва мантияга йўналган. Юрак бир неча дақиқа давомида кетма-кет бир томонлама, кейин эса иккинчи йўналишда қис-қаради. Шу тарзда, қон айланишини, новбат билан артерия ва веналар функциясини бажарувчи битта томирлар бўйлаб маятниксимон (тебранма) ҳаракатланиш билан алмаштирилган. қон ҳаракатланишининг бундай тури ҳалқум томирларининг жуда мураккаб тўри бўйлаб қон ҳаракатланиши қаршилигини камайтирса керак.

Барча умуртқалиларда, бош суякчилар ва бош суяк-сизларда ҳам, қон-томир тизими ёпиқ бўлади. қон, деворлари силлиқ мушак толаларга ва ички эндотелиал қобик-ларга эга бўлган қон-томир тизими бўйича айланади. Охиргисининг пайдо бўлиши ва томирларнинг қўшилиши бош суяксизларда бошланиши оқибатида организмда учта муҳитни, яъни ҳужайра ичидаги, ҳужайралараро ва томирлар ичидаги муҳитларни ҳосил бўлишига олиб келди. қон-томир тизимининг боғланиши, юқори мослашиш моҳиятига эга бўлган эволюцион ҳодисадир. Тананинг томирлари бўйлаб қоннинг оқшини таъминлайдиган махсус аъзо, яъни юракнинг ҳосил бўлиши ҳам муҳим эволюцион ютуқ ҳисобланади. У, қорин аортасини кенгайтириши ҳисобига ҳосил бўлган бўлса ҳам, деворлари юракнинг тарғил мушакларидан иборат. Ушбу аъзода муҳим ўзгаришлар содир бўлиб, улар унинг асосий функциясини кучайтиришига олиб келади. Юрак эволюцияси қон оқимини айирбошлаш механизмининг прог-рессив ривожланиши билан характерланади. қўшимча юраклар функциясини бажарувчи аъзолар бўлиб веноз қоринчалар ва артериал конуслар ҳисобланади. Уларнинг ривожланганлик даражаси турли синфга мансуб ҳайвонларда ҳар хил бўлади.

Балиқларнинг юраги икки камерали бўлади. Унга қон веноз синус орқали келиб тушади ва кейин эса, кетма-кет юраколди, меъдача, артериал конус (пластина жабрачилар) ёки артериал пиёзча (суякли балиқлар) орқали ўтиб, аорта орқали жабраларга қараб ҳаракатланади. Бу ерда қон оксигенацияга учрайди ва кейин эса тўқима ва аъзоларнинг периферик томирларига қараб ҳаракатланади. Шундай қилиб, балиқларнинг юраги фақат веноз қонни ҳайдайди. Юрак тўқималарининг ўзи оксигенланган қон билан таъминланадилар, ушбу қон жаб-радаги шохланган томирларнинг бири орқали келади.

Амфибияларнинг (сувда ва қуруқликда яшовчи) юраги уч камерали бўлиб, иккита юраколди ва битта меъдачадан иборат. Юраколди бўлмалари тўлиқ ажралган ва чап бўлмаси ўпкадан кислород билан тўйинган қонни олади. Ўпка артериялари терига қараб шохланган томирларга эга бўлиб, у ерда қонни қўшимча оксигенланиши содир бўлади. Ўнг юраколди бўлмасига катта қон айланиши доирасидан аралаш ёки веноз қон келади. Ушбу қонни кислород билан тўйинганлик даражаси тери нафас олишини жадаллигига боғлиқ. Амфибияларнинг нам терисида қоннинг тўлиқ оксигенланиши содир бўлади (масалан, сув остида қишки уйкуга кетган даврида). Меъдачага келиб тушадиган қоннинг иккита оқими деярли аралашмайди ва аорта пиёзчасининг кўндаланг спирал клапани орқали аорта тўри ёйларига чиқарилади. Кислородга бой бўлган қон катта доирага, веноз қон эса ўпкага йўналтирилади.

Тимсохлардан ташқари судралиб юрувчилар (рептили-ялар) уч камерали юракка эга бўлиб, унда юраколди бўлмалар тўлиқ ажралган, меъдача эса қисман ажралган. Меъдача орқали ўтадиган қон оқими амалда аралашмайди. Тимсоҳ юраги тўрт камерали бўлиб, юраколди бўлмалари ва меъдачалари тўлиқ ажралган. Лекин, уларда аортанинг иккита ёйи - чап ва ўнг ёйи мавжуд. Чап ёй ўнг меъдачадан чиқади. Ёйлар ўзаро тармоқлар ёрдамида боғланади. Тимсоҳ сув остига шўнғиганида ўпкада босим ортади ва ўпкага қоннинг келиб тушиши кескин чегараланади. қон аортанинг чап ёйига, яъни катта қон айланиш доирасига чиқарилади. қушлар ва сут эмизувчилар юрагининг барча камералари алоҳида ажралган бўлади. Ўнг меъдачадан ўпка устунни чиқади, чап меъдачадан эса аорта чиқади ва у, қушларда аортанинг ўнг ёйига ва судралиб юрувчиларда аортанинг чап ёйига ўхшашдир.

Сувда яшовчи пойкилотерим умуртқалиларда (балиқларда) фақат битта қон айланиш доираси мавжуд: икки камерали юракнинг меъдасидан қон жабраларга боради ва у ерда кислород билан . Кейин эса орқа артериянинг шохчалари орқали қон тананинг барча қисмлари бўйлаб тарқалади ва веналар бўйлаб юракнинг юраколди бўлмасига қайтиб келади.

қуруқликда ва сувда яшовчиларда ҳамда судралиб юрувчиларда қон айланишининг иккита доираси пайдо бўлади, бу ҳол икки хил нафас олувчи балиқларда намоён бўлган. Бу доиралар: кичик қон айланиш

(ўпка) ва катта қон айланиш доираларидир. Улар бир-биридан аниқ ажралмаган, чунки уч камерали юракда қон юраколди бўлмадан ягона (айрим ҳолларда тўсиқ билан қисман бўлинган) меъдачага келиб тушади. Кичик доира меъдачадан бошланади, ўпкани ўз ичига олади ва чап юраколди бўлмада тугайди. Катта доира меъдачадан бошланади, танани қон билан таъминлайди ва ўнг юраколди бўлмачада тугайди. Чап юраколди бўлмачага ўпка орқали келадиган артериал қон келиб тушади, ўнг юраколди бўлмачага - тананинг барча қисмларидан келадиган веноз қон ва (сув ва куруқликда яшовчиларда) тери капиллярларида ҳамда оғиз бўшлиғида оксидланган артериал қон аралашмаси келиб тушади. Юраколди бўлмачалари бир вақтда қисқаради ва қон меъдачага ўтади. Судралиб юрувчиларнинг меъдасидаги чала тўсиқ қоннинг аралашилишини камайтиради, лекин олдини олмайди. Меъдачадан чиқиш пайтида қоннинг таркибига кўра оқимини таҳсимлаш тўсиқларнинг жойлашилиши, аорта пиёзчасидаги клапан ва асосий артериал устунларни чиқиш жойи билан таъминланади. қон-томир тизимининг ушбу тури, сувда ва ерда яшовчи типик турли ҳайвонлар ўртасида бирдан иккинчисига ўтиш даври сифатида кўрилади.

қон ҳаракатланишининг йўналишига боғлиқ ҳолда барча томирлар 2 типга бўлинади: артериялар бўйлаб қон юракдан оқиб чиқади, веналар бўйлаб эса юракка қайтиб келади. Артерияларнинг энг майда шоҳланган томирчалари - капилляр тизимларни ҳосил қилади. Капиллярлар бирлашиб веналарни ҳосил қилади. Айрим ҳолларда, веналар ҳам капиллярларга ажралиши мумкин бўлиб, улар кейинчалик янгидан веналарга бирлашади ва бу ҳолда қайтар томирлар тизими (жигарнинг, бўйракларнинг, гипофизнинг ва бошқаларнинг қайтар томирлар тизими) ҳосил бўлади.

қушлар ва сут эмизувчиларда тўлиқ ажралган иккита қон айланиши доираси ҳосил бўлади. Бу ҳол, юракнинг тўрт камералилиги ва унинг ўнг веноз қисмини чап артериал қисмидан тўлиқ ажралганлигини кўрсатади. Юракдаги ўзгаришлар ҳамда унга кириб келувчи ва чиқиб кетувчи қон ўтказилуви туфайли қон-томирлар тизимининг периферик қисмини қайта қурилиши бошланади. Ушбу ҳайвонларда иккита ажралган қон айланиши доиралари фаолият кўрсатади: кичик доира ўпка артериясининг ўнг меъдасидан бошланиб, ўпка орқали ўтади ва чап юраколди бўлмачадаги ўпка веналари билан якунланади.

Катта қон айланиш доираси чап меъдачадан чикувчи аортдан бошланади, бош,тана, қўл-оёқлар артерияларини қон билан таъминловчи артерияларга шоҳланади ва ўнг юраколди бўлмачасига келиб тушувчи ковак веналар билан якунланади.

3- маъруза. ҚОН АЙЛАНИШ ДОИРАЛАРИ. ЮРАК АНАТОМИ- ЯСИ

Катта ва кичик қон айланиш тизимлари. Юракнинг кўкрак бўшлиғида жойлашиши. Юракни тизimini ва ташқи қобиғининг таърифи. Юрак катталиклари. Юрак бўлмалари: ўнг ва чап бўлмача, ўнг ва чап қоринча. Фиброз ҳалқалар. Юрак деворларининг тузилиши: эндокард, миокард, эпикард, перикард. Юрак артериялари ва веналари. Юрак мускулларини иннервациясини таъминловчи нервлар

Юрак юрак-томирлар тизимининг марказий аъзоси ҳисобланади. Юрак-мушак деворлари яхши ривожланган, конус шаклидаги қавак аъзо. Юксак ривожланган ҳайвонлар ва одам юраги тўрт бўлмадан ташкил топган. Юракнинг кенгайган қисми асоси, пастки қисми эса юрак чўққиси дейилади. Юрак кўкрак бўшлиғида тўш орқасида, иккала ўпка ўртасида, чап томонда қияроқ жойлашган.

Юрак мушаклари қонни шоотомирдан чиқадиган иккита тож томирлардан олади. Бу томирлар юрак мушакларида кичикроқ артерияларга, улар эса капиллярларга тармоқланади. Капиллярлар юракда беҳисоб аностомозлар ҳосил қилади. Қон тож томирларга, бошқа томирлардагига қарши ўлароқ, юрак ишининг диастола босқичида ўтади. Организм тинч турганда юрак мушаклари чап қоринча систолик ҳажмининг 5-10% қонини олади. Жисмоний иш пайтида бу миқдор кескин кўпаяди. Юрак мушакларига ўтадиган қоннинг 90% яқин қисми чап тож томирлар бўйлаб чап қоринча мушакларига оқади. Оқиб чиқадиган веноз қоннинг тахминан 75-90% яқин қисми ўнг бўлмага қуйилувчи коронар синусга ўтади. Бўлмалараро тўсиқ ва ўнг бўлма миокардидан келувчи веноз қоннинг асосий қисми Тебезий томирлари орқали ўнг қоринчага қуйилади. Юракнинг тож томирлари симпатик нерв ва адреналин тасирида кенгайиб адашган асаб, гистамин, ацетилхолин тасирида тораяди.

Одамда юрак асоси II қовурға сатҳида туради, чўққиси эса V қовурғалар орасида тўш чеккасида бир неча сантиметр масофада туради. Одам юрагининг катталиги тахминан унинг муштига тенг бўлади, оғирлиги эркакларда 300г, аёлларда эса 250г га тенг. Юрак ҳажми 250 дан 350 см³ гача бўлади. Юрак юзаси бўйлаб ўтган эгатларда юрак томирлари ётади: бўлмалар ва қоринчалараро

чегарада жойлашган тожсимон эгат, юрак асосидан чўққисига ўтадиган олдинги эгат ва орқа эгат шулар жумласига киради.

Юрак девори 3 қаватдан-ташқи, сероз-эпикард: ўрта мушак қават-миокард: ички-эндокарддан ташкил топган. Юрак ташқи томондан парда-перикард (юрак олдидаги халта) билан қопланган. Перикард бўшлиғи озроқ микдордаги сероз суюқлик билан тўлган.

Юрак ўнг ва чап ярим бўлимларга тўсиқ билан бўлинган. Иккала ярми ўз навбатида икки қисмга: ўнг бўлма, ўнг қоринча ва чап бўлма, чап қоринчага бўлинади. Юрак бирмунча ялпоқроқ конус шаклига эга. Унда тепа қисми, асоси, олдинги тепа ва пастки юза ҳамда ушбу юзларини ажратиб турувчи икки чекка қисмлар ўнг ва чап қисмлар фарқланади.

Думалоқлашган тепа қисми пастга, олдинга ва чапга қараган бўлиб, бешинчи қовурғалараро бўшлиққа ўрта линиядан чапга 8-9 см масофада туради. Тепа қисми тўлиқ чап меъдачадан ҳосил бўлади. Асос қисми тепага, орқага, ўнгга қараган бўлиб, у, юраколди бўлмачалардан, олдидан эса - шоотомир ва ўпка устунидан ҳосил бўлади. Юраколди бўлмачаларидан ҳосил бўлган тўртбурчакнинг тепадаги ўнг бурчагида тепа ковак венани, пастдаги ўнг бўрчагида эса пастки ковак венани кирадигани қисми жойлашган. Шу ернинг ўзида чапда иккита ўнг ўпка веналарини кириш жойи, асос қисмининг чап чеккасида-иккита чап ўпка веналарини кириш жойлари жойлашган.

Юракнинг пастки (дифрагмали) юзаси диафрагма, унинг пайли марказига ёндошган. Унинг усти бўйлаб кўндаланга орқа жўяк ўтади ва у, чап меъдачанинг юзасини (каттасини) ўнг меъдачанинг юзасидан (кичкинасидан) ажратади. Юракнинг орқа ва олдинги меъдачалараро жўяклари пастки охирлари билан бир-бири билан қўшилади ва юракнинг ўнг чеккаси бўйлаб юрак кесигини ўтишини ҳосил қилади. Юракнинг чеккалари бир хил бўлмаган: ўнг томони анча ўткир, чап томони анча думалоқлашган ва чап меъдача деворини қалинлигини катталиги оқибатида анча тўнтоқ конфигурацияга эга.

Юрак юқори тараққий этган иссиқ қонли ҳайвонларда мушаклардан тузилган ичи ковак яхлит орган бўлиб, тўртта камерадан: иккита юрак бўлмаси ва иккита қоринчадан ташкил топган. Томирлар бўйлаб қоннинг тухтовсиз ҳаракат қилиши юракнинг фаолияти ва томирларнинг хусусиятига боғлиқ. Юракнинг чап ва ўнг қисмлари туташ тўсиқ билан ажралган юрак бўлмалари билан қоринчалар, ўртасида табақали клапанлар билан таминланган атриовентрикуляр тешикчалар бор, чап атриовентрикуляр тешикчада

икки табақали, ўнг атриовентрикуляр тешикчада уч табақали клапанлар бўлади. Бу табақали клапанлар қоринча томонига очилади қоринчалар томонидан ушлаб турадиган пай ипчалар клапанларни юрак бўлмалари томонига очилишига йўл қўймайди. Чап қоринчадан шоотомир, ўнг қоринчадан ўпка артерияси бошланади. Бу томирларнинг қоринчалардан чиқиш жойида чўнтакчалар шаклини эслатадиган ярим ойсимон учта клапан жойлашган, бу клапанлар томирлар томонига очилади.

Ўнг юраколди бўлма куб шаклига эга. Унга орқа томони-нинг устки қисмида юқориги ковак вена, остки қисмида-пастки ковак вена кириб келади. Олди томонига юраколди бўлма давом этиб ковак ўсимта - ўнг қулоқчани ҳосил қилади. Чап ва ўнг қулоқчалар асосий шоотомирни ва ўпка устунини қуршаб олади. Юраколди бўлмалари ўртасидаги тўсиқ орқага ва ўнгга йўналган бўлиб, бунда ўнг юраколди бўлма ўнг ва олди қисмида, чапи эса-чап ва орқа қисмида жойлашган.

Ўнг юраколди бўлманинг ички юзаси силлиқ бўлади, қулоқчанинг юзаси бундан мустасно. Бу ерда тароксимон мушаклар жойлашганлиги туфайли қатор вертикал цилиндрсимон ҳосилаларни кўриш мумкин.

Ўнг юраколди бўлмани чапидан ажратиб турувчи тўсиқда овал шаклида ботик мавжуд. Ушбу ботик-ҳомила даврида мавжуд бўлган овал дераза ўрнини қолдиғидир. Ҳар $1/3$ ҳолатда, у бир умрга сақланиб қолади, бунинг оқибатида артерия ва вена қони даврий аралашиб туриши мумкин. Юқориги ва пастки ковак веналарнинг тешиклари оралиғида орқа деворда унча катта бўлмаган дўнглик сезилиб туради. У, ҳомилада қонни юқори ковак венадан ўнг меъдачага йўналтиради. Пастки ковак вена тешигининг пастки чеккасидан овал деразага қараб ўроқ шаклидаги бурма ўтади. Ушбу бурма ҳомилада катта аҳамиятга эга бўлиб, пастки ковак венадан қонни овал дераза орқали чап юраколди бўлмага йўналтиради. Ушбу тўсиқчадан пастроқда, ўнг юраколди бўлмага, юрак веналаридан қонни йиғувчи коронар синус келиб қўшилади. Унча катта бўлмаган веналар ўзлари юраколди бўлмага келиб қўшилади ва уларнинг кичкина тешиклари унинг деворларини юзаси бўйлаб тарқалган бўлади. Юраколди бўлманинг пастки бўлимда меъдачанинг тугалланиш жойи бўлиб, у ўнг юраколди бўлмачанинг бўшлиғига олиб боради.

Чап юраколди бўлма пастга тушувчи шоотомир ва қизилўнгачга орқа томондан ёндошади. Унга ҳар иккала томонидан иккитадан ўпка веналари келиб қўшилади. Чап кулоқча, аорта устунни ва ўпка устунининг чап тамонидан айланиб ўтиб олдинга қараб туртиб чиқади. Кулоқчада тароксимон мушаклар мавжуд. Чап юраколди бўлманинг олдидан пастроқ бўлмида меъдача тешиги жойлашган бўлиб, у, чап меъдача бўшлиғига олиб боради.

Ўнг меъдача учбурчаксимон пирамида шаклига эга бўлиб, унинг асоси юқорига қараган. Чап юқори бурчакда, ўнг меъдачадан ўпка устунни чиқади. Меъдача бўшлиғи иккита бўлимга ажралади: биттаси аттиовентрикуляр тешикка яқин бўлса, иккинчиси-олдинги юқорида жойлашгани ўпка устунни тешигига яқин. Атриовентрикуляр тешик уч табақали клапан билан тўсилган. Унинг табақалари жойлашган жойига қараб олдинги, кетинги ва тўсиқ табақалар деб белгиланади. Табақалар бўш чеккалари билан меъдачанинг бўшлиғига қараб туради. Уларга эндокардидан пайдо бўлади. Ўпка устунининг бошланиш соҳасида девор силлиқ бўлиб, бошқа қисмларида ичкарига қараб сергўшт трабекулалар бўртиб туради.

Физиологик шароитларда юракда қон ҳаракати фақат бир йўналишда - бўлмалардан қоринчаларга ва қоринчалардан артериал тизим томон йўналган бўлади. Бу ҳодиса уч ва икки тавақали клапанлар, ярим ойсимон клапанлар борлигига боғлиқ. Юракдаги икки ва уч тавақали клапанлар қоринчалар систоласи вақтида қоннинг қоринчалардан бўлмаларга қайтиб келишига тўсқинлик қилади. Қоринчалар диастоласи вақтида бу клапанлар очик бўлади, чунки бу вақтда қоринчалардаги босим бўлмалардагига қараганда кам бўлади.

Ўпка артерияси ва аортанинг ярим ойсимон клапанлари умумий юрак паузаси вақтида қоннинг аорта ва ўпка артериясидан қоринчаларга қайтиб келишига тўсқинлик қилади. Қоринчалар систоласи вақтида ярим ойсимон клапанлар очилади ва қоринчалар диастоласи вақтида ёпилади.

Ўнг бўлма ва ўнг қоринча орасида уч табақали (атриовентрикуляр) клапан жойлашган. Чап бўлма ва чап қоринча орасида икки табақали (митрал) клапан бўлади. Бу клапанлар юракнинг сўргичсимон мушакларига пай иплари (юрак торлари) орқали маҳкамланган. Бу мушаклар юрак мушагининг гўё ўсимталари ҳисобланади. Уч ва икки табақали клапанлардан ташқари юракда ярим ойсимон клапанлар бўлади. Улар чўнтаксимон шаклга

эга бўлиб юракнинг ўнг қоринчадаги ўпка артерияси оғзида ва чап қоринчасидаги аорта оғзида жойлашган.

Қон веналардан бўлмаларга ва бўлмалардан қоринчаларга тушади. қоринчалар қисқарганда қон улардан ўпка артерияси ва аортага (бироқ тескари эмас) ўтади.

Шундай қилиб, клапанлар қориннинг бир томонлама йўналишини таъминлайди.

Ўнг бўлма устида юракнинг ўнг қулоқчаси жойлашган. Ўнг бўлма бўшлиғига юқори ва пастки кавак веналар қуйилади. Вена қони ўнг бўлмадан уч тавақали клапан орқали ўнг қоринчага тушади.

Қон ўнг бўлмадан қоринчага тушаётганда уч тавақали клапан тавақалари пастга тушади ва қоринча деворларига тақалиб туради. Ўнг қоринча бўшлиғидан вена қони ўпка артерияси оғзида жойлашган ярим ойсимон клапан орқали ўпкага ўтади. Ўпкада вена қони кислородга тўйинади ва 4та ўпка веналари орқали артериал қон чап бўлмага қуйилади. Чап қоринча устида юракнинг чап қулоқчаси бўлади.

Шундай қилиб, юракнинг ўнг қисмидан бутун вена қони ўтади.

Қон чап бўлмадан чап қоринчага икки тавақали клапан орқали ўтади. Чап қоринча девори ўнг қоринча деворидан 2-3 марта қалин. Сабаби, бу жойда жуда катта босим вужудга келади ва шу босим туфайли қон чап қоринчадан шоотомирнинг ярим ойсимон клапанлари орқали организмнинг ҳамма тўқималарига ва аъзоларига етиб боради, ҳамда юқори ва пастки кавак веналар орқали ўнг бўлмага яна қайтади.

Шундай қилиб, юракнинг чап қисми орқали ҳамма артериал қон ўтади

4-маъруза. ЮРАК МУШАКЛАРНИНГ ХОССАЛАРИ

Юрак мушакларнинг тузилиши. Юрак мушакларининг қўзғалувчанлиги. Тинчлик патенциали ва уни кардиомиоцитларда шаклланиши. Ҳаракат патенциали ва унинг фазалари. Ҳаракат патенциалини турли фазаларида кардиомиоцитлар қўзғалувчанлигининг ўзгариши. Кардиомио цитлар қўзғалишида қон динамикаси. Юракнинг турли қисмла рида ҳаракат патенциалини ўзига хос хусусиятлари.

Умуртқалилар юрагининг мушак толалари (хужайралари) кўндаланг-тарғил чизилмаларга эга бўлган бир-биридан изоляция қилинган толаларга эга бўлиши скелет мушаклари толалари билан

бир-биридан фарқ қилади, юракда мушак толалари бириккан бўлади. Турли умуртқалилар юрагининг тузилишида ўхшашлик ва фарқлар ҳам мавжуд. Электрон микроскоп остида кузатилганида, мушак толалари бир-бири билан қуйма дисклар ёрдамида боғланган ҳолда ётгандек кўринади. Улар орасида узлуксиз цитоплазматик ёки мембранали боғлар йўқ. Қуйма дискларнинг маълум қисмида мушак толаларга қаршилик кўрсатувчи зич жойлашган плазматик мембрана (нексуслар) жойлашган.

Нексуслар мембраналари орасидаги масофа 15-20 ангстрем. Нексуслар мембранаси ҳар икки томондан бир хилда юқори микдордаги калий ва кам микдорда калций сақловчи идентик эритмалар билан ювилади. Бу нексуслар жойлашган жойлардаги мембрананинг бошқа қисмларидагига қараганда анча паст электр қаршилигини таъминлайди. Жуда кўплаб энзимлар айнан қуйма дискларда ёки уларга яқин бўлган жойларда бўлади. Бир мушак толасидан бошқасига қўзғалиш электрик ёки кимёвий йўл билан нексуслар орқали берилади.

Юракда гликогенга бой бўлган Пуркине толаларидан ташкил топган атипик мушак тўқимаси ҳам мавжуд бўлиб асаб ҳужайралари ва уларнинг ўсимталаридан ташкил топган қўзғалишни ўтказувчи тизимни ҳосил қилади. Бу тизимга, марказга интилувчи асаб импульслари тушиб ушбу организмни яшаш шароитига мос ҳолда унинг фаолиятини бошқаради. Бу тизим юқориги ковак веналарнинг қуйилиш жойидаги синусоатриал ёки Кейт-Флек тугуни бор жойда жойлашган. Шу жойдан бу тизим иккита шох билан тармоқланиб бири пастки ковак веналарни қуйилиш жойига, бошқаси эса ўнг бўлмача деворлари бўйлаб йўналган бўлиб, атриовентрикулярли чегаранинг юқорисида атипик мушак тўқималари ва нерв ҳужайраларни йиғилиши жойида тамом бўлади.

Юрак мушаклари ҳам скелет мушаклари сингари, қўзғалувчанлик хусусиятига эга. Юракка таъсирот берилганда у қўзғалиш тариқасида мушаклар бўйлаб тарқалади ва уларнинг қисқаришига сабаб бўлади. Юрак мушаклари скелет мушакига қараганда қўзғалишни секинроқ ўтказади. Скелет мушаклари, турли даражада қўзғалувчанликка эга бўлган толалардан ташкил топган. Унга таъсир қилаётган куч ошиши билан қисқариш даражаси ҳам маълум чегарада ошиб бораверади, юрак мушакларининг қўзғалиб қисқариши унга таъсир қилаётган сунъий кучнинг микдорига боғлиқ эмас. Кучсиз қўзғалиш поғонасидан паст бўлган таъсирот юрак

мушаклари қўзғалиш билан жавоб бермайди. Таъсир қилаётган куч юрак мушакларининг қўзғалиш поғонасига тенг бўлганда юрак мушаклари бор имконият билан, бошдан-оёқ, ялписига бир хил қисқариш билан жавоб беради. Кейинчалик таъсирот кучини ошириш юрак мушакларини қўзғалиш даражасини, демак қисқариш кучини ҳам оширмайди. Юрак мушакларининг қисқариши скелет мушакларининг қисқаришига қараганда узокроқ давом этади. Юрак мушаклари қўзғалган ҳолда қисқармаслиги, яъни қўзғалиши билан қисқариш ўртасидаги алоқа узилиши ҳам мумкин. Масалан: танадан ажратиб олинган юрак солинган эритма ичида таркибида калций тузи йўқ. Рингер эритмаси узок вақт давомида оқизиб қўйилса, бу вақтда қўзғалиш тўлкини ритм билан пайдо бўлиб туради, аммо юрак мушаклари қисқармайди. Демак, калций ионлари юрак мушакларининг қўзғалиши учун эмас, балки қисқариши учун зарур.

Юракнинг асосий вазифаси мунтазам қайтарилиб турадиган қисқариш цикллари ва бўшашишлар кўринишидаги механик ишни бажариш ҳисобланади. Ишчи мио-карднинг тарғил мушаклари қўзғалувчан тўқималарга ман-субдир. Юракнинг ритмик қисқаришлари унинг ўзида юзага келадиган импульслар таъсири остида пайдо бўлади. Агар, ажратиб олинган юракни ўзига мос келадиган шароитларда сақланса, у, маълум бир частота билан қисқаришни давом эттираверади. Ушбу хусусиятни автоматизм дейилади. Ритмик импульслар юракнинг ўтказувчи тизимини ихтисос-лашган хужайралари томонидан электр потенциаллар кўринишида генерацияланади (узатилади). Улар миокард толаларига ўтказилади ва уларнинг қисқарувчанлик фаолиятини ишга туширади.

Миокард хужайраларини электрофизиологик ҳодиса-ларини тавсифлашда қуйидаги: қўзғалувчанлик, қўзғалиш, қисқариш, рефрактерлик, ўтказиш атамалари ишлатилади. Улар юрак мушагининг хусусиятлари сифатида кўрилади. қўзғалув-чанлик атамаси остида юрак мушагининг қўзғатувчилар таъсирини қабул қилиш ва уларга нисбатан қўзғалиш реакцияси билан жавоб бериш қобилияти тушинилади. Юрак мушаги электр, механик, кимий ва термик қўзғатувчилар таъсирида қўзғалишга қодир.

қўзғалувчанликнинг ўлчови қўзғалиш бўсағаси ҳисобланади, агар қўзғатувчиларнинг таъсир кучи бўсағадан паст бўлса, унда қўзғалиш пайдо бўлмайди. Америкалик физиолог Г.П.Будич 1871 йилда, асаб ва мушак тўқималари учун таъсир қилувчи

қўзғатувчининг кучи билан жавоб реакциясининг катталиги ўртасида боғлиқлик мавжудлигини эмпирик равишда аниқлаган. Буни у, «Бор ёки йўқ» қонидаси кўринишида ифодалаб, унда «йўқ» деганда бўсағаости кучининг қўзғатишларига реакциянинг бўлмаслиги тушинилади. Бўсаға, бўсағаости аҳамиятига эга рағбатлар ёки бўсағаости таъсирларнинг суммацияси максимал кучга эга қўзғалишни «бор»ни пайдо бўлиши кўринишидаги жавоб учун шароит яратадилар. Бу ҳол, миокард тузилишининг алоҳида хусусиятлари билан тушунтирилади, бунда кардиомицитлар массаси функционал бирликни ҳосил қилади ва бу, юрак томо-нидан насос функциясини бажариши учун жуда муҳимдир. Юраколди бўлманинг ёки меъдачанинг ҳар қандай нуқта-сини электрли қўзғатилиши, юракнинг ушбу бўлимларини барча мушак ҳужайраларини электрли ва қисқариш реакцияларини чақиради. Лекин, автоматик равишда қисқар-майдиган юраколди бўлмалар ёки меъдачаларнинг изоляция қилинган бўлакларини қўзғатиш пайтида «Бор ёки йўқ» қонидаси кузатилмайди. Г.П.Боудич турли кучга эга бўлган қўзғатувчилардан фойдаланган, яъни бўсаға кучидан то максимал кучга эга бўлганлардан ва қўзғатувчилар кучини катталашиши билан қисқаришларининг кучайишини кузатган. Бу ҳодиса Боудич зинапояси номини олган ва у ифодалаган қонунни шартли эканлигини исботлашга хизмат қилиши мумкин. Бу қонунни ҳозирги даврда қоида деб аташ қабул қилинган. Ундан ташқари, турли лабораторияларда ўтказилган қўшимча тадқиқотлар шуни кўрсатдики, қўзғалувчанлик ва максимал жавобнинг катталиги мушакнинг функционал ҳолатига, ҳарорат ва бошқа омилларга боғлиқ ҳолда ўзгариши мумкин.

қўзғалиш атамаси, қўзғатувчининг таъсирига жавобан тирик ҳужайрада содир бўладиган жараёнларни ифодалаш пайтида ишлатилади. қўзғалиш - ҳужайранинг реакцияси бўлиб, у, физикавий-кимиёвий ва функционал ўзгаришлар мажмуасидан иборат. қўзғалиш вақтида, ҳужайра нисбатан тинч ҳолатдан, унга хос бўлган фаолият кўрсатиш ҳолатига ўтади. Унинг фаолияти пайтида юракнинг миокардида қўзғалган ва қўзғалмаган толалар орасида потенциалларнинг фарқланиши пайдо бўлади. Юрак ҳужайраларининг электрофизиологик хусусиятларини тушунишда ҳужайра ичидаги потенциал ажратишни микроэлектродли усулдан фойдаланиш катта аҳамиятга эга бўлди. Ҳужайра мембраналари зарядининг катталиги, уларни турли шаклларга ўтишига боғ-

ликлигини ўрганиш америкалик физиологлар Ходжкин А. Л. ва Хаксли А.Ф.ларга 1963 йили, кальмарнинг асаб толаларида ҳаракат потенциалини пайдо бўлишини ионли механизмини тушинтириб бериш имконини берди. Охирги йилларда, миокард хужайрасининг хусусиятларини электрофизиологик тадқиқот қилиш кўп сонли назарий ва амалий изланишларда намоён бўлди. Бу, кўпроқ Ходжкин ва Хакслининг кўзга-лишни ионли назариясини модификацияси ҳисобланади. Изотоп ва кучланишни белгилаш усуллари қўллаш ҳам миокарднинг турли ҳосилаларининг толаларида тинчлик ва ҳаракат потенциалларининг ионли табиатини реал кўрсатиш имконини берди.

Нормал шароитда ишчи миокард хужайралари диастолани ўтиши даврида мембранани стабил потенциалини қўллаб туради. Улардан фарқли ўлароқ, ўтказувчи тизим миоцитлари диастола даврида секин ўсиб борувчи деполяризацияни билдиради.

Мембрананинг тинчлик потенциалини (ТП) ва ҳаракат потенциалини (ХП) фарқлашни микоелектродли техникасини қўллаш қуйидагиларни аниқлаш имконини берди. Кардиомицитларнинг хужайра мембранасини деполяризацияси пайтида ионли тоқларни ўлчаш, ўзаро мембрана орқали кириш вақти бўйича фарқ қилувчи икки-та ток мавжудлигини кўрсатди. Бошланиш пайтида пайдо бўладиган ток, тез кирадиган ток номини олган. Ушбу фазанинг охирида пайдо бўладиган ва вақти бўйича ҳаракат потенциали платоси фазаси билан тўғри келувчи ток суст кировчи ток номини олган: тез кировчи ток юрак хужайраларида натрий ионлари орқали ўтказилади ва ҳаракат потенциали даражасидан (-90. . -80 мВ) то 0 мВ гача потенциалнинг реверсиясига олиб келади. Суст фаза вақтида, у, 0 мВ дан то қ20 мВ гача ўзгаради.

Бошланғич тезкор натрийли токка кальций ионлари таъсир қилади. Хужайра ташқарисидаги кальций концен-трациясини ортиши тезкор натрийли ток тезлигини ошишига олиб келади. Агар, хужайра ташқарисидаги муҳитда кальций бўлмаса, суст ток ҳам пайдо бўлмайди. Бу ҳол, кальций ионлари суст кировчи ток зарядларини асосий ташувчилари ҳисобланади. Кальцийли каналлар орқали суст натрийли тоқлар ҳам келиб тушади. Тез деполяризация фазаси ва ҳаракат потенциали платоси вақтида натрий ва кальций ионларини хужайра ичига кириб келишини кучайиши кузатилади. кўзғалиш вақтида мембрананинг ўзидан ҳам кальцийнинг ажралиб чиқиши содир бўлади.

Натрий ва кальций ионлари мембрананинг ички юза-сида тўпланади. Бунда натрий ионларнинг миқдори, уни хужайрадан ташқарига чиқариб ташловчи насос фаолиятининг тезлиги билан аниқланади. Хужайрада эркин кальцийнинг миқдори кальцийли насос томонидан бошқарилади. Плато шакли, асосан кальцийнинг суст кирувчи токи билан аниқланади. У ўчирилган пайтда (масалан, магний ионлари томонидан) плато йўқолади, яъни ҳаракат потенциалининг кўтарилувчи фазасидан кейин, шу заҳотиёқ, тикланиш фазаси (реполяризация) бошланади. Бу миокардда, кальцийнинг суст кирувчи токи платони мусбат потенциал даражасида ушлаб туради, уни инактивацияси жараёни платони тугашига олиб келади. Якуний реполяризация тезлиги калийли ток билан аниқланади.

Шу тарзда, тез деполяризация фазаси натрий ионларини хужайра ичига ҳаракатланиши (тез кирувчи натрийли ток) билан ҳосил қилинади. Тез деполяризация фазасини якуний қисмини шакллантиришда кальций ионлари (тез кирувчи натрий-кальцийли ток) катта аҳамиятга эга. Плато фазаси кальций ионларини хужайра ичига ҳаракатланиши билан ҳосил қилинади.

Натрий-кальцийли каналларни деполяризацияловчи рағбат билан фаоллаштириш, параллел равишда калийли каналларни қисман инактивацияси билан бирга ўтади. Уларнинг кейинчалик яна фаоллашуви суст содир бўлади, натрий-калийли каналларнинг суст инактивацияси туфайли, фаоллашув ўнлаб (юзлаб) миллисекундга ушланиб қолади. Фақат уларнинг инактивацияси пайтидагина калийли каналларнинг оммавий очилиши ва мембрана потенциалини мембрана потенциалини тикланиши содир бўлади. Натрийли каналларнинг фаоллашув бўсағаси тахминан 60 мВ га тенг кальцийли каналларники 40 мВ атрофида бўлади. Мембрана потенциали катталиги 40 мВ бўлган пайтда тезкор натрийли каналлар инактивацияга учрайди. Миокард хужайралари ҳаракат потенциалининг бундай ташкиллашуви, уларни нисбатан узок қисқаришини таъминлайди, бу эса миокард тамонидан насос вазифасини бажариши учун зарурдир.

Ишчи миокард кардиомицитлари ҳаракат потенция-лининг параметрлари қуйидагича: тез деполяризациянинг ортиб бориш тезлиги 100-300 мс, ҳаракат потенциали амплитудасининг катталиги - 100-200 мВ, жумладан овершутники 20-30 мВ, ҳаракат потенциалининг муддати 200-300 мс, юраколди бўлмаларда эса –100-300 мс.

Кардиомицитларнинг тинч даврида (диастолик давр) уларнинг мембраналарини калий ионлари учун ўтказувчанлиги бошқа ионларга

нисбатан анча катта ва мембрана потенциалининг шаклланиши, асосан хужайралардан пассив чикувчи калий ионлари токи билан аниқланади. Мембрана потенциалининг шаклланишида қатнашувчи бошқа ток, $\text{Na}^{\text{K}}\text{-K}^{\text{K}}$ -насос томонидан ҳосил қилинувчи фаол ток ҳисобланади. Ушбу насосни ишлаши пайтида ионларни ноэквивалент (электроген) алмашинуви содир бўлади: хужайрага киритилган калийнинг иккита ионини ҳар бирига натрий ионининг учтаси чиқарилади. Натижада, хужайралардан мусбат зарядларни чиқиши содир бўлади ва у, 90 мВ атрофидаги хужайра ичидаги манфий зарядни кўпайтиради.

Ионли $\text{Na}^{\text{K}}\text{-K}^{\text{K}}$ - ва $\text{Ca}^{2\text{K}}$ -насосларнинг ишлаши мембрана ферментлари (АТФ азалар) билан ҳамжихат бўлиб, улар АТФ гидролизини тезлаштиради ва унинг энергияси ионларни олиб ўтишга сарфланади. Ионли насосларнинг фаолияти натижасида, мембрананинг плазматик томонлари бўйлаб ионлар концентрацияси градиенти барпо қилинади ва ушлаб турилади: ташқарида натрий ва калий ионларининг, ичкарида эса-калий ионларининг концентрацияси анча юқори бўлади. $\text{Na}^{\text{K}}\text{-K}^{\text{K}}$ -АТФ азанинг фаоллиги ва насос токининг катталиги олиб ўтиладиган ионлар концентрацияси билан бошқарилади. У, калий ионларини хужайрадан ташқаридаги концентрациясини ва натрий ионларини хужайра ичидаги концентрациясини ортиши пайтида катталашади.

Скелет мушаклари учун тетаник қисқариш хос бўлса, юрак мушаклари учун бундай қисқариш хос эмас. Бошқача айтганда ҳайвонтик турган пайтда оёқ мушаклари тетаник қисқарган ҳолатда бўлади ва анчагача шундай тураверади, Юрак таъсиротга жавоб бермаслик хусусияти рефрактерлик дейилади. Рефрактерлик ўз вақтида Введенский ва Ухтомскийлар томонидан ўрганилган. Уларнинг таълимотига кўра юрак мушаклари систола пайтида ҳам қўзғалувчанлигини сақлайди. Юрак мушакларининг бу вақтда таъсиротга жавоб бермаслигига сабаб, табиатан бир-бирига яқин бўлган иккита мушаклари эса, бир қисқарганидан кейин албатта бўшашиши керак. Агар бир юрак мушакларига систола вақтида қўзғалиш чақирувчи қўшимча таъсирот берилса, юрак мушаклари бу таъсиротга қўзғалиб, қисқариш билан жавоб бермайди. Юрак мушаклари ёки бошқа бирор қўзғалувчан тўқиманинг таъсирот ўртасидаги ўзаро тўқнашиш натижасидир. (Кисс-Флек тугунидан келаётган импульс билан берилаётган таъсир ўртасида). Рефрактерлик скелет мушаклари учун ҳам хос, аммо бу мушакларнинг

рефрактерлик даврида қисқа бўлиб, секунднинг мингдан бир бўлакчаларича давом этади ва одатда навбатдаги таъсирот етиб боргунча тугайди. Юрак мушакларининг рефрактерлик босқичи секунднинг ўндан бир бўлаклари билан ўлчанади. Юрак мушакларида рефрактерликнинг нисбатан узок давом этиши юрак фаолияти учун катта аҳамиятга эга. Агар юрак мушаклари турли қўшимча таъсиротларга ҳам қисқаришлар билан жавоб берганда эди, систолалар одатдагидан узок давом этиб, юрак фаолияти бузилган бўлур эди. Юрак мушакларининг қўшимча таъсиротга умуман жавоб бермайдиган босқичи мутлоқ рефрактерлик босқичи дейилади. Бу босқич юрак фаолиятининг систола даврига тўғри келади.

5 маъруза. ЮРАГИНИНГ ЎТКАЗУВЧИ ТИЗИМИ

Ўтказувчанлик. Миокард орасидаги дисklarнинг тузилиши. Юрак мушагида электромадойннинг пайдр бҳлиши ва электрокаддиогрaмманинг келиб чиқиши. Ўтказувчи тизимининг турли бўлимларда қўзғалишни ўтишининг хоссалари.

Юракнинг ўтказувчи тизими миокарднинг эмбрионал хужайралари қолдиқлари кўринишида бўлади. Унда, автоматик равишда маълум бир ритмда қўзғалиш импульслари ишлаб чиқилиб, улар кейинчалик қисқарувчан миокардга ўтказилади.

Юракнинг ўтказувчи тизими синоаурикуляр (СА) ёки синусли-юраколди бўлмали тугун билан, атривентрикуляр (АВ) ёки юраколди бўлмали-меъдачали тугун ва Гис-Пуркине тизими билан намоён бўлган. Охиргиси Гис боғламини, унинг оёқчаларини, тармоқларини ва охирги шохланишларини бирлаштиради. Синоаурикуляр тугун - бу узунлиги 10-20 мм, кенглиги 3-5 мм ли боғлам бўлиб, ўнг юраколди бўлманинг юқори қисмида ковак веналар тугайдиган жойда жойлашган. Синоаурикуляр тугунда икки хил хужайралар мавжуд: Р-хужайралар-пейсмерли (ингл. pacemaker-темпни кўтарувчи, берувчи), улар автоматик импульсларни шакллантиради; Т-хужайралар-ўтказувчи ёки оралик хужайралар ҳисобланади.

Импульснинг шаклланиши Р-хужайралар ҳосил қилган синусли боғламда содир бўлади. Улар, унча кўп бўлмаган миқдордаги миофибриллалари бўлган, тартибсиз жойлашган ва унча катта бўлмаган (8-10 мкм) кўп бурчакли хужайралардир. Уларда анизотроп ва изотроп дисklar аниқ фарқланмайди, митохондриялари кўп сонли эмас саркоплазматик рейтикулими кучсиз ривожланган Т-тизими бўлмайди.

Ушбу хужайраларнинг цитоплазмасида эркин кальций микдорини кўплиги уларни импульсларни генерация қилиш қобилятини қисқартишини белгилайди. Зарур энергияни келиши гликолиз жараёнлари билан таъминланади. Хужайралар оралиғида нексуслар ва десмосомалар мавжуд. Тугунинг перифериялари бўйлаб Т-хужайралар жойлашади. Синоаурикуляр тугундан чиқади-ган импульслар Т-хужай-ралардан иборат ихтисослашган толалар бўйлаб юраколди бўлмага ва атриовентрикуляр тугунга қараб қисқартирувчан миокард бўйлаб ўтишга нисбатан тезроқ тарқалади. Олдинги ўрта ва кейинги тугунлараро йўллар мавжуд.

Олдинги йўл синоаурикуляр тугундан чиқиб юқориги ковак веннадан буралиб ўтади ва иккита тармоқни ҳосил қилади: биттаси чап юраколди бўлмага боради ва Бахман боғлами дейилади, иккинчиси атриовентрикуляр тугунни юқориги қисмига етиб боради. Ўрта йўл Венкенбах боғлами, кейинги йўл-Торел боғлами сифатида белгиланган.

Атриовентрикуляр тугун юраколди бўлмалар орасидаги тўсиқдан ўнгда учтабақали клапан мустаҳкамланган жойнинг устида жойлашган. Унинг узунлиги 5-6 мм эни 2-3 мм гача етади. Атриовентрикуляр тугун таркибида Р-ҳамда Т-хужайралар ҳам мавжуд. Лекин унда синоаурикуляр тугундагига нисбатан Р-хужайралар камроқ.

Оралиқ хужайралар ингичка, узунчоқ бўлади. Улардаги миофибриллалар анча ривожланган ва айрим хужайраларида Т-тизими мавжуд. Ушбу хужайралар оралиқ дисклар ва оддий контактлар ёрдамида боғланади. Оралиқ хужай-раларнинг функционал моҳияти кўзғалишни Р-хужайра тугунларидан Гис боғламлари хужайраларига ва ишчи миокардга ўтказишдан иборат. Боғловчи хужайралари юраколди бўлмали-меъдачали устун ва боғлам оёқчаларини (Пуркинье толаларини) ҳосил қилади.

Боғловчи хужайралари устунда ва турмоқланган оёқчаларда унча катта бўлмаган боғламларда жойлашади. Устун, ўнг юраколди бўлма ва ўнг меъдача ўртасидаги фиброз ҳалқа орқали ўтади ва меъдачалараро тўсиққа киради. Гис боғламининг кенглиги 2 мм ва узунлиги 8-18 мм бўлади, бу ҳол, меъдачалараро тўсиқнинг пардали қисмининг катталикларига боғлиқдир. Унинг оёқчалари эндокард остида ҳамда чап ва ўнг меъдачалар миокарди қатламида тормоқланади, сўрғичли мушакларга кириб боради. Бу ҳол, миокарднинг қисқариши бошланишидан олдин сўрғичли мушаклар томонидан клапанлар табақаларини тортилишини белгилайди.

Оёқчалар ва уларнинг тармоқлари таркибидаги ҳар бир толанинг узунлиги меъдачаларнинг қисқарувчан миокарди толаларининг узунлигига тенгдир. Хужайралар битта, айрим ҳолларда иккита ва ундан кўп ядрога эга. Ядролар хужайранинг марказида миофибриллалар оралиғида жойлашган. Хужайра таркибида цитоплазма ва миофибриллалар мавжуд. Ҳар бир миофибрилла кўп сонли элементар қисқарувчи бирликлардан иборат. Ўнг меъдачада оёқча битта тармоқни, чапида эса иккита - олдинги ва кетинги тармоқни ҳосил қилади. Олдинги тармоқ меъдачалараро тўсиқнинг олдинги бўлимларида ва чап меъдачанинг олдинги-ён деворида шоҳланади. Кетинги тармоқ меъдачалараро тўсиқнинг ўрта қисмига, чап меъдачанинг орқа-юқори ва пастки бўлимларига боради. Чап оёқчанинг тармоқлари оралиғида турли анастомозлар бор, улардан ўтадиган импульс (блокада пайтида), 0,01-0,02 сек вақт ичида ушбу блокадага учраган соҳага ўтади. Гис боғламлари оёқчалари Пуркинье толалари-нинг қалин тўрига аста-секин ўтади. Бу ерда Пуркинье толаларининг ва ундан ташқари, меъдачаларининг барча миокардларидан то эпикардигача етиб боради.

Юракда қўзғалишни пайдо бўлишида синусли тугун етакчи рол ўйнайди. Ушбу тугунда, Р-хужайралар зарядида ўзгаришлар спонтан равишда содир бўлади ва кейин эса импульслар миокардга тарқалади. Ушбу хужайраларнинг ритмик фаоллигининг частотаси бир дақиқада 60-80 импульсни ташкил қилади. Атриовентрикуляр бирикманинг хусусий фаоллиги дақиқада 40-60 импульс частотада, Гис боғлами-Пуркине толалари тизимида эса 2-40 импульс частотада намоён бўлади. Нормда, синоаурикуляр-тугун импульслар частотасининг кўплиги туфайли пастроқда жойлашган тугунларнинг Р-хужайраларини фаоллиги бостирилади. Шунинг учун, синоаурикуляр-тугун хужайралари ритмни ҳақиқий бошловчиси, қолганларини эса латентли ёки потенциалли деб айтилади. Уларнинг автоматияси синоаурикуляр-тугундан қўзғалишларни келиши тўхтаган пайтда кўринади.

Ўтказувчи тизимда электрофизиологик тавсифлари бўйича сустр жавобли (синоаурикуляр-тугун ва атриовентрикуляр-тугун) ва фаол жавобли (Гис-Пуркине тизими) хужайралар фарқланади. Сустр жавобли хужайралар учун мембрана потенциали синоаурикуляр-тугунда – 60...-50 мВ ни, атриовентрикуляр-тугунда –70...-60 мВ ни ташкил қилади. Уларда ҳаракат потенциалининг амплитудаси ҳам мос ра-

вишда паст 60-70 мВ ва 70-80 мВ, тез деполяризация бўлиш тезлиги ҳам паст (1-10 В/с ва 5-20 В/с) бўлади. Синоаурикуляр ва атриовентрикуляр-тугунларда ҳаракат потенциалининг давом этиши 100-300 мс.ни ташкил қилади.

Фаол жавобли ҳужайраларда ҳаракат потенциали амплитудасининг параметрлари ишчи миокард ҳужайраларникига ўхшаш. Лекин, ушбу ҳужайраларда ҳаракат по-тенциални сақланиш муддати анча узоқроқ бўлади, 300-500 мс.) Тез деполяризация бўлиш тезлиги ҳам юқориқ-500-1000 В/с (деярли беш марта).

Плазматик мембрананинг мембрана потенциали деполяризация пайтида 4 мВ гача етганда, суст потенциалга боғлиқ $\text{Ca}^{2\kappa}$ каналларининг ўтказувчанлиги ортади. Бу каналлар орқали, ҳужайра ташқарисидаги муҳитдан ҳужайранинг ичига унча кўп сонли бўлмаган триггерли (ишга тушириб юборадиган) $\text{Ca}^{2\kappa}$ ионлари кириб келади ва улар $\text{Ca}^{2\kappa}$ ни тўпловчи эндоплазматик тўр мембраналарининг ўтказувчан-лигини оширади. Бунда, узунчоқ найчалар цистерна-сидан ажралиб чиқадиган $\text{Ca}^{2\kappa}$ ионларининг сони триггерли ионлар сонидан ўн марталаб кўп бўлади. Актин ва миозин миофи-ламентлари оралиғидаги бўшлиқда $\text{Ca}^{2\kappa}$ ионларининг кон-центрацияси 10^{-7} дан то 10^{-5} М гача ортади.

$\text{Ca}^{2\kappa}$ ионлари тропонин С билан ҳамкорлик қилади ва унинг конформациясини ўзгаришини чақиради, у, тропонин-тропомиозинли мажмуанинг, жумладан тропонин Т нинг бошқа молекулаларига ко-оперативланган ҳолда узатилади.

Уни конформацион ўзгариши натижасида, таркибида АТФ бўлган миозин молекуласининг бошчаси актинли филамент мономер-и билан алоқа ҳосил қилади. Актомио-зинли мажмуа ҳосил бўлади. Бу эса, ўз навбатида, миозин молекуласининг глобуляр қисмини кон-формациясини ўзгартиради ва у, ўқ йўналишидан маълум бир бурчак остида четга оғади ва ўзининг орқасидан актинли филаментни торта-ди.

Кирувчи кальцийли ток кардиомицитлар ҳаракат по-тенциалининг «плато» фазаси вақтида максимумга эришади. Ушбу фазани меъёрида ўтиш муддатининг узунлиги қис-қариш кучини бел-гилайди.

Скелет мушакларидан фарқли равишда юрак мушагининг қисқарувчанлиги кўпроқ даражада ҳужайра ташқа-рисидagi $\text{Ca}^{2\kappa}$ кон-центрациясига боғлиқ ҳамда биологик фаол моддаларнинг таъсирига,

масалан кардиомицитларнинг плазматик мембранасини $\text{Ca}^{2\kappa}$ ионларини ўтказувчанлигига таъсир қилувчи катехоламинларнинг таъсирига боғлиқ. Скелет мушакларининг қисқаришларини ривожлантириш учун $\text{Ca}^{2\kappa}$ ионларини ҳужайра ичида бўлишининг ўзи кифоя.

Энгельгард В.А. ва Любимова М.Н. (1942) миозин АТФ фазаги фаолликка эга ҳамда АТФ нинг якуний фосфат гу-руҳини гидролизини катализлашга қодир эканлигини очганлар. Ушбу кузатув турли тадқиқотлар орқали кўп марта тасдиқланган (С.А.Северин 1961; W./Mommerts, 1974). Мушак қисқаришларини энергетик таъминланишида миозиннинг АТФ азали фаоллиги марказий ўринни эгаллайди. У $\text{Ca}^{2\kappa}$ ионлари томонидан рағбатлантрилади ва магний ионлари томонидан сўндирилади. Миозиннинг суббирликларидан молекулаларининг фақат глобуляр қисмлари АТФ азали фаолликка эга. Миозинли молекулаларнинг айнан шу соҳаларида актин билан боғлиқ марказлар ҳам локаллашади.

Актомиозинли мажмуа миозинни актин билан ҳамкорлиги пайтида ҳосил бўлиб, тоза миозинга қараганда, АТФ ни юқори тезликда парчалаш қобилиятига эга. Шу тарзда, қисқариш жараёнини энергия билан таъминлаш, миозин бошчалари тамонидан АТФ ни гидролизланиши ҳисобига амалга ошади, бунда бошчаларнинг АТФ азали фаоллиги улар актин билан боғланганларидан кейингина намоён бўлади. АТФ дан ажралиб чиққан фосфат гуруҳи АДФ билан биргаликда муҳитга ажралади, уларнинг ўрнини эса АТФ нинг бошқа молекуласи эгаллайди. Натижада бирламчи ҳолат тикланади ва ишчи цикл қайтарилиши мумкин. Ушбу цикл, актинли филаментнинг кўпчилик жойларида бир вақтнинг ўзида, бир сонияда бир неча марта қайтарилиши мумкин, унинг частотаси кальций ионларининг концентрациясига боғлиқ. қисқаришлар частотаси қанчалик юқори бўлса, саркомер шунчалик калта бўлади ёки, агарда унинг узунлиги ўзгармаса, мушак толасининг кучланиши ўшанча кучли бўлади (изометрик қисқариш). Кальций ионлари мушаклар фаоллигини бошқаради. Миофибриллаларга қўзғалиш пайтида кальций катиони қанчалик кўп тушса, қисқариш шунчалик кучли бўлади.

«Плато» фазаси тугагандан сўнг плазматик мембранани $\text{Ca}^{2\kappa}$ каналлари инактивацияланади ва $\text{Ca}^{2\kappa}$ ионларини миофибриллаларга келиб тушиши тўхтайди. Унинг концентрацияси фибриллалар орасидаги бўшлиқда 10^{-7}M гача камайган пайтида мушак элементларини бўшашиш жараёни бошланади. Бу ҳол, $\text{Ca}^{2\kappa}$ ионларини эндоплазматик тўрга қайта-диган фаол ташилиши ва бу ионларни ташқи муҳитга

чиқарилиши туфайли юзага келади. Ушбу жараён, Ca^{2+} -АТФ аза энзими иштирокида Ca^{2+} насослари томонидан амалга оширилади. Бунда, битта парчаланувчи АТФ молекуласи ҳисобига иккита кальций иони олиб ўтилади.

қисқариш ва бўшашиш учун энергия, митохондрия-ларда аэроб фосфорилланиш воситасида синтезланадиган АТФни келиб тушиши билан таъминланади. Ушбу жараёни лимитловчи омили келиб тушадиган кислороднинг миқдори ҳисобланади. Миокард, скелет мушакдан, таркибида митохондрияларни кўплиги (умумий ҳажмнинг 36% гача) билан фарқ қилади.

Ўтказувчанлик-бу тўқимани қўзғалиш импульсларини ўтказиш қобилиятидир. Бу функция юракнинг ўтказувчи тизимига ва қисқарувчи миокардига хосдир. Нармал ўтказувчанлик пайтида юрак бўлимлари маълум бир кетма-кетликда қўзғаладилар. Физиологик шароитларда импульслар синусли тугунда бўлади. Бу ердан, қўзғалиш тўлқини Т-хужайралар ва юраколди бўлмаларнинг мушакли де-ворлари бўйлаб тарқалади кейинчалик эса атриовентри-куляр тугун ва Гис боғлами орқали меъдачаларнинг ўтказувчи тизимига, токи ушбу тизимнинг якуний тармоғи бўлган Пуркине толаларига қадар ўтади. Ушбу толаларнинг ҳар бири миокарднинг алоҳида соҳаларини қўзғалишга олиб келади. Бунда, Пуркине толаларининг жойлашишига мос равишда қўзғалиш тўлқини, аввалам бор, эндокардиалости мушак қатламларида пайдо бўлади ва у ердан эпикард йўналиши бўйлаб тарқалади. қўзғалиш тўлқинини Гис боғ-ламининг оёқчаларига ўтиш билан, энг аввал қўзғалиш, меъдачалараро тўсиқнинг эндокардиалости қатламларнинг мушагини қамраб олади. Бу ерда меъдачаларнинг ўтказувчи тизимини бошланғич қисми жойлашган бўлади. Шу жойдан қўзғалиш тўлқини тўсиқнинг мушакли массасини ичига тарқалади. Тўсиқ қўзғалишининг бошланиши изидан чап ва ўнг меъдачаларнинг қолган қисмларига маълум бир кетма-кетликда қўзғалиш етиб келади.

Юракнинг ҳар хил бўлимларида импульсларни ўтказиш тезлиги турлича бўлади. Максимал тезлик Пуркинье толалари даражасида (2-4 м/с) ва минимал тезлик – АВ-тугунда (0,02-0,05 м/с) кузатилади.

Юракнинг ўтказувчи тизими импульсни тез ўтишини, юрак бўлимларини қўзғалишини физиологик кетма - кетлигини ва қўзғалишини нисбий синхронлигини таъминлайди. Юрак мушагида электр импульсни тарқалиш йўналишини дипол назариясидан келиб чиққан ҳолда тушунтириб бериш мумкин. Деполяри-

зация ва реполяризация даврида ҳужайра мембранасининг ташқи юзаси иккита қутбдан - мусбат ва манфий қутбдан иборат бўлади. Иккита турли йўналишлар, лекин катталиги бўйича бир хил ва бир-биридан чексиз кичик масофада жойлашган зарядлардан ҳосил бўлган электр тизими дипол деб номланади. Деполяризацияланувчи мушак ҳужайра, эле-ментар электрни ҳаракатлантирувчи кучни ишлаб чиқа-рувчи элементар дипол кўринишида намоён бўлиши мумкин. Электрни ҳаракатлантирувчи кучни маълум бир катталиқда ва йўналиши билан тавсифланади. . Вектор стрелка билан тасвирланган, унинг ориентацияси йўналишни кўрсатади, масштаби бирликларда олинган узунлиги эса электрни ҳаракатлантирувчи кучни катталигини кўрсатади. Стрелканинг йўналиши диполни минусдан плюсга қараган ориен-тациясини кўрсатади.

Юрак фаоллашувнинг ҳар бир лаҳзасида миокарднинг кўп сонли толалари қўзғалади, кўпсонли элементар диполлар пайдо бўлади. Ушбу диполлар, бўшлиқда турлича жойлашган элементар векторлар кўринишида намоён бўлади. қандайдир лоҳзада пайдо бўладиган барча векторларни параллелограмма қоидаси бўйича териш мумкин. Шу тариқа ҳосил қилинган суммар вектор, юрак томонидан ушбу лаҳзада ривожлантириладиган электрли ҳаракатлантирувчи кучни ўзида тавсифлайди.

Миокарднинг қўзғалган қисмларида электрон ҳаракатлантирувчи куч катталиги йўналишини вақт бирлигида ўзгаришини график усулда ёзиб олиш электрокардио-графия деб аталади. Электрокардиограмма – бу, юрак циклини ўтиши давомида қўзғалишнинг суммар вектори динамикасини проекциясидир. У, электрли систола давомида юракнинг суммар электрон ҳаракатлантирувчи ку-чини ўзгаришини кўрсатади.

6 маъруза. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ. ЭЛЕКТРОКАРДИО-ГРАММА

Юрак мушагида электро электр майдоннинг пайдо бўлиши ва электрокардиограмманинг келиб чиқиши Элек-трокардиограммани электропардиографда ёзиш. Электрокардио-грамма компонентларига тавсиф. Электрокардиограмма тишчалари ва юрак тузилмалари ўртасида қўзғалишни ҳосил бўлишини нисбий ўрганиш услуби. Электрокардиографга қўйиладиган талаблар. Электрокардиограмма генези тўғрисидаги умумий тушунчалар. Юракнинг электрик ўзаги

Қўзғалиш импульслари синусли тугунда пайдо бўлади. Импульс ўнг юраколди бўлмачага, кейин эса чап юраколди бўлмача-

га тарқалади, сўнгра чапга, пастга ва орқага қараб тарқалади. Юраколди бўлмачаларнинг суммар электрон ҳаракатлантирувчи кучи вектори улар қўз\алган вақтда чапга ва ўнгга йўналган бўлиб, электрокардиограммада Р тишча кўринишида намоён бўлади. Юраколди бўлмачалари фаоллашгандан кейин импульс ўтказувчи тизим бўйлаб тарқалади ва меъдачаларнинг қисқарувчан миокардигача етиб боради. Ўтказувчи тизим унга катта бўлмаган электрон ҳаракатлантирувчи куч ҳосил қилади ва электрокардиограмма ёзиш учун қўлланиладиган аппарат уни ёзиб олмайди.

Меъдачаларнинг миокарди субэндокардиал катлам-ларнинг турли бўлимларида бир вақтда қўз\алишни бош-лайди, қўз\алиш эндокарддан эпикард томон тарқалади. Меъдачалараро тўсик меъдачаларнинг деворларидан олдин фаоллашади. Меъдачалар қўз\алишининг учта вектор-рини ажратиш қабул қилинган бўлиб, улар **QRS** мажмуасини ҳосил қилади. Бошлан\иш (тўсиқнинг) вектор меъдачалар деполяризация биринчи 0,015-0,03 с даври-даги юрак электрон ҳаракатлантирувчи кучини характер-лайди. У, меъдачалараро тўсиқнинг қўз\алишини ҳамда ўнг меъдачанинг қўз\алишини бошланишини кўрсатади ва ўнгга, олдинга ва юқорига йўналтирилган. Асосий вектор меъдачалар қўз\алишининг 0,03-0,05 с давридаги юрак электрон ҳаракатлантирувчи кучини кўрсатади. Чап меъдачанинг электрон ҳаракатлантирувчи кучи ўнг меъдачанинг электрон ҳаракатлантирувчи кучидан анча катта ва шунинг учун асосий вектор пастга ва чапга ориентирланган бўлади. Охирги вектор меъдачалар деполяризациясининг охирги 0,06-0,08 с давридаги юрак электрон ҳаракатлантирувчи кучини кўрсатади. У, меъдачалар асосидаги миокардни қўз\алиши билан белгиланади ва юқорига, орқага ва озгина ўнгга ёки чапга йўналган. Меъдачалар реполяризацияси даврида юрак векторларининг йўналиши тахминан деполяризация векторлариники кабидир. Бу векторлар Т-тишчани ҳосил қилади ва у ҳам **QRS** мажмуаси билан бирга бир хил тамонга йўналган. Электрокардиограмма ёзиб олишнинг ҳар қандай вариантыда қуйидаги элементлар: тишчалар, сегментлар – иккита қўшни тишчалар орали\идаги электрокардиограмма бўлаклари ва интерваллар - бир нечта қўшни сегментларни ўз ичига олган электрокардиограмма бўлаклари ажратилади.

Ёзиб олинган чизиқлар миокардда потенциаллар фарқи бўлмаганда изоэлектрик чизиқлар (изочизиқ) дейилади. Нормада, электрокардиограмманинг барча элементлари изочизиқда жойлашади.

Электркардиограмманинг турли элементлари, қўз\а-лиш вақти бўйича миокарднинг маълум бир бўлимлари-никига мос келади. Тишчалар P, Q, R, S, T, U каби латин ҳарфлари билан белгиланади. Юқорида жойлашган тиш-чалар мусбат (**P, R, T**) пастда жойлашганлари - манфий (**Q, S**) ҳисобланади.

Изочизикдан ва ёзиб оладиган аппаратларда, миллиметрли қо\оз сониясига 50 мм тезликда ҳаракатланганда, 1 мм узунлик электрокардиограмма 0,02 с га мос келади ва тишчалар, сегментлар ва интерваллар давомлилигини кўрсатади. Тишчаларнинг баландлиги мв. да аниқланади (бунда 1 мм 1 мв га тенг). В. Эйтховеннинг стандарт ёзиб олиши пайтидаги электрокардиограмманинг энг муҳим элементларини кўриб чиқамиз. P тишча юраколди бўлмачаларининг қўз\алишини кўрсатади. Биринчи 0,02-0,03 с ларда фақат ўнг юраколди бўлмача қўз\алади (P-тишчанинг кўтарилиб боровчи тиззаси), кейинги 0,02-0,03 с да қўз\алиш юраколди бўлмачалар орали\идаги тўсиққа ва чап юраколди бўлмачага ўтади (P тишчанинг тепаси), охириги 0,02-0,03 с да қўз\алиш фақат чап юраколди бўлмачани қамраб олади (P тишчанинг пастга тушувчи тиззаси). P тишчасининг умумий давомийлилиги 0,06-0,10 с ни ташкил қилади. P тишга мусбат ва манфий ҳам икки фазали ва изоэлектрик бўлиш мумкин. Юраколди бўлмачалар реполяризацияси (Tr) жараёнини кўрсатувчи тишча электрокардиограммада кўринмайди, чунки у кейинги **QRS** билан қўшилиб кетади.

P - Q интервалга кетган вақт давомида қўз\алиш синоаурикуляр-тугундан атриовентрикуляр-тугун, Гисс тизими ва Пуркинье талалари орқали кордиомиоцитларга қадар ўтади. У, электрокардиограммада P тишчанинг бошланишидан то Q тишчанинг бошланишига қадар бўлган изочизик бўлагидан иборат. **P - Q** интервалининг давомлилиги 0,12 с дан то 0,20 гача бўлади ва юрак қисқаришларининг частотасига бо\лиқ. Нормада **P - Q** узунлиги, ритм қанчалик тез-тез қайтарилса, шунчалик кичкина бўлади. Юрак қисқаришларининг дақиқасига 90-100 частотаси учун **P - Q** брадикардия пайтида **P - Q** узунлиги 0,22 с гача етиши бузилиш ҳисобланади.

Электрокардиограмма таҳлил қилинганда Макруз ин-декси ҳисоблаб чиқилади. Бу, P тишчанинг давоми этишини PQ сегментини давомийлилигига нисбатидир. У, нормада 1,1-1,6 ни ташкил этади, лекин, масалан юраколди бўлмачаларнинг гипертрофияси пайтида катталашиши мумкин. **QRS** мажмуаси, қўз\алиш меъдача-

лар миокардини тўлиқ қамраб олиш учун кетган вақтни кўрсатади. Электрокардиограммада бу вақт, **Q** тишчанинг бошлашидан **S** тишчанинг охиригача бўлган оралиқни эгаллайди. **QRS** интервалининг давомлилиги 0,06-0,10 с ни ташкил қилади. Ушбу мажмуанинг ҳар қандай мусбат тишчаси **R** тишча сифатида белгиланади. Агар улар бир нечта бўлса, уларнинг барчаси **R** тишчалар деб номланади, лекин апострафлар билан белгиланади: биринчиси **R**, иккинчиси-**R^I**, учунчиси-**R^{II}** ва ҳ.к. **R** тишчадан олдин **Q** манфий тишча келади. **R** тишчадан кейин **S** манфий тишча келади ва у бир нечта бўлиши мумкин (**S**, **S^I**, **S^{II}** ва ҳ.к.). **Q** ва **S** тишчалар доимий бўлмайди, шу туфайли мажмуа иккита, учта ёки битта тишчалардан иборат бўлиши мумкин. Агар **R** тишчанинг амплитудаси унинг ўзини максимал катталигини ярмидан кичик бўлса, **r** ҳарфи билан белгиланади. Одатда у, кўп ҳолларда 10-20 мм ни ташкил қилади. **R** тишчанинг тепасини икки ёки ундан кўпга бўлиниши (парчалаш) меъдачалар миокардида ёки юракнинг ўтказувчи тизимида патологик ўзгаришлар борлигини кўрсатади.

S - Т сегмент - бу **QRS** мажмуасининг охиридан **T** тишчасининг бошланишига қадар бўлган бўлакдир. У, миокардни барча хужайралари тўлиқ деполяризация ҳолатида бўлгандаги ва уларнинг қутбларида фарқлар бўлмагандаги ҳолатини кўрсатади. Шунинг учун **S - Т** сегмент амалда деярли изочизикда ётади (0,5 мм дан кўп бўлмаган фарқ билан). **T**-тишча миокарднинг реполяризацияланиш жараёниларига мос келади. У, шакли бўйича, ётиқ кўтариладиган, тепаси думалоқроқ ва кескин пастга тушувчи томонлари бўлган учбурчакка ўхшайди. Унинг давомийлиги 0,35-0,44 с.ни ташкил қилади. **T**-тишча кардиограмманинг энг сезгир элементи кўринишида намоён бўлади. У нафақат патологик, балки физиологик омиллар (жинси, ёши, юрак қисқаришлари частотаси, овқатланиш частотаси, тана ҳолатини горизонталдан вертикал ҳолатига ўтиш) таъсирида ҳам ўзгариши мумкин.

Айрим ҳолларда, **T** тишчанинг кетидан 0,02-0,04 с. ўтгач жуда аста секин кўтарилувчи **U** тишча келади. Бу доимий тишча эмас: у, мусбат ёки манфий бўлиши ёки бўлмаслиги ҳам мумкин. Унинг табиати аниқ белгиланмаган ва шундай тахминлар борки, бу миокардни систоладан кейинги юқори қўзғалувчанлик фазасидаги из потенциалининг, меъдачаларни тез тўлиши пайтида миокардни чўзилиш потенциалларининг, сўр\ичсимон толалар ва Пуркинье толаларини реполяризациясининг юзага чиқиши бўлиши мумкин.

Юрак гипертрофияси ҳамда қонда калий ионларининг концентрацияси ўзгарган пайтда U тишчанинг ўзгариши баён этилган. S - T интервали (S тишчанинг бошланишидан T тишчанинг охиригача), умуман олганда, меъдачалар қўз\алишининг барча даврини давомийлиликка мос келади ва меъдачаларнинг электрик систоласи дейилади. S - T бўлагининг катталиги юрак қисқаришлари частотасига бо\лиқ равишда сакраб ўзгариб туриши мумкин ва юрак иши тезлашганда систоланинг давомийлиги қисқаради. Шунинг учун, нафақат S - T абсолют катталигини аниқлаш муҳимдир, балки систоланинг давомийлиги ва юрак циклини узоклиги ўртасидаги нисбатни ҳам аниқлаш зарур.

R - R интервали (R тишчанинг битта тепалигидан ик-кинчи тепалигигача) юрак қўз\алиши циклининг умумий давомийлигини тавсифлайди. Унинг давомийлиги меъ-дачалар қўз\алиши частотасига тескари пропорционалдир. Электрокардиограмманинг таҳлили ўз вақти бўйича таҳлилни ва векторни киритади. Вақт бўйича таҳлилда тишчалар ва интерваллар давомийлиги ўлчанади. Векторли таҳлил электрокардиограмма тишчалари бўйича сум-мар электрон ҳаракатлантирувчи кучнинг йўналиши ва катталигини юрак қўз\алишини ҳар қандай моментида аниқлашдан иборат. Нормада юрак бўлимлари бўйича қўз\алишни тарқалиш кетма-кетлиги ва йўналиши маълум бўлганлиги туфайли, юракнинг қайси бўлимида электрон ҳаракатлантирувчи куч йўналиши ва катталигини меъ-ёридан ўзгарганлигини айтиш мумкин.

Электркардиограммани вақт бўйича таҳлилини юрак қисқаришлари частотасини аниқлашдан бошласа бўлади. Иккита – R - R тишчалар тепалиги ўртасидаги масофа ўлча-нади ва электрокардиограмма ёзиб борилаётган қо\оз лентани тезлигига бо\лиқ ҳолда ик-кала тишчалар ўртасидаги вақт ҳисобланади. Масалан, улар орасидаги масофа 40 мм дейлик, агар қо\оз лентанинг тезлиги 50 мм /с бўлса, унда 1 мм ўтишнинг тезлиги 0,02 с. бўлади. Бундан юрак қисқаришлари частотасини (ЮҚЧ) ҳам ҳисоблаб топиш мумкин. Агар, битта қисқаришнинг муддати аниқ бўлса (R - R вақт қ 40 мм X 0,02 қ 0,8 с), унда юрак қисқаришлари частотасини 60 с ичида ҳисоблаш лозим, яъни 1 минутда юрак 75 марта қисқаради. Қониқарли аниқ-ликдаги статистика учун R - R катталиги ўнта қисқа-ришларнинг ўртачаси сифатида олинади. Юқорида айтилганидек, меъдачалар систоласининг катталиги юрак қисқа-ришлари частотасини катталигига бо\лиқ, шунинг учун нафақат муҳимдир,

балки зарурий электрли тизим деб номланган, систоланинг давомчилиги ва юрак циклини давомийлиги ўртасидаги нисбатни ҳам аниқлаш зарур. Базет бўйича, ушбу иккита катталиклар ўртасидаги боʻлиқлик қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$Q-T_{\text{зарурий}} \approx K \sqrt{R-R} \text{ ёки } \frac{Q-T}{\sqrt{R-R}}$$

Константа K нинг катталиги Базет бўйича ўртача эркак ларда 0,37 га ва аёлларда 0,39 га тенг, шу билан бирга, иккала жинс учун 0,38 кўрсаткичини нормал константа деб ҳисоблаш ҳам мумкин. Константанинг ортиши (яъни, систолани нисбий узайиши), миокардни тўла қимматли фаолият кўрсатмаётганини биолдиради. Хусусан, $Q - T$ узайиши гипопаратиреоз, миокард инфаркти ва бошқалар пайтида қонда Ca^{2K} миқдорини пасайиши билан кузатилади. Юракнинг нормал ҳолатида ҳақиқий ва талаб этилган систола ўртасидаги фарқ у ёки бу томонга 15% дан ортиқ бўлмайди. Агар бу катталиклар ушбу параметрларга тўғри келса, у қўзғалиш тўлқинини юрак мушаги бўйлаб нормал тарқалишини кўрсатади.

Қўзғалишнинг тарқалиши нафақат электрли систола давомийчилиги билан, балки систолик кўрсаткич (СК) билан ҳам тавсифланади. Систолик кўрсаткич - бу электрли систола давомийчилигини юракнинг бутун цикли давомийлигига нисбатидир (фоизларда).

$$SK = \frac{Q - T}{R - R} \times 100$$

Масалан, $R - R$ қ 0,75 с., яъни ритм частотаси дақиқасига 80 га тенг бўлса, $Q - T$ қ 0,4 с.га тенг бўлади. Бундан келиб чиққан ҳолда систолик кўрсаткич $\frac{0,4 \times 100}{0,75}$ қ 53 га тенгдир.

Агар, юқорида келтирилган мисолдаги маълумотларни ушбу жадвал билан солиштирилганда, юрак қисқаришлари частаси 80 бўлган пайтда систолик кўрсаткич 43 га тенг бўлишини кўриш мумкин. Бундан келиб чиққан ҳолда, мисолдаги одамнинг систоласи анча узайган экан.

Барча кўрсаткичларни мавжуд назорат кўрсаткичлар (5-жадвал) билан солиштириб кўрилгандан сўнг юрак фаолияти тўғрисида фикр юритиш мумкин.

Электрокардиограммани векторли таҳлили унинг тишчаларини катталигини ва йўналишини аниқлаш имкониятини беради. Юрак мушагида пайдо бўладиган патенциаллар, атрофдаги ўраб

турган тўқималар орқали тери қатламларигача ўтказилади. Бу, юрак потенциалларини тана юзасининг турли нуқталаридан ёзиб олиш имкониятини беради. Бу ҳақда, «Юрак ишини тадқиқ қилишнинг айрим усуллари» номли бўлимда яқиндан танишиш мумкин.

Юқорида ёритилгандек (дипол назариясида), юрак қўзғалиши пайтида унда пайдо бўладиган ҳаракат токи, алоҳида мушак элементларида содир бўладиган кўпсонли элементар диполлар билан тенг ҳаракатланувчи сифатида намоён бўлади. Ушбу тенг ҳаракатланувчининг йўналиши юракнинг электрли ўқи деб номланган. Электрли ўқни, ҳар бир ушбу моментдаги юракнинг электрон ҳаракатлантирувчи куч йўналиши сифатида ҳам белгилаш мумкин. Юрак цикли давомида электрли ўқ бир неча бор ўз йўналишини ўзгартириши мумкин, буни ёзиб олинган электрокардиограммада кўриш мумкин. Унинг ҳар бир тишчаси электр ўқининг маълум бир ҳолатига мос келади. **R** тишчанинг электрли ўқи, **QRS** мажмуасининг ҳар бир элементи ёки **T** тишча ва электрокардиограмманинг ҳар қандай нуқтаси тўғрисида гапириш мумкин. Одатда, электрли ўқ тўғрисида гапирилганда, **QRS** мажмуасининг ўртача, яъни натижавий электрли ўқи назарда тутилади.

Юракнинг электрли ўқи (ЮЭЎ) ва электрокардиограмманинг электрли ўқи каби тушунчаларни фарқлаш зарур. Ушбу тушунчалар бир хил маънога эга эмас, чунки юракнинг электрли ўқи турли текисликларда ўтади, лекин электркардиограмма ёзиб олинган пайтда, стандарт ва кучайтирилган ҳолдаги ёзиб олишда қўл-оқлардан олиш ўқиға юракнинг электрли ўқи проекциясигина фойдаланилади. Олиш ўқи - бу гипотетик чизик бўлиб, ушбу тармоқларда электрокардиограммани ёзиб олиш пайтида электродларни бирлаштирувчидир.

Стандарт ва кучайтирилган тармоқларда ўқлар, мус-бат электродлар томонига электродларни қўйиш нуқталари орқали ўтади ва тахминан томонлари тенг бўлган учбурчакнинг (Эйнтговен учбурчаги) томонларини ҳосил қилади. Ушбу учбурчакнинг марказида юрак жойлашган бўлиб, у доимий электрли (ноль кўрсаткичли) потенциалнинг шартли нуқтасидир.

Қўл-оқлардан тармоқлар 6-ўқ тизими кўринишида тасвирлаш қабул қилинган бўлиб, унда тармоқларнинг ўқлари юракнинг нольлик марказида кесишади. Бу схемада, иккита қўшни тармоқларларнинг ўқлари ўртасидаги бурчак 30 градусни ташкил

қилади. Электрли ўқнинг йўналишини бурчак катталиги L ($<L$) билан белги-лаш қабул қилинган бўлиб у, тармоқни (электрли ўқни) горизантал чизик (I стандарт тармоқ ўқиға параллел бўлган) билан кесишиши натижасида ҳосил бўлади. Бунда, горизанталдан пастрок жойлашган бурчаклар плюс, горизанталдан юқориси - минус белгилари билан олинади. Ушбу чизикнинг чап охири (тадқиқот қилинаётганига нисбатан) 0^0 , ўнги эса -180^0 билан белгиланади. Агар $<L$ катталиги Q 30^0 дан то Q 69^0 фарқланиб турса, унда электрли ўқнинг йўналиши норма сифатида белгиланади. Агар, $<L$ катталиги Q 29^0 дан то 0^0 гача фарқланиб турса юракнинг электрли ўқи горизантал ҳисобланади. Электрли ўқ $<L - 90^0$ гача бўлганда чап томонга олади. Агар $<L$ Q 70^0 дан то Q 90^0 гача фарқланиб турса вертикал йўналиш деб аталади. Ўқ, $<L$ Q 90^0 дан то Q 180^0 гача катталиқда бўлганда ўнг томонга олади.

Соʻлом одамларда юракнинг электрли ўқининг йўналиши юракни кўкрак қафасида жойлашишига боʻлиқ бўлади. Нормада юракнинг электрли ва анатомик ўқлари деярли бир хил ҳолатга эга. Кўпроқ ёшлик даврида, тана тузилиши астеник бўлганда, Юракнинг электрли ўқи вертикал ҳолатда бўлади, гиперстеник конституцияга эга қари ёшдаги шахсларда горизантал ҳолатда бўлади. Соʻлом одамларда, уларнинг конституциясига боʻлиқ равишда, $<L$ 0^0 дан то Q 90^0 гача бўлган секторда жойлашади. Юракнинг электрли ўқини сезиларли даражада чапга ($<L - 30^0$ дан ортиқ) ёки ўнгга ($<L$ Q 110^0 дан ортиқ) олиши патологиянинг белгиси (юрак ҳолатини ўзгариши, миокардни зарарланиши, гипертрофиялар, юракнинг турли бўлимларини кенгайиши) ҳисобланади ва улар меъдачаларнинг бирини электрли устунлигига олиб келади. Юракнинг электрли ўқи йўналишини аниқлаш учун турли схемалар таклиф қилинган. Дъэд схемаси L бурчагини **QRS** мажмуаси амплитудасининг I ва III тармоқлардаги катталиқларини нисбати асосида ҳисобланади. Бунда, **QRS**, амплитудасининг катталиги горизантал чизик (0 дан ён томонга Q ёки $-$), **QRS**_{III} нинг амплитудасини эса - вертикал чизик бўйлаб олиб қўйилади. Ундан кейин, **QRS**, амплитудасига мос келадиган нуқтадан вертикал чизикқа параллел чизик, **QRS**_{III} амплитудасига мос нуқтадан эса горизантал чизикқа параллел чизик ўтказилади. Ушбу чизикларни кесишган жойи $<L$ катталигини кўрсатади.

Масалан: R , q 2 ; S , q -16 ; R_{III} q 13 ; S_{III} q -1 га тенг бўлса. Бунда, QRS_1 q 14 ; **QRS**_{III} q Q 12 га тенг бўлади. Иккала рақамни 2 га бўлиш

орқали QRS_I қ - 7; QRS_{III} қ Қ6 ни оламиз. Мос равишдаги бурчак L Қ160⁰ га тенг. Бошқа мисол: R_I қ 11; S_I қ - 3;

R_{III} қ 4; S_{III} қ -10 га тенг бўлса. Бунда QRS_I қ Қ8; QRS_{III} қ -6 га тенг бўлади. Мос равишдаги чизикларни ўтказиб, бурчак L тахминан -16⁰ га тенг эканлигини топамиз.

Шу билан бирга юрак ўқининг о'ишларини ҳисоблаш учун жадваллар ҳам мавжуд .

7 маъруза. ЮРАК ЦИКЛИ

Юрак иши., Юрак цикли фазаларининг кетма-кетлиги ва динамикаси. Юрак фаолиятини товуш ва механик таъсир орқали намоён бўлиши. Юрак цикли давомида механик ва товуш ходисалар.

Юрак фаолиятининг бутун цикли умумий тасаввурда қисқариш (систолик) ва бўшашиш (диастолик) қисмдан иборат. Уларнинг ҳар бирини батафсил кўриб чиқиш, юраколди бўлмачалар ва меъдачаларни алоҳида қисқа-риш ва бўшашиш даврлари ва фазаларини ажратиш имконини беради. «Даври» деганда систола ва диасто-ланинг асосий этаплари тушунилади.«Фаза» атамаси даврларнинг алоҳида қисмларини билдиради. «Интервал» ата-маси фазалараро ҳолатларни тавсифлаш учун ишлатилади. Юрак циклининг фазали тахлили, юрак бўшлиқлари ва йирик томирлардаги қон босими катталиклари кўрсаткичларини электрокардиограмма билан солиштириш асосида амалга оширилади. Бўлмалар систоласи 0,1 с давом этади.

Меъдачалар миокардининг қисқариш жараёни аста-секин бутун миокардни қамраб олган ҳолда кетма-кет ривожланади. У, асинхрон қисқариш фазасидан бошланади ва унда деформацияси кузатилади.

Уларнинг бир қисми қисқаради ва бошқалари чўзилади . Бу фаза вақт жиҳатдан 0,05 с ни эгаллайди ва барча мушак толалари қўз\алиш билан қамраб олинганда изометрик қисқаришнинг кейинги фазасига ўтади. Ушбу фаза барча клапанлар ёпиқ бўлган пайтда (В чизик) ўтади ва 0,03 с ни эгаллайди. Миокарднинг кучланиши натижасида, бўшлиқлардаги босим то аорта ва ўпка артериясидаги босимдан юқори (Г чизик) бўлмагунча ортиб боради. Қоннинг босими остида яримойсимон клапанлар очилади. Меъдачаларнинг асинхрон ва изометрик кучланиш фазалари биргаликда қувватла- нишнинг шундай даврини ташкил қиладики, ундан кейин

меъдачанинг мушаклари изотоник қисқариш имкониятига эга бўлади. Натижада қон томирларга ҳайдалади. Ушбу вақт 0,12 с ни ташкил қилади ва тез ҳайдаш фазасидан (В дан то Г гача) иборат. Бу вақтда аорта ва ўпка артериясида босимнинг систолик тўлқини ёзиб олинади. Ушбу фаза даврида юрак фойдали ишининг энг катта ҳажми амалга оширилади, яъни юракдан қоннинг систолик ҳажмини катта қисми ҳайдалади. Меъдачалардан қоннинг ҳайдалиши, магистрал томирлардан периферияга қоннинг оқиб кетиши уни меъдачалардан чиқиб келишидан орта бошлаган моментда қолган қон миқдорини секин чиқиши билан якунланади. Бу вақт 0,13 с ни ташкил қилади ва сустр ҳайдалиш фазаси дейилади (Г дан то Д гача). Тез ва сустр ҳайдалиш фазалар биргаликда қонни меъдачалардан ҳайдалиш даврини ташкил қилади, кучланиш даври ва қонни меъдачалардан ҳайдалиш даври биргаликда меъдачаларнинг систоласини ташкил қилади. У, ўзининг давомийлиги бўйича 0,33 с ни ташкил этади.

Юрак цикли таҳлил қилинган пайтда умумий ва механик систола ажратилади. Умумий систола юрак циклининг шундай қисмини характерлайдики, у ўтадиган вақтда миокардда қисқариш жараёни амалга оширилади. У, ўз ичига кучланиш ва ҳайдалиш даврларини киритади. Механик систола ўз ичига фақатгина изометрик қисқариш ва ҳайдалиш фазасини киритади. У, умумий систоланинг шундай қисмига мос келадики, уни ўтиши вақтида меъдачаларда босим орта бошлайди ва аортада ва ўпка артериясидаги босим катталашади.

Меъдачаларнинг диастоласи миокарднинг бўшашиши даврига ва миокардни қон билан тўлиши даврига ажралади. Миокардни бўшашиши даври протодиастолик интервалдан бошланади. Унинг бошланиши миокарднинг бўшашини бошланиши билан тўғри келади ва яримойсимон клапанларни тўлиқ беркилиш моменти билан якунланади. Интервалнинг давомийлиги 0,04 с. Миокарднинг бўшашиши меъдачаларда босимнинг пасайиши билан бирга ўтади ва у юракколди бўлмачалардаги босим дара-жасигача пасайгандан сўнг табақали клапанли очилади. Бу, изометрик бўшашиш фазасини якунланганлигини билдиради. Табақали клапанлар очилгандан кейин ҳам яна бир қанча вақт миокарднинг бўшашиши давом этади. Меъдачаларнинг тўлиш даври диастоланинг энг давомли даври. У, меъдачалар тўлишининг тез ва сустр фазаларидан, юракколди бўлмачаларнинг ва интерсистолик интервалдан иборат.

Меъдачаларнинг тўлишини би-ринчи иккита фазаси пассив содир бўлади, юраколди бўлмачаларнинг систоласи пайтида меъдачаларнинг қон билан тўлишига, юраколди бўлмачаларнинг қисқариши натижасида улардаги босимнинг ортиши кўмаклашади. Меъдачаларни (қоннинг ҳажми бўйича) асосий тўлиши табақали клапанларни очиши билан тез тўлиш фазасида содир бўлади. Суст тўлиш фазаси вақтида меъ-дачаларни қон билан керакли даражада тўлиши содир бўлмайди.

Интерсистолик интервал ёки пресистола - бу юраколди бўлмачалар систоласини тугаши ва меъдачалар систоласини бошланиши оралиғидаги вақт (0,1 с). У, юрак циклининг доимий таркибий қисми ҳисобланмайди.

Тез тўлиш фаза 0,09 с ни, суст тўлиш эса-0,16 с ни ташкил этади, меъдачаларни қон билан тўлиш даври умуман 0,25 с давом этади. Вақт йиғиндиси бўйича протодиастолик давр, изометрик бўшашиш фазаси ва меъдачаларни қон билан тўлиш давларнинг давомийлиги 0,47 с ни эгаллайди. Систола ва диастола фазаларининг кўрсатилган вақт кўрсаткичлари юрак қисқаришлари частотаси пайтида дақиқасига 75 марта уради. Юрак иши ритмининг анча тез ёки бирозгина суст пайтида фазаларнинг давомийлиги ўзгаради. Ритм тезлашганда диас-тола сезиларли даражада қисқаради. Юрак қисқаришлари частотаси дақиқасига 110-130 марта урганда суст тўлиш фазаси намоён бўлмайди ва тез тўлиш фазаси дарҳол юраколди бўлмачаларининг систоласи билан алмашади. Систола вақти анча камроқ қисқаради. Бу ҳол, меъдачалардан қонни суст ҳайдалиши вақтини камайиши ҳисобига мумкин бўлади. Миокарднинг гипердинамияси пайтида систоланинг барча фазаларини қисқариши содир бўлади. Изометрик қисқаришнинг давомийлиги эса бир неча миллисекундгача қисқаради. Юрак иши ритмини сусайиши пайтида ҳайдаш ва тўлдириш фазаларининг давомийлигида қарама-қарши ўзгаришлари содир бўлади. Масалан, миокарднинг гиподинамияси пайтида меъдачаларнинг асинхрон ва изометрик қисқаришлари фазаларини узайиши ва улардан қонни ҳайдалиши даврини қисқариши кузатилади. Келтирилган маълумотлар, юракни турли фаолият шароитларига юқори даражада мослашиш тўғрисида гувоҳлик беради.

Юрак иши - механик, яъни юракнинг уриши товушли, яъни юрак тони кўринишидаги ҳодисалар билан бирга кузатилади. Юрак уриши, одамнинг кўкрак қафа-сини олдинги соҳасини юрак қисқариши пайтидаги титраши кўринишида намоён бўлади. У, 4-5

қовур\алараро бўшлиқда сезилади. Юрак уришини пайдо бўлишини сабаби миокард қисқариши пайтида юрак шаклининг ўзгариши ва унинг зичлигини ортиши ҳисобланади. Меъда-чалардан қоннинг ҳайдалиши ва уни йирик томирлар бўйлаб ҳаракатланиши тананинг барча қисмларини тебранишларини чақиради. Уларни, юрак қисқаришлари-нинг кучи ва мувофиқлашганлигини баҳолаш мақсадида ёзиб олиш мумкин. Ушбу усул балистокардиография (лот. **Ballista** - улоқтирадиган снаряд) дейилади. Юрак тонлари ва уларнинг компонентлари, юрак цикли фазаларининг чегараларида юракнинг ички гемодинамикаси кескин даражада ўзгарган моментларида пайдо бўлади. Юрак шовқинлари бутун фаза давомида, унинг бир қисми ёки бир нечта қисмларида қоннинг турбулент ҳаракатланиши билан сақланиб турилади. Юрак тонлари ўзининг физик моҳияти бўйича очилаётган ёки ёпилаётган клапанлар, қоннинг ҳаракатланиши миокарднинг ва қон томирлар деворининг тебранишлари чиқараётган шовқинлар ҳисобланади.

Юрак тонининг учта асосий категориялари фарқланади: 1) облигатли (клапанли) I ва II тонлар бўлиб, улар нормада барча частотали тавсифлар билан ёзиб олинади; 2) факультатив (ихтиёрий) паст частотали мушакли III ва IV тонлар. Улар, кўкрак қафасининг юзасидан фонендоскоп (аускультация) ёрдамида эшитиш ва ёзиб олиш (фонокардиография) пайтида аниқланади.

Юрак тонлари ўзининг частотаси, жадаллиги (амплитудаси) ва давомийлиги билан тавсифланади. Юрак тонининг 4 хили ёзиб олинади. Бунда, I ва II тонлар ҳамиша эшитилади, III ва IV тонлар ҳамма одамларда ҳам аниқланавермайди, кўпроқ график равишда (аускультация билан эмас) ёзиб олиб аниқланади. Биринчи тон систоланинг бошланишида пайдо бўлади ва систолик тон деб аталади. У, юрак соҳасининг барча жойида эшитилади, айниқса 4-5 қовур\алараро бўшлиқда юрак тепасининг соҳасида ва митрал клапан прекциясида ёрқин намоён бўлади. Юрак фаолиятининг систолик фазаси I тондан бошланади. Биринчи ёки систолик тон бўлиқ, паст ва узокроқ давом этади. Биринчи тонни графикли ёзиб олинганда, меъдачалар мушакларининг қисқариши билан боғлиқ бўлган бошлан\ич паст амплитудали ва паст частотали тебранишлари кўринади. Биринчи тоннинг бош ёки марказий сегменти катта амплитуда ва нисбатан катта частота тебранишларидан иборат.

Тонлар, чап ва ўнг атриовентрикуляр клапанларнинг ёпилиши оқибатида пайдо бўлади. Биринчи тон, аорта ва ўпка артериясининг яримойсимон клапанларини очи-лиши, улар деворларининг тебраниши билан белгиланган паст амплитудали ва паст частотали тебранишлар билан тугайди.

Биринчи тоннинг умумий давомийлиги, ёзиб олиш усули ва частотата диопазонига боʻлиқ ҳолда катта чегарада (0,08 дан то 0,25 с) ўзгариб туради. Айрим ҳолларда ўнг ва чап атриовентрикуляр клапанлар бир вақтда ёпилмайди ва биринчи тоннинг бош компонентини камайиши кузатилади. Биринчи тоннинг амплитудаси миокарднинг қисқарувчанлигига ва атриовентрикуляр клапанларнинг табақаларини ҳолатига, яъни миокард ҳаракатининг амплитудасига боʻлиқдир. Масалан, миокард меъдачалари жароҳатланганда, клапан табақалари бузилганда биринчи тоннинг амплитудалари пасаяди.

Электркардиограммада **QRS** мажмуасининг бошлани-шидан то биринчи тоннинг марказий қисмини бошла-нишига қадар бўлган масофани «**Q - I**» тон интервали ёки трансформация даври дейилади. Ушбу интервал меъдачаларни электрли кўзʻалишини бошланиши ва қисқа-раётган меъдачалардаги ортиб борувчи босим атрио-вентрикуляр клапанларни ёпаётган вақт лаҳзаси билан чегараланган. Нормада «**Q - I** тон» интервалининг давомийлиги 0,04-0,06 с дан ошмайди. Ушбу вақтнинг ортиши юракколди бўлмачаларда босимни ортиши оқибатида атриовентрикуляр клапанларни ёпилишини кечи-киши тўрисида гувоҳлик беради (масалан, чап ёки ўнг атриовентрикуляр тешикни торайиши пайтида).

Иккинчи тон диастоланинг бошланишидан пайдо бўлади ва шунинг учун диастолик тон деб аталади. У барча юрак соҳаси бўйлаб эшитилади, лекин юракнинг асос соҳасида, яъни иккинчи қовурʼалараро бўшлиқнинг чапида ва тўшнинг ўнгида баралла эшитилади. Иккинчи тоннинг келиб чиқиши яримойсимон аорта ва ўпка артериясининг клапанларини ёпилиши пайтида пайдо бўладиган тебранишлар билан боʻлиқ. Ушбу товушлар иккинчи тоннинг асосий амплитудасини белгилайди. Иккинчи тонда аорта ва ўпка компонентлари фарқ ланади. Аорталик тони бирозгина илгарироқ пайдо бўлади ва у, чап меъдача систоласининг эртароқ тугаши билан белгиланади. Унинг амплитудаси ўпка компонентиникидан катта ва фонокадиограммада улар алоҳида

кўринади. Аускультация пайтида иккинчи тоннинг парчаланиши эшитилади. Бу нормал физиологик ҳодиса бўлиб, болаларда ва айниқса лабил вегетатив асаб тизимига эга бўлганларда (астеник конституцияли) яхши намоён бўлади. Иккинчи тоннинг эшитилиши нафас олинганда намоён бўлади ва кучаяди, нафас чиқарилганда йўқолади ёки камаяди. Бу ҳол, нафас чиқарилганда зарбли ҳажмни ўнг меъдачада ортиши ва чап меъдачада камайиши билан боʻлиқдир. Иккинчи тоннинг амплитудаси ярим ойсимон клапанларнинг ҳолатига ҳамда аортада ва ўпка устундаги қоннинг босимига боʻлиқ. Босим ошган пайтда клапанларнинг ёпилиши катта куч билан содир бўлади ва иккинчи тон компонентларининг амплитудасини ортишига олиб келади.

Учунчи тон аускультация пайтида кучсиз, бўʻлиқ товуш сифатида қабул қилинади. Учунчи тон кўпчилик ҳолларда юракнинг тепасида яхшироқ аниқланади. Уни аниқланишига ва кучайишига жисмоний оʻирлик кўмаклашади. Учунчи тонни пайдо бўлиши, мушак деворларини диастолада қон билан тўлиш пайтида уларни чўзилиши лаҳзасидаги тебранишлари билан боʻлиқ. Учунчи тонни тўлдириш тони ёки протодиастолик тон деб аталади. График равишда учунчи тон 1-2 паст частотали ва паст амплитудали тебранишлар кўринишида намоён бўлди. Учунчи тон кўпроқ ёшларда ва болаларда, соʻлом одамларнинг 50-90 % да намоён бўлади. Уни қари ва ўрта ёшдаги одамларда пайдо бўлиши меъдачалар миокардини, уларнинг таранг - эластик хусусиятларини ўзгариши билан зарарланиши тўрисида далолат беради. Тўртинчи тон юраколди бўлмачалар тони номини олган, чунки у юраколди бўлмачаларнинг қисқариши билан боʻлиқ. Бу ҳол, тўртинчи тон, ёзиб олинган электрокардиограммада синхрон равишда Р тишчанинг охирида пайдо бўлишини тасдиқлайди. Ушбу тон айрим ҳолларда эшитилади, чунки жуда паст жадалликка ва паст частотага эга. Бу тон, кўкрак қафаси юпқа бўлган шахслар, спортчилар, ўсмирлар ва соʻлом ёш одамлар фонокардиограммасида яхши ёзиб олинади. Тўртинчи тон учунчи тонга нисбатан айрим ҳоллардагина ёзиб олинади. Фонокардиограммада тўртинчи тон, ёзиб олинган электрокардиограммада синхрон равишда Р тишчанинг бошланишидан кейин 0,04-0,06 с ўтгач ёки пресистоланинг бошланишини кўрсатадиган биринчи тон бошланишидан 0,05 с илгари 1-2 паст частотали тебранишлар кўринишида намоён бўлади. Кўп ҳолларда аускультация пайтида

тўртинчи тонни пайдо бўлиши юрак фаляитини бузилиши тўрисида далолат беради.

8 маъруза. ЮРАК ҲАЖМЛАРИ

Юракнинг ҳажмлари

Қоннинг систолик ва диастолик ҳажми. Юракни қон ҳайдаши ҳақида тушунча ва унга таъсир қилувчи омиллар. Юракни зарбали ва диастолик ҳажми. Юрак иши ҳажмини ҳисоблаш. Турли ҳолатларда юракни қон билан таъминланиши.

Юрак насос функциясини бажаради. Унинг тавсифи учун гидродинамик кўрсаткичларнинг моҳиятларидан фойдаланилади, яъни қоннинг ҳажми ва босими, қисқаришлар частотаси. Юракнинг ишлаши (А) қонни ўзидан чиқаришдан

ва уни томирлар тизимига босим остида ҳайдашдан иборат. Бирон бир ҳажмдаги қонни (V) маълум бир масофага юбориш учун куч ишлатиш, яъни босим (P) ҳосил қилиш зарур. Юракнинг иши систола пайтида чиқари-лаётган қон ҳажмига ва меъдачаларда ҳосил қилинаётган ўртача босимга тенгдир. $(A-P \times V)$, бунда P граммларда, V эса см^3 да ифодаланади. Чап меъдачада ҳосил қилинаётган босим ўнг меъдачадагидан 5 марта катта бўлгани, қоннинг ишни ҳисоблаш учун битта циклда бажариладиган ишни юрак қисқаришлари частотасига кўпайтириш керак. Ма минутли ҳажми эса иккала меъдачада ҳам тенг бўлгани туфайли чап меъдачанинг иши ўнг меъдачани ишидан 5 марта кўп бўлади. Юрак вақт бирлиги ичида бажарилган масалан, одам юраги чап меъдачасининг иши P қ 100 мм, симоб. устунида (135 г/см^2) ва V қ 5000 см^3 дақиқада бўлганда 5000×135 қ 675000 г/см қ $6,75 \text{ кг.м}$ (1 дақиқада) га тенгдир.

Юрак бўшлиқларидаги қоннинг босими юрак цикли фазасига боғлиқ равишда ўзгаради. Юраколди бўлмачаларда P тебранишлари нисбатан катта эмас. У, юраколди бўлмачалар систоласининг юқорисида 5-8 мм симоб ус-тунига тенгдир. Диастола вақтида P нолга қадар пасаяди, кейин эса, меъдачалар систоласининг ўрталаридан бошлаб, у юраколди бўлмачаларни веналардан оқиб келадиган қон билан тўлиши натижасида аста-секин ортади. Меъдачалар систоласи тугаганда ва АВ-клапанлар очилганда юраколди бўлмачаларидаги P яна пасаяди, чунки қон меъдачаларга оқиб ўтади. Меъдачалар систоласини бошланишидан 0,1с аввал юраколди бўлмачаларнинг систоласи бошланади. Систола пайтида, юраколди бўлмачалардаги P даражаси нафас

олиш фазасига боʻлиқ. Нафас олиш вақтида, юраколди бўлмачаларининг диастоласи билан бир вақтда, уларда Р манфий бўлади, бу эса веналардан қонни оқиб келишини кўпайтиради. Нафас чиқариш вақтида, у нолга тенг бўлади. Чап меъдачадан қоннинг ҳайдалиши Р даражаси 65-75 мм. симоб устунига, ўнг меъдачадан эса 5-12 мм. симоб устунига тенг бўлганда бошланади. Ҳайдашнинг биринчи дақиқасида қоннинг босими чап меъдачада 115-120 мм. симоб устунигача ва ўнг меъдачада 25-30 мм. симоб устунигача ортади. Қоннинг миқдори камайган сари меъдачалардаги босим пасаяди. Аорта ва ўпка артериясидаги қоннинг босими, уни мос равишдаги меъдачаларда ўзгариши орқасидан содир бўлади. Меъдачалар бўшашган пайтда, аортадаги босим меъдачаларникидан юқори бўлади. Барча клапанлар ёпиқ бўлганда ҳам меъдачалар маълум вақт ичида бўшашишда давом этади. Бу ҳол, то улардаги босим юраколди бўлмачалардаги босимдан паст бўлмаганча давом этади. Бўшашиш оқибатида босим нолга тенг бўлиб қолади. Уларни юраколди бўлмачалардан келаётган қон билан тўлдирилиши босимни ортишига олиб келади.

Меъдачаларнинг диастоласи пайтида аортадаги ва ўпка артериясидаги қоннинг босими, улардан қонни оқиб чиқиб кетишига қараб аста-секин пасаяди ва диастоланинг охирига келиб аортада 65-75 мм. симоб устунига, ўпка артериянинг систоласи бошланади ва улардаги қоннинг босими аста-секин ушбу томирлардаги босимдан ортиқ бўла башлайди.

Меъдачалардан ҳайдаладиган қоннинг миқдори юракнинг функционал ҳалотини муҳим кўрсаткичи ҳисобланади. Юрак томонидан 1 дақиқада чиқариладиган қон миқдори дақиқалик ҳажм дейилади (меъдачалари тўлиқ ажралган юракда бу ҳол юракнинг фақат битта ярмига тааллуқли бўлади). Қоннинг дақиқалик ҳажми ўнг ва чап меъдачалар учун бир хилдир. Одам тинч турган ҳолатда, у 4,5-5,0 л ни ташкил қилади. Қоннинг дақиқалик ҳажмини юракнинг бир дақиқадаги қис-қаришлари сонига бўлиш орқали меъдачаларни бир марта қисқарган пайтида ҳайдайдиган қоннинг миқ-дорини яъни қоннинг систолик ҳажмини ҳисоблаб топиш мумкин. Юракнинг ритми 1 дақиқада 70-75 қисқаришдан иборат бўлганда қоннинг систолик ҳажми 65-70 мл бўлади.

Қоннинг дақиқалик ҳажмини аниқлашнинг кенг тарқалган усулларида бирини Фик тавсия қилган бўлиб, бунинг учун кислородни истеъмол қилиниши ва артериал ва веноз қонда кислород

миқдоридаги фарқини аниқлаш керак. Ушбу усул оддий фактга асосланган бўлиб, ҳайвон истеъмол қилган кислороднинг барчаси қон билан ташилади ва у юракдан чиқариб ташланади. Фараз қилайлик, бир дақиқада ўпка орқали қонга 400 мл кислород келиб тушди. Артериал қондаги кислороднинг миқдори веноз қондагидан 8 айланиш фоиздан кўпроқдир. Бу шуни англатадики, ҳар бир 100 мл қон ўпкада 8 мл кислородни ютади. Кислороднинг ҳаммасини (400 мл) ютиш учун ўпка орқали 5000 мл қон ўтиши зарур $[(100 \times 400) : 8]$. Қоннинг ушбу миқдори, айнан қоннинг дақиқадаги ҳажмини ташкил қилади.

Экстремал шароитда артериал қон намунасини қайси артериядан олишнинг фарқи йўқ, лекин веноз қонни фақат юракнинг ўнг ярмидан ёки ўпка артериясидан аралаш қонни олиш мумкин.

Фик тамойили асосида, қоннинг дақиқадаги ҳаж-мини фақатгина артериал қони веноз қондан ажратилган ҳайвонлардагина (сут эмизувчилар, қушлар) аниқлаш имконияти бор. Бу усул амфибиялар ва рептилиялар учун тўри келмайди, аммо балиқлар учун тўри келади.

Қоннинг систолик ва дақиқалик ҳажми доимий ҳисобланмайди. Улар, ҳайвонлар яшаётган ва улар бажа-раётган ишга бўлиқ ҳолда ўзгаради. Танани горизонтал ҳолатдан вертикал ҳолатга ўтказиш, гравитация таъсири остида систолик ҳажмни горизонтал ҳолатдаги ҳажм катталигига нисбатан 30-40 % камайиши билан бирга содир бўлади. Бунинг сабаби, вертикал ҳолатда тананинг пастки қисмларидаги сиғимли томирларда қоннинг тўпланиши (депо) туфайли юракка веноз қонни қайта-рилишини камайиши ҳисобланади.

Танани вертикал ҳолатдан горизонтал ҳолатга ўтказилишида қоннинг систолик ва дақиқалик ҳажмини ортиши содир бўлади. Уларнинг ортиши тана ҳолатини горизонталликдан бошини пастда бўлган ҳолатга ўтказилганда анча ёрқин намоён бўлади.

Дақиқалик ҳажмни сезиларли даражада ортиши мушак ишлаган пайтда содир бўлади. Ишлаётган мушак кўшимча кислородни талаб қилади. Ушбу эҳтиёж фақат қон оқимини ортиши, яъни юрак ишини унумдорлигини ўзгариши ҳисобига компенсация қилиниши мумкин. Қонни дақиқадаги ҳажмини (ҚДХ) катталиги билан мушак иши пайтида кислород истеъмоли ўртасида чизиқли бўлиқлик мавжуд. Beveqard B. S. Sherpherd J. T. тажрибаларда кўрсатишганки, қонни дақиқалик ҳажми (Q, л/дақиқа) горизонтал ҳо-

латда бажариладиган мушак иши пайтида кислород истеъмоли катталигига (Vo_2 , л/дақиқа) боʻлиқ ва Q қ $0,0661 \times Vo_2$ Қ 6,24 тананинг ҳолатида эса Q қ $0,0057 \times Vo_2$ Қ 4,60 га тенгдир.

Мушак иши пайтида қонни дақиқалик ҳажмининг ортиши юрак қисқаришлари частотасининг (ЮҚЧ) ва қоннинг систолик ҳажмини ортиши ҳисобига амалга ошади. Лекин, ушбу юракдан қоннинг ҳайдалиш механизмларининг ҳар бирини роли бир хил моҳиятли эмас. Бу ҳол, ортиб борувчи шароитда мушак ишлашида қонни дақиқалик ҳажми ортиши механизми таҳлил қилинганда намоён бўлади. Бунда юрак қисқаришлари частотаси жисмоний ишнинг қувватига пропорционал равишда ортади. Лекин, систолик ҳажмни ўзгаришларини анализи шуни кўрсатадики, у ўзининг максимумига енгил иш пайтидаёқ эришади ва иш қувватининг кейинчалик ортиши систолик ҳажмнинг катталигига сезилари даражада таъсир кўрсатмайди.

Юракни турли қувватга эга иш режимига мосла-шиши асосан юрак қисқаришлари частотасининг ўзгариши ҳисобига амалга оширилади. Ўта оʻир иш бажарилаётган вақтда юрак қисқаришлари частотаси кескин катталашади (тахикардия) ва қоннинг систолик ҳажми камаю бошлайди. Бу ҳол, меъдачаларнинг бўшашиш вақти кучли равишда қисқариши ва бу уларни қон билан тўлишида акс этиши билан тушунтирилади. Машқ қилмаган одамларда қонни дақиқалик ҳажми ортиши одатда юрак қисқаришларининг ритмини тезлашиши ҳисобига, машқ қилиб юрган одамларда эса систолик ҳажмни ортиши ҳисобига содир бўлади. Юракнинг абсолют катталиги тана ўлчамларини катталашиши билан ортади. Унинг нисбий катталиги тахминан бир хил ва тана массасининг 0,59 % ни ташкил қилади, яъни тана ўлчамларига боʻлиқ эмас (K. Schmidt-Nielsen). Рептилияларда барча юраклар тана массасининг 0,51 % ни, сувда ва қуруқликда яшовчиларда эса 0,46 % ни ташкил қилади. Бу рақамлар сут эмизувчиларникидан паст, бу ҳол рептилиялар ҳамда сувда ва қуруқликда яшовчиларникидан фақат ўндан бирини ташкил қилишга қарамасдан мавжуддир. Балиқлар юраги ундан ҳам кичкина бўлиб, танаси вазнининг 0,2 % ни ташкил қилади. Бундан келиб чиқадики, кислородга бўлган эҳтиёжнинг турлилиги биринчи навбатда юрак қисқаришлари частотасига таъсир қилиши керак, чунки зарбли ҳажми юракнинг катталигига боʻлиқ, ушбу қон ҳажмидаги кислороднинг миқдори эса юрак катталикларига боʻлиқ эмас.

Юрак қисқаришлари частота-

си юрак ўлчамларига қарама-қарши бўлиқликда бўлади. Масалан, филнинг (о'ирлиги 3 тонна) юрак қисқаришлари частотаси 1 дақиқада 25 марта урса, юмронқозикда эса (о'ирлиги 3 г) –600 мартадан кўпроқ уради. Йирик ҳайвонлардан майда ҳайвонларга ўтган сари юрак қисқаришлари частотаси кислородга бўлган эҳтиёжга мос равишда ортади. Катта ва субмаксимал кучланишда юрак ишлаган пайтида қоннинг дақиқалик ҳажмининг максимал катталиклари машқ қилмаган одамларда дақиқасига 42 л гача, машқ қиладиган одамларда эса 25-35 л гача етади. Мушак иши пайтидаги максимал систолик ҳажм, Фик усули бўйича ўлчанганда 193 мл гача етади. Ўртача жадалликда узок муддат (бир неча саотлаб) ишлаган пайтда қоннинг дақиқалик ҳажмининг ортиши нисбатан катта эмас ва дақиқасига 10-15 л ни ташкил қилади.

Жуда катта иш бажариш пайтида, масалан, спорт мусобақаларида, хаттоки яхши машқ қилган спортчиларда ҳам систолик ҳажмни катталашиши билан биргаликда юрак қисқаришларининг ҳам тезлашиши аниқланади. Бу қоннинг дақиқалик ҳажмини жуда катта ортишини белгилайди ва бундан келиб чиққан ҳолда ишлаётган мушакларни қон билан таъминланишини ҳам ортишини белгилайди, яъни уларнинг иш қобилятини ортиши учун шароитлар яратилади.

Юрак тў'рисида, организмда қоннинг оқишини жадаллигига бўлиқ бўлган аъзо сифатида гапирилганда, унинг ишини турли ҳайвонлар организмдаги алмашув жараёнларини жадаллигига бўлиқлигига ҳам эътибор қаратиш зарур. Қоидага биноан, майда ҳайвонлар, йирик ҳайвонларга нисбатан тана массасининг бирлигига нисбатан кислородни кўп истеъмол қиладилар ва шу сабабли уларнинг юраклари кислород билан яхшироқ таъминланади. Агар, қоннинг кислородли си'ими майда ва йирик ҳайвонларда тахминан бир хил эканлигини ҳисобга олсак, унда майда ҳайвонларнинг юраги қонни каттароқ тезликда ҳайдаши лозим. Бунга турли воситалар орқали эришиш мумкин: қисқариш частоталарини ва зарбли ҳажмни кўпайтириш билан.

9 маъруза. ЮРАК ИШИНИ БОШҚАРИЛИШИ. ИНТРАКАДДИ-АЛ МЕХАНИЗМЛАР

Юрак бошқарувининг интракардио механизмлари. Юрак автоматизмини экстра - ва инотра-кардиал бошқарилиши, Франк-Старлинг қонуни. Венозли қайтиш.

Юрак гипер функцияси. Симпатик ва парасимпатик тизимларнинг хронотроп. Батмотроп. Инотроп ва дромотроп эффектлари.

Юракни миоген аутобошқарилиши. Юракнинг меъдачаларидан ҳайдалаётган ва вена орқали юраколди бўлмачаларга қайтиб келаётган қон миқдори ўртасидаги тенглик доимо сақланган ҳолатдагина нормал қон айланиши мумкин. Агар қонни юракка оқиб келиши ёки чиқиб кетишига қаршилик кўрсатиши ўзгарадиган ҳолат кизатилса. Ушбу ўзгаришларга жавобан, юракнинг ўзида қоннинг кириб келиши ва чиқиб кетишидаги (ёки тескариси) номутоносбликни тартибга солувчи маълум бир жараёнлар содир бўлади. Ушбу ҳодисалар юракнинг ўзи томонидан белгиланганлиги туфайли улар ўз-ўзини бошқариш ёки ауто-бЮошқариш дейилади. Ўз-ўзини бошқаришни бошланишини асосий ҳаракатлантирувчиси юракнинг мушак толаларини хусусиятлари ҳисобланади. Уларда икки тур реакциялар: толалар узунлигини ўзгариши (гетерометрик) билан боʻлиқ бўлган реакциялар ва боʻлиқ бўлмаган (гемеометрик) реакциялар фарқланади

Илк бор **Fick A.** (1882), **Howell W, H., Donaldson F** (1884), **Frank O.** (1895), **Starling E. H.** (1918) томонидан юрак ўзининг шахсий бошқариш механизмига эга эканлиги кўрсатилган бўлиб, у юрак ажратиб (денервация) олингандан кейин ҳам сақланади ва юракдан чиқиб кетаётган қонни кириб келаётган қон ҳажмига мос келишини таъминлайди. **Starling E. H.** ўз тадқиқотларини организмдан ажратиб олинган (юрак-ўпка препарати) итнинг юрагида амалга оширган. У диастола вақтида меъдачалар қон томонидан қанча кўп кенгайса, уларнинг систола давридаги қисқариши шунчалик кучли бўлишини аниқлаган. **Starling E, H.** ушбу қонуниятни «юрак қонуни» деб атаган. Ҳозирги пайтда уни, кўпинча Старлинг ёки Франк-Старлинг қонуни деб аташади. У қуйидаги тарзда ифодаланади: турли тенг шароитлар пайтида миокард толалари қисқаришининг кучлари уларни диастолик якуни узунлигининг функцияси ҳисобланади. Бундан келиб чиқадики, веноз қайтишнинг ортиши ёки олдинги систола даврида қоннинг чиқишини камайиши ҳисобига меъдачада қон миқдорини ортиши уни қисқариш кучини ортишига олиб келади. Бу қонуният юраколди бўлмачаларнинг миокарди учун ҳам характерлидир. Қисқариш кучини мушак толаларининг узунлигига боʻлиқлигини хужайра механизларини ўрганиш, одатда юракдан узунасига кесиб олинган миокарднинг бўлакчаларини ва папилляр мушакларни турли дара-

жада чўзиш орқали амалга оширилади. Мушак чўзилган пайтида ривожланадиган кучланишнинг максимал катталиги, унинг узунлигини бошланғич ҳолатидагига нисбатан 35-40 % га ўзгарган пайтида кузатилади. Чўзилиш (тола узунлигини ортиши) ва қисқариш кучайган пайтда ривожланадиган кучланишнинг пасайиши содир бўлади. Масалан, мушук юрагининг папилляр мушаги саркомернинг узунлиги 2,2 мкм бўлган пайтда максимал фаол кучланиш ривожланади. Меъдачадаги диастолик босим 10-12 мм. симоб устунига тенг бўлган пайтда у 2,06 мкм га тенг бўлади. Бундан келиб чиқадики, ушбу ҳолатда меъдачалар оптимал режимда ишлар экан. Меъдача қон билан тўлган пайтда босимни янада кўпроқ ортиши унинг бўшлиғини кескин чўзилишига олиб келади ва саркомернинг узунлиги 2,2 мкм дан ортади ва қисқариш кучи камаяди.

Хакслининг гипотезаси бўйича, мушак томонидан ривожлантирилаётган куч миофибриллаларнинг актинли ва миозинли филоментлари ўртасида бир вақтда ҳаракатланувчи кўприкчаларнинг сонига мос келади. Мушак чўзилган пайтда ўзаро ҳамкорлик қилувчи кўприкчаларнинг потенциал сони ортади. Лекин, саркомерлар узунлигининг ўзгаришлари элекромеханик ҳамкорлик қилиш шароитларини ҳам ўзгартириши мумкин. Мушак толасини чўзилиши имкониятининг маълум бир чегараси бўлиб, унда қисқаришнинг кучи ортади. Аста-секин шундай ҳолат юзага келадики, унда миокард толаларининг янада чўзилиши фаол кучланишнинг ортишига олиб келмайди ва ҳаттоки уни пасайиши ҳам кузатилади. Шундай қилиб, Франк-Старлинг қонунини қуйидагича ифодалаш мумкин: мушак қисқаришининг кучи ушбу мушакнинг қисқаришидан олдинги саркомери узунлигини функцияси ҳисобланади. **Starling E. H.** айрим тажрибалар вақтида шундай ҳолат юзага келадики, унда меъдачаларни диастолик тўлишини янада ортиши юрак қисқаришлари кучининг кучайишига эмас, балки пасайишига олиб келишини кўрсатган. Хакслининг сирпаниш назариясига биноан актин ва миозин ипларини бир-биридан шундай ажратиб тортиш мумкинки, бунда уларнинг ҳамкорлик қилиш имконияти бўлмай қолади. Фаол ривожланаётган кучланишнинг пасайиши мушак толалари ўзининг бирламчи узунлигида 25 % ортиқроқ чўзилган пайтидагина содир бўлади. Меъёридаги систолик ҳажмни ҳайдаш жараёнида миокард толаларининг узунлиги 15-20 % дан ортиқ ўзгаради. **Horwitz Z.** ва бошқалар 18-25 км/соат

тезликда югураётган итларда систолик ҳайдаш 35 мл дан то 40 мл гача ортишини, бунда пульс дақиқасига 107 дан то 263 тагача тезлашишини ва диастоланинг охирида чап меъдачанинг диаметри 30,2 мм дан 31,5 мм гача катталашганини кўрсатишган. Одам ёки ҳайвонларда ўтказилган хроник тажрибаларда, ҳаёт фаолиятининг нормал шароитларида юракка оқиб келаётган веноз қоннинг ортиши юраколди бўлмачалардаги босимни ортишига ва меъдачаларни дистолик тўлишини кўпайишига, систолик ҳайдашни кўпайишини белгиловчи миокард толаларини чўзилишига олиб келиши аниқланган. Юрак қисқариши кучини унинг толаларини бирламчи узунлигига бўлиқлиги умумий, доимо намоён бўладиган қонуният ҳисобланади.

Толалар узунлигининг ўзгаришлари билан бўлиқ бўлмаган қисқарувчанликнинг ўзгаришларини гомеометрик сифатида белгилашни илк бор Sarnoff S. J. таклиф қилган. Улар, аортада босимни ўзгариши (Анреп самараси) ва юрак қисқаришлари ритмининг ўзгаришлари (Боудич самараси) билан чақирилиши мумкин.

Anrep G. V. томонидан юрак-ўпка препаратида аорта ёйида босимнинг ортиши қоннинг систолик ҳажмини камайишига олиб келиши топилган. Меъдачаларда маълум миқдордаги қон қолади ва у, диастолик ҳажм билан қўшилиб меъдачанинг мушак толалари узунлигини оширади. Уларнинг кучланишини гомеометрик ортиши меъдачада қоннинг босимини ортиши билан бирга содир бўлади ва у, аортадаги кучли қаршиликни енгиб ўтади. Юрак қолган қоннинг ортиқчасидан қутулади ва яна қоннинг оқиб келиши ва чиқиб кетиши ўртасидаги тенглик ўрнатилади. Меъдачанинг якуний-диастолик ҳажми бирламчи катталигига қайтади. Бунда юрак, аортада босимнинг ортишига қарама-қарши равишда ва қисқаришларнинг ўта юқори частотаси пайтида кучли иш бажарган ҳолда босимни ортишига қадар бўлган миқдорда қон ҳайдайди. Anrep G.V. самараси, аортада юқори босим сақланган пайтда бир-бирининг кетидан келадиган бир неча систоларнинг натижаси сифатида намоён бўлади. Демак у, олдинги қисқаришлар томонидан қолдириладиган оқибатларнинг йиғиндиси ҳисобланади. Шундай қилиб, Анреп самараси юрак ишининг адаптацияси механизмига гетерометрик самарани қўшилишини оқибати ҳисобланади, чунки бошланишида мушак толаларининг чўзилишини ортиши содир бўлади. Кейинчалик эса, кучайган қаршиликка қарамасдан ишлаётган юракда миокардиал толаларни, уларнинг иш ша-

роитларини ўзгариши билан боʻлиқ бўлган ҳолати ўзгаради, яъни аортада босимнинг ортиши коронар қон оқимини кучайишига ва тўқимадаги алмашинувни ўзгаришига олиб келади. Бунда самара тўқималардан хужайра метаболизм маҳсулотларининг чиқиб кетишини кучайиши ва юқори босим таъсирида миокарднинг илгари фаолият кўрсатмаётган микроциркуляр ўзани соҳаларининг очилиши натижасида чақирилиши мумкин. Бунга, миокард қатламларининг эндокардга ёндош жойларида кислороднинг кучланишини ортиши далолат бўлади. Лекин, қонни таркибида оксигемоглобин бўлмаган эритма билан алмаштирилса самара сақланади. Юқори босим таъсири остида миокардда қоннинг қайта тақсим-ланиши аввалом бор, хужайраларни илгари фаолият кўр-сатмаётган капилярлар соҳаларидаги метаболитлардан озод бўлишига кўмаклашади деган эҳтимол бор.

Гетеро-гомеометрик бошқариш жараёнлари ўзаро боʻлиқ, лекин шу билан бирга мухторликка ҳам эгадир. Мушак толаларининг чўзилувчанлиги актин ва миозин толаларни ўзаро жойлашишини ўзгариши йўли билан ҳаракатланади. Лекин, қисқарувчанликни ўзгартириш қобили-ятига эга бўлган бошқа омиллар (хужайра мембраналарининг ўтказувчанлиги, Ca^{2K} ни ўз депосига қайтиш тезлиги, энергетик ҳаракатлар бўлиши мумкин) таъсирида ҳам қисқариш кучининг ўзгаришига эришиш мумкин. Франк-Старлинг механизми бўйича, бутун организмда юракка қоннинг оқиб келишини кучайиши систолик ҳайдаш ҳажмни кўпайтиради, аортада босимни оширади ва Анреп самарасини ишга туширади. Аортадаги босимни бирламчи ошишидаги карама-қарши ҳолатда меъдачалар миокардининг иши кўпаяди ва миокард толалари чўзилишининг ўзгаришлари га, яъни гетерометрик бошқаришни бошланишига олиб келади.

10-март. ЮРАК ФАОЛИЯТИНИ БОШҚАРУВИДА ВЕГЕТАТИВ АСАБ ТИЗИМИНИНГ ИШТИРОКИ

Вегетатив иннервацияси. Симпатик ва парасимпатик нерв тизимлари. Хронотроп, дромотроп, инотроп, батмотроп эффектлари

Юрак вегетатив асаб тизимининг симпатик ва парасимпатик бўлимлари томонидан иннервацияланади. Симпатик асаб тизимининг марказий бўлими орқа миyanинг 4-5 кўкрак сегментини ён

шахларида жойлашган. Преганглионар асаб толалари симпатик асаб устунни орқали то бешта юқори кўкрак ва учта бўйин тутамла рига қадар ўтади. Улардан симпатик асаб тизимининг постганглионар толалари бошланади. Улар, миокард хужайралари орасидан ўтувчи асаб толалари тўрини ҳосил қилади. Симпатик асаб толаларининг охиридаги диаметри 30-150 нм ли (кўпинча 4-70 нм) синаптик пуфакчалари норадреналин медиаторига эга.

Юракни иннервацияловчи парасимпатик тизимнинг марказий бўлими узунчоқ миядаги дорзал ядронинг адашган асабида (бош чаноқ-мия асабларининг Х жуфти) жойлашган. Адашган асабларнинг преганглионар то-лалари, юракнинг деворларида, интрамурал ганглияларнинг нейронлари билан синаптик контактлар ҳосил қилиб тугайди. Кўпчилик ҳолларда, бундай нейроннинг ҳар бири битта парасимпатик аксон билан иннервацияланиб, унинг коллатераллари хужайра танасида 27 тагача синапслар ҳосил қилиб, унинг юзасини 3 % гача қоплайди. Синапслар терминал типиди бўлиши мумкин, яъни бир-биридан авжралувчи ингичка шохчаларнинг охирлари кенгайиб тугунча-тугмача кўринишида ёки «тегиб турган» типиди бўйича - хужайрани ўраб турган ингичка аксоннинг йўли бўйлаб кўп сонли (варикоз) кенгайган жойлар кўринишида бўлиши мумкин. Ушбу ҳосилаларда, таркибиди ацетилхолин медиаториди бўлган, диаметри 30-50 нм ге тенг гомоген синаптик пуфакчалар мавжуд.

Постганглионар симпатик ва преганглионар парасимпатик толалар умумий юрак (ўрам) тугунларини ҳосил бўлишида қатнашадилар. Ўрамларнинг бўлимлари асаб устунлари ва тугунларидан иборат бўлиб, топографик хусусиятлари, жойлашуви, катталиги, тугунларининг шакли ва уларни ўзаро ула нишлари билан характерланади. Синельников Р.Д. бўйича, иккита олдинги ва иккита кейинги ўрамлар фарқланади. Биттаси юракколди бўлмачаларнинг олдинги юза соҳасида, иккинчиси - чап юракколди бўлмачанинг орқа юзасида жойлашган. Асаб толалари, ўзининг жойлашган жойида эпикарднинг тагига кириб боради, чап ва ўнг юракколди бўлмачалар ва меъдачаларнинг юзаларида шохланади, миокардга, эндокардга ва томирларга кириб боради.

Иккита олдинги ўрамларнинг тугунли майдони артериал конус соҳасида, кетинги ўнг-юқориги ва пастки ковак веналар оралиғида чап-асаб қатлами соҳасида жойлашган. Юракколди бўлмачаларнинг олдинги ва кетинги ўрамларини тугунли майдонлари унча катта эмас. Вегетатив асаблар ўтказувчи тизимнинг пейсме-

керларини кўзгалувчанлигига таъсир кўрсатади. Шу билан бирга қисқаришнинг частотаси ва кучини, кардиомиоцитларнинг кўзгалувчанлиги ва ўтказувчанлигини ўзгартиради. Частотага (хронотроп) (юнон. Chronos - вақт, **tropos** - йўналишлар) ва кучга таъсир қилиш (инотроп) (юнон. **Inos** - мушак, пай) деб номланган юрак қис-қаришларининг кучсизланиши ва узилиши пайтида салбий таъсирлар, кучайиши ва тезлашиши пайтида эса-ижобий таъсирлар тўғрисида гапирилади. Вегетатив асаб тизимини ўтказувчи тизим бўйлаб асаб импульсини ўтувчанлигига таъсири драмотроп (юнон. **Dromos** - югуриш), юракнинг кўзгатувчанлигига таъсири - батмотроп (юнон. **Bathmos** - бўсаға, зина) сифатида белгиланади. Уларнинг ичида ҳам ижобий ва салбий самаралар фарқланади.

1921 йилда Loewi O. томонидан вегетатив толаларнинг учларида медиаторларнинг микросекрецияси мавжуд бўлиши ва улар асиб импульсларини гуморал ўтказилишини таъминлаши очилган. Чунки парасимпатик тола охирларида ацетилхолин, симпатик тола охирларида норадреналин ажралади, биринчилари холинэргик, иккинчилари эса - адренэргик деб номланган. Ушбу фарқлар, фақат постганглионар толалар учун характерлидир, чунки симпатик ва парасимпатик тизимнинг преганглионар толалари ацетилхолин ажратади.

Вегетатив асаб тизими бўлимларини юрак фаолиятига таъсирини ўрганишнинг асосий усуллари-асаб толаларини кўзғатиш, юракни денервация қилиш ва алоҳида асаблар фаолиятини фармакологик тўхтатиш ҳисобланади. Юрак асабларининг ва уларнинг медиаторларини таъсир кўрсатиш механизми ўтказувчи тизимнинг алоҳида толаларида ва ишчи миокардда микроэлектродли техникадан фойдаланган ҳолда ўрганилади.

Хронотроп таъсири. Парасимпатик асаб толаларини кўзғатган пайтда ёки синоаурикуляр-тугунга бевосита ацетилхолин билан таъсир қилинганда юрак қисқаришларини камайиши ёки вақтинчалик тўхташи, яъни салбий хронотроп самара кузатилади

Адашган асаб кучли кўзғатилган пайтда (200-250 гц) юрак тўхташи мумкин. Бу ҳолатда диастолик деполяризация йўқолади ва синоаурикуляр тугун хужайраларининг гиперполяризацияси башланади. Гиперполяризациянинг ривожланиши ушбу хужайраларнинг кўзгалувчанлигини пасайтиради ва навбатдаги кўзғалиш импульсини пайдо бўлишини қийинлаштиради. Адашган асаб кўзғатилган

пайтда ритмни ўтказувчи тизимнинг бошқа қисмлари ёки хаттоки Гис тутамларининг толалари ҳам ўз зиммисига олишлари мумкин.

Хужайраларнинг қўзғалувчанлигини Фролькис В.В., ацетилхолин таъсири остида ёки адашган асаб қўзғатилган пайтда миокардиал толаларнинг кутбланиш даражаларини ўзгариш механизмларини таҳлил қилиб, бунда, уларнинг мембраналарида калий ионларининг кирувчи ва чиқувчи тоқларини ўтказувчанлигини ортиши муҳим аҳамиятга эга эканлигини кўрсатган. Хужайралараро бўшлиқда адашган асаб қўзғатилган пайтда калий концентрациясининг кўпайиши гиперполязациянинг ривожланишига, яъни синусли ритмни сўнишига кўмаклашади.

Юракнинг фаолиятига симпатик асаб тизимнинг таъсир кўрсатиш самараси, илк бор, 1866 йилда ака-ука Цион (Сyon) лар томонидан баён этилган. Улар, юрак қисқаришлари ритмини тезлашишини, яъни ижобий хронотроп самарани кузатишган. Кейинчалик ушбу самара Павлов И.П. томонидан (1882-1887) баён этилган. Симпатик толаларнинг таъсири остида суст диастолик деполяризация тезлашади ва мембрана потенциали тезроқ бўсаға даражасигача кўтарилади. Симпатик асаблар юракнинг ўтказувчи тизимини барча бўлимларини автоматизмини оширади ва синоаурикуляр тугуннинг функцияси сусайтирилган пайтда иккинчи тартибли пейсмейкерлар ўз зиммасига ритм бошловчиси функциясини тезроқ олиши ва унинг самараси қанчалик таъсирли бўлиши ушбу асабларга боғлиқдир.

Инотроп таъсир. Юрак ритмининг ўзгаришлари ўз-ўзидан қисқаришлар кучига сезиларли таъсир кўрсатади, лекин, бундан ташқари, юрак асаблари бевосита қисқа-рувчанликка таъсир кўрсатиши мумкин. Адашган асаблар таъсири остида юраколди бўлмачаларнинг қисқаришлари кучи камайди, яъни салбий инотроп самара кузатилади. Бу қонни систолик ҳайдалишини камайишига яъни юрак ишини камайишига олиб келади. Бундай самара ацетилхолин киритилганда ҳам кузатилади.

Адашган асабнинг қўзғатилиши меъдачаларнинг қисқариши кучини ҳам камайтиради, лекин самара юраколди бўлмачаларникига қараганда камроқ даражада намоён бўлади.

Дромотроп таъсир. Нормода, юрак асаблари, қўзғалишни ўтказилишига фақат АВ-тугун соҳасигина таъсир кўрсатади. Симпатик асаблар атриовентрикуляр ўтказишни рағбатлантиради ва шу туфайли юраколди бўлмачалари ва меъдачаларнинг қисқаришлари ўртасидаги интервални қисқартиради - ижобий дромотроп.

Адашган асабнинг (айниқса, чап томондагисининг) таъсири остида эса атриовентрикуляр ушланиш асаб импульсини ўтказишни тўлиқ блокада бўлишига қадар катталашади, яъни салбий атриовентрикуляр самара кузатилади. Вегетатив асаб тизимининг ва унинг медиаторларини бундай таъсирлари АВ-тугун ҳужайраларининг алоҳида хусусиятлари билан тушунтирилади: диастоладаги мембрана потенциали ва ҳаракат потенциалини ортиш тезлиги, юраколди бўлмачалар миокардининг ва меъдачалар ўтказувчи тизимининг ҳужайраларидагига нисбатан уларда пастроқ бўлади. АВ-тугун ҳужайраларининг ҳаракат потенциалини ортиши тезлиги адашган асаблар таъсири остида пасаяди ва симпатик асаблар таъсири остида эса кучаяди. Ўтказиш тезлиги ҳаракат потенциали ортишининг кескинлиги билан боғлиқ бўлганлиги учун, унинг ўзгаришлари ўтказувчанликда ўз аксини топади.

Батмотроп таъсир. Тўқималар қўзғалувчанлигини ўзгаришларида, яъни қўзғалиш бўсағасини ортиши ёки пасайишида намоён бўлади. Вегетатив асаб медиаторларини юракка батмотроп таъсири тўғрисида ишонарли маълумотлар олинган. Симпатик асаблар фақатгина қўзғалувчанлик пасайган ҳолатдагина уни ошириши аниқланган.

11 маъруза. ЮРАК ФАОЛИЯТИНИ РЕЛЕКТОР БОШҚАРУВИ

Рефлектор бошқарувидаги рефлексоген зоналари. Орқа мия. Узунчоқ миyanинг ўрта парасимпатик маркази. Гипоталамус. Катта ярим шарлар пўстлоғи.

Кўпчилик сут эмизувчилар ва инсонда ҳам, юрак меъдачаларининг фаолияти фақат симпатик асаб тизими томонидан назорат қилинади. Юраколди бўлмачалар ва айнақса, синоаурикуляр тугун симпатик ва парасимпатик асаб тизимлари назорати остида бўлади. Ушбу таъсирлар маълум бир характерга эга ва уларни тажрибада, импульсни у ёки бу йўли билан ўтишида кўриш мумкин (бунда ўтказишни толаларнинг фақат битта тури сақлаб қолади). Итнинг юрак қисқаришлари частотаси парасимпатик таъсирлар тўхтатилган пайтда дақиқасига 100 та уришдан то 150 тага ва ундан кўпроққа тезлашади. Юлдузсимон ганглияларни (улардан юракка симпатик асаблар боради) олиб ташлаш юрак ишини доимий равишда пасайишини пайдо қилмайди, чунки ушбу марказларнинг тонуси

нормада кучсиз намоён бўлади. Тўлиқ денервация қилинган юракнинг ритми тинчлик ҳолатидаги қисқаришлар частотасига қараганда сезиларли даражада тезлашганлиги туфайли, тинчлик ҳолатида парасимпатик асабларнинг тонуси симпатик асаблар тонусидан кучли ҳисобланади. Узунчоқ миёдаги парасимпатик марказларнинг юқори тонуси турли рецепторлардан марказга интилувчи асаблар бўйича ўтадиган импульслар билан доимо кучайтирилиб турилади. Айниқса, аорта ёйидан ва каротид синусдан келаётган импульслар катта аҳамиятга эга. Ушбу асабларни узиб қўйиш адашган асаблар ядроси тонусини кескин пасайишини ва юрак қисқаришларини тезлашишини пайдо қилади. Ушбу ядролар тонусини мустаҳкам ортиши қисқаришлар ритмини сусайишига (брадикардияга - юнон. **Bradys** - суст), улар тонусини мустаҳкам пасайиши эса қисқаришларни тезлашишига (тахикардияга - юнон. **Tachys** - тез) олиб келади.

Адашган асаблар ядросининг тонуси нафас олиш фазасига ҳам боғлиқдир. Нафас чиқаришнинг охирида ва кейинги нафас олишининг бошланишида у кўтарилади, шунинг учун ҳам юрак фаолияти сустлашади. Ушбу самара нафас аритмияси дейилади ва агарда **вагус (vagus)** кесиб қўйилса, у йўқ бўлади.

Адашган асаб ядросининг тонусига айрим кимёвий омиллар ҳам таъсир қилади. Уларнинг ичида, буйракусти безларининг мағиз моддаси қонга ажратадиган адреналин ҳамда кальций ва калий ионлари, қондаги карбонат кислотасининг миқдори алоҳида аҳамиятга эга. Симпатик ва парасимпатик тизимлар турли аъзалар, жумладан юрак функцияларини бошқаришида антагонист ҳисобланиши ҳолати умумий қабул қилинган. Лекин, бундай реципрок муносабатлар ҳар доим ҳам қоида ҳисобланмайди. Масалан, кучланмасдан иш бажариш пайтида вагусли тонусни сусайиши доминанта ролини ўйнайди ва симпатик таъсирнинг кучайиши содир бўлмайди. Лекин, Бейнбридж рефлекс пайтида (ўнг юраколди бўлмачага қўшимча миқдорда суюқлик киритилган пайтда юрак ишининг тезлашиши) симпатик асаб тизимини кўзғалиши адашган асаблар тонусини ўзгаришига нисбатан катта аҳамиятга эга. Юракка симпатик ва парасимпатик таъсир кўрсатувчи нейронлар популяцияси бир турда эмас. Г.П. Конради келтирган маълумотларга кўра, кўкракнинг преганглионар симпатик толаларидан ҳаракат потенциалларини ёзиб олиш пайтида тола шохчалари ҳосил қилган нейронлар орасида 80% миё устунининг

пастки қисмини қўзғатилишига импульслар разряди билан жавоб беради. Уларнинг орасидан фақат 20-30 % да фаоллик юрак қисқаришлари билан синхрон бўлади, нейронларнинг 10-20 %, артериал босим ўзгаришлари билан боғлиқ бўлмаган фаолликка эга. қонга адреналинни киритилиши ушбу нейронларнинг 70% да фаолликни тормозлайди, 30 % да эса кучайтиради. Ингилиз физиологи А. Хант 1897 йили, биринчи бўлиб симпатик ганглияни (юлдузсимонни) ва парасимпатик асабни бир вақтда рағбатлантиришга уриниб кўрди, кейин эса, бу тажриба И.П. Павлов томонидан қайтарилган. Натижада, адашган асабнинг салбий хронотроп самараси симпатик таъсирнинг ижобий хронотроп самарасидан устун туришини аниқлашган. Кейинги тадқиқотларда, ушбу вегетатив асаблар бир вақтда рағбатлантирилганда бошқа салбий самараларни ҳам: яъни батмо-, дромо-ва инотроп самараларни устунлиги аниқланган. Ушбу самарани белгилаш учун америкалик олим М.Леви томонидан «акцентланган антагонизм» атамаси таклиф қилинган.

Симпатик тизимнинг фаоллигини ошиши билан бирга парасимпатик асаб тизими юракка кўрсатадиган тормозли таъсирларини ҳам аста-секин фаоллашуви кузатилади. Бу, физиологик аҳамиятга эга, чунки юрак ритмини вагусли сусайишини симпатик ижобий инотроп таъсир билан бирга содир бўлиши юрак ишини сама-радорлигини ошишига кўмаклашади. қисқариш частоталарининг сусайиши диастолани узайишига, юрак бўшлиқларини қон билан тўлдирилиши зарбли ҳажмни кучайишига олиб келади. Тажрибада, бир вақтда қўзғалиш-нинг самарасини вегетатив асабларни қурбақа фаолия-тига таъсирини ўрганиш орқали кузатиш мумкин. Уларда, адашган ва симпатик асаблар битта томир-асаб боғламида ўтади. Адашган асаб анча қисқа яширин (латент) даврга эга ва шунинг учун, унинг самараси, аввалом бор, частотанинг камайиши ва қисқаришлар кучини (амплитудасини пасайиши ёки катта қўзғатиш кучи таъсирида юракнинг тўхташи) ўзгариши кўринишида намоён бўлади. Лекин, бу пайтда, агар қўзғатиш давом эттирилса, унда «юракни вагус таъсиридан қочиши» самарасини кузатиш мумкин, чунки симпатик асабни қўзғалиш самараси пайдо бўлади. Юрак қисқаришлари янгитдан пайдо бўлади, қисқаришларнинг частотаси ва кучи ортади. Юракни адашган асаблар таъсиридан қочиши, уларни тормозловчи таъсирини пасайиши оқибати ҳисобланади. Ушбу ҳодисанинг келиб чиқиши са-

бабларидан бири сифатида миокард холинорецептор-ларининг сез-гирлигини пасайиши диққатга сазовардир, яъни уларни медиатор-ларга енгил адаптацияси оқибатида узоқ муддат қўзғатилганда унинг самараси йўқолади. Ундан ташқари, ушбу ҳодисанинг са-бабларидан бири юрак ичидаги асаб структураларида медиатор заҳираларини камайиши, симпатик асаб марказларини рефлекторли фаоллашуви ҳамда миокард томонидан холинолитик самарага эга бўлган макроэргик бирикмаларни ўзини-ўзи бошқариш орқали ажратилиши кабилар ҳам бўлиши мумкин.

Холинэргик ва адреноэргик иннервацияларнинг ҳамкорлиги пастганглионар толаларнинг охирларида ҳам мавжуд. М. Г. Удель-новнинг лабораториясида, масалан, вагусли иннервация тоник қўзғалишнинг симпатик самарасини пасайтириши ва бунда тор-мозловчи таъсир кучи бўлиши аниқланган. Шу билан бирга, юрак ишини фаоллашуви пайтида вагусли тонуснинг сусайиши адре-нергик таъсирларни бирмунча тезлашишига кўмаклашиши ҳам мумкин. Лекин, вагусли таъсирнинг тескари самараси борлиги ҳам кўрсатилган, яъни бу ҳол, айрим маълумотларга кўра, аце-тилхолинни ажралиб чиқиши норадреналинни ажратилишига кўма-клашиши ёки унинг қайтар ташилишини симпатик асаб толаларининг терминаллари томонидан камайитириши мумкин. Юрак фаолиятини рефлекторли бошқаришда узунчоқ ва орқа миялар ҳамда оралик миянинг гипоталамик соҳаси катта яримшарларнинг мотор ва премотор соҳалари ҳам қатнашади. Марказий асаб тизимига импуль-слар юрак-нинг барча бўлимларидаги туташ томирлар ва маги-страл томирларнинг рефлексогон соҳаларидаги рецепторлардан келади.

Ўтган асрда **Dogiel A.S.** томонидан юракда юза бирлигига, бошқа аъзолардагига нисбатан кўп рецепторлар тўғриси келиши то-пилган.

Рефлектор юрак реакциялари миокард толаларини пассив чўзилишида, уларни фаол кучланишида, қон босимини ўзгариши пайтида томирлар деворини кучланишида ва қонда водород ион-ларини миқдорини ортишида (кислород кучланишини ўзгариши) пайдо бўлади.

Юрак рецепторларидан келувчи афферент адашган толалар-нинг ва яқин жойлашган томирларнинг рефлексогон соҳаларининг бир қисми уларни узунчоқ мия билан боғлайди. Уларнинг бошқа қисми, кўрсатилган рецепторларни орқа мия билан боғлайди. То-

лалар, орқа мияни орқа томонидаги илдизчалари таркибида биринчисидан то еттинчи кўкрак сегментларигача ўтади.

Юраколди бўлмачаларнинг якка парасимпатик толаларидан ажратилган: бета-рецепторлар, пассив чўзи-лишга жавоб беради ва альфа-рецепторлар, миокарднинг фаол кучланишига реакция қилади. Альфа-рецепторлар-дан келувчи импульслар юраколди бўлмачалар систоласига мос келади. Уларнинг пайдо бўлиши юраколди бўлмачаларда босимни ортишидан олдин ёки у билан бир вақтда содир бўлади, тугаши эса, максимал босимга етишига мос келади. Импульсларнинг сони юраколди бўлмачаларнинг систоласидаги босимга пропорционалдир. Юраколди бўлмачаларининг бета-рецепторларидан чиқадиган импульслар, унинг диастола фазасида пайдо бўлади. Бета-механорецепторлар юраколди бўлмачалари қон билан тўлганда, уларни пассив чўзилишига реакция қилади. Юраколди бўлмачаларнинг бета-рецепторли соҳасидан келувчи импульслар частотаси ва уларни қон билан тўлишининг катталиги ўртасида бевосита боғлиқлик мавжудлиги топилган. Пастки кавак венани боғлаб қўйиш бета-рецепторлардан импульсларни келишини камайишига ёки тўхташига олиб келади.

Юрак меъдачаларида ҳам механорецепторлар мавжуд. Сут эмизувчиларда, юракнинг бу бўлимларида механорецепторлар юраколди бўлмачалардагига нисбатан кам. Механорецепторлар меъдачалар эндокардида, аортанинг ва ўпка артериясининг ёнида жойлашган. Рецепторларнинг модаллиги бир хилда бўлмайди. Уларнинг бир қисми меъдачалар систоласининг изометрик фазасида миокардиал толаларни кучланиши пайтида, бошқалари эса ҳайдалиш фазасида фаоллашади ва яна бир қисми, атриовентрикуляр клапанлар очилгандан кейин улар қон билан тўлган ва меъдачалар ичидаги босим ортган пайтда меъдачаларни чўзилиши билан рабатлантирилади. Меъдачалар ичидаги босимни ортиши импульслар сонини ва частотасини кўпайишига олиб келади.

Эпикардиал механорецепторлар меъдачаларнинг диастолик ҳажмини ортишига реакция қилади. Механорецепторлар перикардда ҳам айниқса, ёнидан ўтган томирларга (аортага, кавак веналарга ва ўпка артерияларига) ёпишган жойларида топилган. Ушбу рецепторларнинг фаоллиги меъдачаларнинг систоласига синхрон бўлади ва миокардни қисқаришини кучайиши пайтида ортади.

Афферент импульслари симпатик устунлардан ёзиб олинган рецепторлар юраколди бўлмачаларнинг ва айрим ҳолларда меъдачаларнинг юзасида жойлашган бўлади. Улар айниқса, чап коронар артерия, аортанинг кўкрак қисми, ўпка артериясининг устуниди, ўпка веналари, перикард ва плевра соҳаларида кўп.

Рецепторлар, юраколди бўлмачалар ва меъдачалардаги босимни ҳар бир кўпайиши ёки камайишида коронар артериялар тонусини ўзгаришида фаоллашади. Импульслар, юраколди бўлмачаларининг систоласи ва диастоласига, меъдачаларнинг систоласига синхрон бўлади. Уларни ортиши ёки камайиши коронар артерияларни қон билан тўлишини тезлашиши ёки камайишига мос келади. Hess C. L. et all. маълумотларида, юрак ва коронар тизимни алоҳида перфузиясида меъдачалар рецепторларидан келадиган симпатик шохлардаги афферент толалар импульсларининг сони ва частотаси меъдачалардаги максимал босим катталигига тўғри пропорционал эканлиги кўрсатилган. Худди шундай боғлиқлик, коронар артериянинг рецепторларини фаоллиги билан улардаги босим ўртасида ҳам топилган.

Юрак ишидаги рефлекторли ўзгаришлар, аортанинг бошланғич бўлимида ва умумий уйқу артериясини ташқи ва ички қисмларга шохланган соҳаларида жойлашган рецепторларни кўзатиши пайтида ҳам пайдо бўлади. Умумий уйқу артериясини бўлиниш жойида кенгайган қисмини каротид синус (**sinus caroticus**) ёки уйқу синуси деб аталади. Юрак-томир тизимининг рецепторлар жойлашган қисмлари томирли рефлексоген соҳалар деб ном олган. Синокаротид рефлексоген соҳа - бу механо- ва хеморецепторларни зич тўпланган жойи. Улардан чиққан афферент толалар, синусли асаб (Геренг асаби) томонидан белгиланадиган, марказга интилувчи асаб ўзагидан ўтади. Бу асаб, тил-халқум асаби таркибида узунчоқ миёга киради.

Аортал рефлексоген соҳа - бу барорецепторлар ва хеморецепторларни аорта ёйида ва унинг параганглиялари атрофида тўпланган жойидир. Ушбу соҳанинг асосий афферент асаби депрессор (аортал) асаб ҳисобланади. Ушбу асабни ҳосил қиладиган нейронларнинг танаси узунчоқ миёда адашган асабнинг ганглияларида жойлашган. Аортани рефлексоген соҳасининг афферент иннервацияси орқа миёанинг юқори кўкрак сегментларидаги орқамия толаларини ҳам ўз ичига олади. Аортадаги ва синокаротиддаги

соҳалар ўхшашдир, аммо охиргисининг қўз\алиш бўса\аси анча паст.

Рефлексоген соҳаларнинг механорецепторлари томирлар деворининг чўзилиши учун қўз\атувчи бўлиб ҳисобланади ва қон босимини ошишида хизмат қилади. Босимнинг ўзи механорецепторларга қўз\атувчи сифатида таъсир кўрсатмайди.

Депрессор ва синусли асаблардан потенциалларни ёзиб олиш, ҳар бир систолада импульсларнинг частотаси ортиб боришини кўрсатади. Агар артериялардаги босим 80-100 мм. с.у. га тенг бўлса диастола пайтида импульслар тўхтайди. Шундай қилиб, аорта ва каротид соҳаларнинг афферентларида импульсларнинг частотаси ва умумий қувват, маълум бир даражада бир-бирига қарам бўлмаган омилларга: артериал босимни систолик ошишининг катталигига, уни ортиб бориш тезлигига ва артериялардаги ўртача босим даражасига бо\лиқ. Аорта ёйида ва каротид синусда қон оқимининг ортиши ушбу соҳаларнинг рецепторларини ра\батлантиради ва рефлектор йўл билан томирларни кенгайтиришни ва брадикардияни тезлаштиради. Қон оқимининг камайиши ва босимнинг пасайиши аорта ёйининг рецепторларини ва каротид синусни ра\батланиши орқали чақирилиши мумкин. Артериал босимнинг пасайиши томирлар тонусини рефлекторли ортишини ва тахикардияни вужудга келтиради. Ушбу рефлекторли жавобни ҳайвон ва одамларнинг қонига томирлар тонусини пасайтирувчи ёки оширувчи моддалар киритилса кузатиш мумкин. Уларнинг таъсири остида, босим мос равишда пасаяди ёки ортади ва аорта деворлари ҳамда каротид синусларни чўзилувчанлигини ўзгартириб у жойдаги механорецепторларнинг камайиши ёки кўпайишига олиб келади.

Юрак қисқаришлари частотасининг ортиши каротид синусда босимни меъёридагидан ҳам пасайган пайтида содир бўлади. Аортал ва каротид рефлексоген соҳаларда ҳаракат потенциаллари босимни ҳар бир систолик ошишида ёзиб олинади. Уларнинг рецепторларидан келадиган импульслари узунчоқ миёга ўтади ва адашган асаб ганглияларининг нейронларини ва орқа миёга тушувчи толаларни ҳамда симпатик преганглионар марказларда таъсир кўрсатувчи нейронларни қўз\атади. Шундай қилиб, аортанинг механорецепторлари ва каротид синусдан келадиган импульслар юракни тормозловчи вагус нейронларини тоник

кўз\алишини шакллантиришда қат-нашади ва спинал вазоматарли симпатик нейронларни бирозгина тормозлайди.

Артериал босим пасайган пайтда юқорида айтилган соҳаларнинг рецепторларини ра\батлантириш камаяди ва вагуснинг тонуси пасаяди. Натижада, юрак қисқаришлари частотаси ортади. Вагуснинг юракка тормозловчи таъсири қон босими 40-50 мм.с.у. дан паст бўлганда умуман йўқолади.

В.М.Хаютиннинг тадқиқотларига кўра аортал ва ка-ротид соҳадаги рефлексларнинг аҳамияти артериал босимни доимийлигини ушлаб туришда эмас, балки организмнинг ҳолатидан келиб чиққан ҳолда қон айланишини умуман оптималлаштиришдан иборат. Масалан, кучли мушак ишлаши пайтида қоннинг босими 150-180 мм.с.у. гача кўтарилади. Тинч ҳолатда вазоактив моддалар ёрдамида босимни бундай ошиши рефлекторли брадикардияга олиб келади. Мушак иши пайтида босимни ошиши, албатта тахикардия билан бирга содир бўлиб, иш қанчалик о\ир бўлса, у шунчалик сезиларли даражада бўлади. Шундай қилиб, артериал босим катталиги гомеостатик кўрсаткичларга кирса ҳам, унинг даражаси ҳар хил бўлиши ва организмнинг ҳолатига мос келиши мумкин.

Ушбу рефлексоген соҳаларда борорецепторлардан ташқари хеморецепторлар ҳам мавжуд. Уларни кислороднинг кучланишига сезгирлиги жуда юқори, аммо карбонат ангидрид газининг кучланишига ва уларни ювиб турган қондаги водород ионларининг концентрациясига сезгирлиги анча паст. И.С. Бреславнинг умумлаштирувчи маълумот-ларига кўра қонда кислород миқдорини камайишини ёрқин намоён бўлишининг бир кўриниши юрак қисқаришларини тезлашиши ҳисобланади ва у, артериал қонни кислород билан тўйинишини пасайишига чизиқли бо\лиқликда бўлади. Кислородга бой газ аралашмасини нафас орқали олиш юрак уришларини сусайишига олиб келади.

Организмни гипоксия шароитларига мослашувини ўрганишга ба\ишланган кўп сонли тадқиқотлар, юрак-томир тизимини функционал ҳолатини ўзгаришлари иккиламчи эканлигидан далолат беради, чунки улар нафас олишни тезлашишига олиб келади. Ўпка вентилляциясини ортиши ҳам рефлексоген соҳаларнинг хеморецепторларини ва тезлашган нафас олиш фонида ўпкани чўзилиш рецепторларидан келувчи эфферент импульсларнинг фаоллашуви билан бо\лиқ. Шу билан бирга аорта ва каротид соҳаларнинг хеморецепторлари юрак фаолиятини рефлекторли

бошқаришда иштирок этиши тўлиқ исботланган. Аммо уларнинг аҳамияти бир хил қийматга эга эмас. Бу, итнинг синокаротид соҳаларини денервация қилинган пайтда, кислород миқдори етарли бўлмаган газ аралашмаси билан нафас олинганда қон айланиши томонидан функционал ўзгаришлари сезиларли бўлмаслиги тажрибада исботланган. И.С. Бреслов, хорижий муаллифлар **Daly J., de Burgh, Daly M. de Burgh** маълумотларига асосланган ҳолда, аортал ва синокаротид соҳалар хеморецепторларидан келадиган рефлекслар ўртасида сифат жиҳатидан фарқлар мавжудлигини кўрсатди. Каротид соҳа рабатлантирилган пайтда брадикардия, аорта хеморецепторлар рабатлантирилганда эса - типик тахикардия ўпка томирлари тизимининг қаршилигини ортиши билан бирга ривожланади.

Юрак фаолиятини рефлексорли бошқаришга биргаликда содир бўлувчи кардиал рефлекслар ҳам киради. Улар, рефлексоген соҳаларни кўзатилишига жавобан пайдо бўлиб, қон айланишини бошқаришда бевосита иштирок этмайдилар. Мисол тариқасида Гольтц рефлексини (**Holtz F.L.**) келтириш мумкин. Қорин бўшлиғини интерорецепторларини (Гольтц тажрибаларида курбақанинг ичаги ва меъдаси жойлашган соҳага зарба бериш) кўзатиш, юрак қисқаришлари частотасини, токи юрак фаолиятини тўхтатишига қадар, рефлексорли пасайишга олиб келади. Ушбу рефлекснинг марказга интилувчи йўллари меъда рецепторларидан келади ёки ичакнинг рецепторларидан чанок асаби бўйлаб орқа миёга боради ва узунчоқ миёдаги адашган асаб ядроларигача етиб боради. Бу ердан, юракка боровчи адашган асаблар ҳосил қилган рефлексларнинг марказдан узоқлашувчи йўллари бошланади. Юрак фаолиятини ўхшаш ўзгаришлари айрим экстрорецепторлар кўзатилган пайтда содир бўлади. Юракни рефлексорли тўхташи қорин соҳасидаги териси кескин совутилган пайтда кузатилиши мумкин.

Юрак фаолиятининг секинлашишини ва артериал босимнинг пасайишини Данини-Ашнернинг соматовисцерал кардиал рефлексига кузатиш мумкин (**Dagnini G., Aschner B.**). Кўз косаси босилган пайтда, қисқа муддатга юрак қисқаришлари частотасини дақиқада 10-20 уришгача камайиши кузатилади. Ушбу рефлексда эфферент звенонинг ролини адашган асаблар ўйнайди. Данини-Ашнер рефлекси клиникада беморлардаги тахикардияини тўхтатиш учун қўлланилади. Бир қатор кардиал рефлекслар, амалий тиббиётда, вегетатив асаб тизимининг ҳолати тўғрисида фикр юритиш учун қўлланилади. Уларга, юқорида айтилган Данини-Ашнернинг кўз-

юрак рефлекси, нафас-юрак рефлекси (юрак уришларини нафас чиқаришнинг охирида ва кейинги нафас охирида ҳамда кейинги нафас олишнинг бошланишида камайиши) ортостатик реакция (ётган ҳолатдан турган ҳолатга ўтилган пайтда юрак уришларини ортиши ва артериал босимнинг кўпайиши) ва бошқалар киради.

Бир қанча гуморал агентлар юрак фаолиятига таъсир қилади

Катехоламинлар миокард томонидан кислородни истеъмол қилишини қисқаришлар тезлигига мос ҳолда оширади. Бу эса, мос равишда кислород истеъмолини оширишидан далолат беради ва натижада тўқималарда АДФ миқдори ортади, яъни миокарднинг фаолияти жараёнларида АТФ ни дефосфорилланишининг катталиги билан корреляцияланади (**Stam A.S. et al.** - Кондроп В.И. бўйича келтирилган).

Циклик аденозинмонофосфат фосфорилазани ҳам фаоллаштиради ва у, бир томондан гликогенни парчаланишига ва қисқарувчи кардиоцитлар учун энергия бўлиб хизмат қилувчи глюкозани ҳосил бўлишига кўмаклашади. Иккинчи томондан, ҳужайра мембраналарини кальций ионлари учун ўтказувчанлигини ва кальцийни ҳужайра ичидаги деподан озод бўлишини кучайтиради. Натижада, миокарднинг кўзғалиши ва қисқаришини электромеханик ҳамкорликдаги жараёнлари ривожланади. Сустрек кўтарилувчи кальций токини ўсиши ва ҳаракат потенциалини «плато» фазасини давомийлигини кўпайиши ёзиб олинади. Натижада, миокарднинг қисқарувчанлиги ортади, яъни ижобий инотроп самара кузатилади.

Катехоламинларнинг ижобий хронотроп таъсирида цАМФ нинг иштирок этиши исботланган. Қаламуш юрагининг тўқималари ҳужайраларидан тайёрланган культурада цАМФ (10^6 - 10^5 г мол/л) юрак қис-қаришлари частотасини тез ва турғун оширади (Krause D.G. et all.). Пуркинье ҳужайраларида цАМФ ни ионофорези ҳаракат потенциалини «плато» фазасининг давомийлигини ошишини ва пейсмеркли фаолликни тезлашишини кучайтирган. цАМФнинг тўпланиши ва кальцийли токнинг ортиши етакчи пейсмеркер (синоаурикуляр тугун) ҳужайраларида ҳам спонтан диастолик деполяризацияни тезлашишига, яъни қисқаришлар частотасини ортишига олиб келади.

12-маъруза. ЮРАКНИ ГУМОРАЛ БОШҚАРУВИ

Ацетилхолин, адреналин,. Н-холинорецепторлар, М-холинорецепторлар. Ички секреция безлар гормонлари ва турли ионларнинг юрак фаолиятига таъсири

Юрак фаолиятини симпатик ва парасимпатик назарот қилишнинг медиаторли механизлари, нейромедиаторлар бўлмиш норадреналин ва ацетилхолинни юрак ичидаги ганглияларни ёки миокардиал хужайраларни нейрон-ларининг мембранасидаги ўзига хос рецепторлари билан ўзаро ҳамкорлик қилишига асосланган. Юрак ишини бошқаришда буйракусти беzi ма'изининг гармонлари-катехоламинлар (адреналин ва норадреналин) ҳам муҳим аҳамиятга эга. Улар қонга келиб тушганда, симпатик асаб тизими кўз'атилгандаги самаралар (юрак қисқаришлари ритмининг тезлашиши ва амплитуданинг катталашishi) кузатилади. Нормал шароитларда норадреналин адреналинга нисбатан кам миқдорда ажралади ва шу туфайли, одатда адреналиннинг самараси тў'рисида гап юритилади.

Адреналин ва норадреналин миокарднинг бета-адренорецепторлари билан ўзаро ҳамкорлик қилади ва бунинг оқибатида АТФ ни циклик аденозинмонофосфатга (цАМФ) айланишини катализловчи аденилатциклаза энзимининг фаоллашуви содир бўлади. цАМФ миқдорининг кўпайиши, АТФ нинг фосфати ҳисобига кардиоцитларнинг оксигенини каталитик фосфорилланишини амалга оширувчи протеинкиназалар тўпламини фаоллашувига олиб келади. Оксилларнинг фосфорилланиши кардиоцитлардаги электрли, биосинтетик ва қисқарувчанлик жараёнларни ҳолатини ўзгартиради ва ижобий инотроп рефлексларни ишга солиб юборади.

Катехоламинлар миокард томонидан кислородни истеъмол қилишини қисқаришлар тезлигига мос ҳолда оширади. Бу эса, мос равишда кислород истеъмолини оширишидан далолат беради ва натижада тўқималарда АДФ миқдори ортади, яъни миокарднинг фаолияти жараёнларида АТФ ни дефосфорилланишининг катталиги билан корреляцияланади (Stam A.S. et al. - Кондроп В.И. бўйича келтирилган).

Циклик аденозинмонофосфат фосфорилазани ҳам фаоллаштиради ва у, бир томондан гликогенни парчаланишига ва қисқарувчи кардиоцитлар учун энергия бўлиб хизмат қилувчи глюкозани ҳосил бўлишига кўмаклашади. Иккинчи томондан, хужайра мембраналарини кальций ионлари учун ўтказувчанлигини ва кальцийни хужайра ичидаги деподан озод бўлишини кучайтиради. Натижада, миокарднинг кўз'алиши ва қисқаришини электромеханик ҳамкорликдаги жараёнлари ривожланади. Сустр кўтарилувчи кальций токини ўсиши ва ҳаракат потенциалини «плато» фазасини давомийлигини кўпайиши ёзиб

олинади. Натижада, миокарднинг қисқарувчанлиги ортади, яъни ижобий инотроп самара кузатилади.

Катехоламинларнинг ижобий хронотроп таъсирида цАМФ нинг иштирок этиши исботланган. Каламуш юрагининг тўқималари хужайраларидан тайёрланган культурада цАМФ (106-105 г мол/л) юрак қис-қаришлари частотасини тез ва тур\ун оширади (Krause D.G. et all.). Пуркинье хужайраларида цАМФ ни ионофорези ҳаракат потенциалини «плато» фазасининг давомийлигини ошишини ва пейсмеркли фаолликни тезлашини кучайтирган. цАМФнинг тўпланиши ва кальцийли токнинг ортиши етакчи пейсмеркер (синоаурикуляр тугун) хужайраларида ҳам спонтан диастолик деполяризацияни тезлашишига, яъни қисқаришлар частотасини ортишига олиб келади.

Барабанов С. В, Евлахов В.И. ва бошқаларнинг маълумотига кўра, миокард хужайралари юзасидаги бета -рецепторларнинг миқдори кўпчилик омиларга бо\лиқ ҳолда ўзгариши мумкин. Хусусан, симпатик асаб тизимини фаоллиги даражаси ошган ёки қонда катехоламин лар (адреналин, норадреналин, дафамин) миқдори кўпайган пайтда бета-рецепторларнинг сони камаяди, аксинча ҳолатда эса кўпаяди. Қалқонсимон безнинг гормонлари (айниқса, тироксин) ва буйракусти безларининг гармонли (кортизол) миокарддаги бета-адренорецепторларнинг сонини кўпайтиради ва бу, катехоламинларнинг самарасини кучайишига олиб келади. Юракнинг турли қисмлари ҳам ацетилхолинни сезиш хусусиятига эга. Бу ҳол, уларни парасимпатик асаб толалари билан иннервациялангани билан белгиланади. Шунинг учун улар билан иннервацияланган қисмлари кўпроқ сезувчанликка эга. Уларга синусли ва атривентрикуляр тугунлар юраколди бўлмачаларининг тўқималари киради. Меъдачаларнинг тўқималари ацетилхолинни сезиш хусусиятга эга эмас.

Холинорецепторларнинг никотинни сезувчи (Н-холинорецепторлар) ва мускоринни сезувчи (М-холинорецепторлар) икки тури аниқланган. Ацетилхолин юрак фаолиятининг турли томонларига мураккаб таъсир қилиш хусусиятига эга. Тормозловчи холинэргик самаралар яхши ўрганилган. Ушбу медиатор таъсирининг умумий самараси юрак қисқаришларини частотасини камайишида, кучини ва давомийлигини пасайишида намоён бўлади. Ацетилхолин таъсири остида, уни таъсир қилиш воситасига бо\лиқ бўлмаган ҳолда (медиатор сифатида ёки аппликация пайтида кимёвий модда сифатида), синусли тугун хужайралари ҳаракат потенциалининг пасайиши, тинчлик потенциалини ошиши, ҳаракат потенциали амплитудасини пасайиши кузатилади. Қўз\алиш кучининг ортиши ёки ацетилхолин миқдори кўп бўлган аппликация пайтида хужайраларнинг гиперполяризацияси 20-30 мВга ривожланади.

Бунда ҳаракат потенциали ривожланмайди ва юрак тўхтади.

Юраколди бўлмачалар ишчи миокардининг қисқа-рувчанлиги унга парасимпатик толалар бўйлаб импульслар келиб тушган пайтида пасаяди. Бу, кардиомиоцитлар ҳаракат потенциаллининг давомийлигини юраколди бўлмачаларнинг рефрактерли даврини камайиши ҳисобига қисқаришида намоён бўлади.

Атриовентрикуляр тугун соҳаси ўзининг функционал хусусиятларига кўра бир турда бўлмайди. Юраколди бўлмачалар миокардига келиб туташидиган қисмида, ацетилхолин ҳаракат потенциаллини қисқартиради ва унинг амплитудасини пасайтиради. Бу, асаб импульсини ўтишини қийинлаштиради ва секинлаштиради. Тугуннинг ўзини юқори қисмида ацетилхолин, асаб импульсини ўтишини тўлиқ тўхтатиши орқали ҳаракат потенциаллини ривожланишини пасайтиради. Унинг таъсири остида Гис болами толаларининг автоматик фаоллиги ўзгармайди. Ацетилхолин М-

холинорецепторлар билан ҳамкорликда ингибирловчи гуаниннуклеотиднинг фаоллигини кучайтиради ва у аденилатциклаза фаоллигини пасайтириб, гуанинатциклазани фаоллигини эса аксинча кучайтиради. Охиргиси гуанозинтрифосфатни (ГТФ) циклик гуанозинмонофосфатга (цГМФ) ўтказди. Хужайра ичида цГМФ миқдорининг ортиши ацетилхолинга бўлиқ калийли коналларни фаоллашувига ва калий ионларининг кирувчи токини ортишига олиб келади. Бу билан, мембраналарда пайдо бўлган гиперполяризация ҳолатини тушунтириш мумкин, ушбу ҳолат бундай хужайраларда ихтисослашмаган толалардагига нисбатан кучли намоён бўлади. Калийли ўтказувчанликни ортиши билан юраколди бўлмачалар толаларининг ҳаракат потенциаллини қисқариши, қисқариш кучини пасайиши, уларни спонтон диастолик деполяризацияси тезлигини камайиши ва юрак қисқаришлари частотасини камайишига ҳам бўлиқдир.

Ацетилхолинни ва адашган асаб бўйлаб юрувчи импульсларнинг гиперполяризацияловчи самараси, тўқи-манинг мембранали потенциали калий ионлар учун мувозанат потенциалига нисбатан қанчалик таъсир кўрсатиши билан аниқланади. Мембрана потенциали калийли мувозанат потенциалдан 10-20 мВ ортиқ бўлган синоаурикуляр тугун толаларида гиперполяризация кучли намоён бўлади. Бунга тескари ҳолда юраколди бўлмачаларининг ихтисослашмаган толаларини мембранали потенциали етарли даражада

юқори бўлади ва ацетилхолиннинг гиперполяризацияловчи самараси аҳамиятсиз бўлиши мумкин.

Giles W, Tsien R.W. ацетилхолиннинг салбий инотроп самараси қисқаришни ривожланиши учун зарур бўлган кальций ионларини хужайрага киришини камайиши билан боʻлиқ бўлса керак деб ўйлашган. Ацетилхолин томонидан чақирилган калийли ўтказувчанликни ортиши толанинг реполяризациясини тезлаштириб ва мембрана потенциални кўпайтириб, кировчи кальцийли токка қаршилиқ кўрсатади ва шундан келиб чиққан ҳолда, кальций ионларини толанинг ичига ўтишига қаршилиқ қилади. Ацетилхолин тўғридан-тўғри кальций ионларини трансмембрана орқали ташилишини пасайтириши ҳам мумкин.

Н-холинорецепторларнинг аҳамияти кам ўрганилган. Н-холинорецепторларни никотин ёки ацетилхолин билан юракнинг М-холинорецепторларини блокадаси шароитида кўзатилиши миокарднинг қисқарувчанлигини кучайиши билан бирга содир бўлиши аниқланган. Ушбу самара, эндоген норадреналинни миокарддан чиқишини кучайиши билан белгиланади деб ҳисобланади. Лекин, шундай маълумотлар ҳам борки, уларга қараганда миокарднинг Н-холинорецепторлари кўзатирилган пайтда юрак қисқаришлари кучини ортиши ноадренергик механизмлар билан ҳам таъминланади.

Юрак ишини бошқаришда қалқонсимон безнинг гармонлари - тироксин ва трийодтиронинлар ҳам муҳим рол ўйнайди. Улар, юракнинг функционал ҳолатига таъсир кўрсатишда умумий хусусиятга эга. Қалқонсимон без гормонларининг самаралари гипотиреоз билан хасталанган беморларда яхши намоён бўлади ва бу ҳолат, юракнинг қисқаришлари частотасини пасайтишида ва қисқариш функциясини кучсизланишида кўринади. Гипертиреоз пайтида юрак қисқаришларини тезлашиши ва кучайиши кузатилади.

Ушбу гормонлар томонидан кўрсатиладиган самараларнинг аниқ намоён бўлишига қарамасдан, уларни таъсир қилишнинг конкрет механизми унчалик тушунарли эмас. Ушбу гормонлар ва катехоламинлар таъсири остида юрак фаолиятидаги функционал ўзгаришларнинг ўхшаш-лиги эътиборни ўзига қаратади. Катехоламинларнинг таъсири тиреоид гормонлар томонидан ўртаҳол ҳолатга келтирилади деган тахминни текшириш бўйича тадқиқотлар ўтказилган (Геллер Л. И.)

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, гипертиреоз пайтида адреналин секрециясини рабатланиши ёки адрено-рецепторларнинг сенсibilлашуви кузатилмайди. Ундан ташқари, юрак мушагининг папилляр мушакларини қис-қариш функциясини кўтарилиши, тўқималарни катехоламинлардан тўлиқ озод бўлиши шароитида тиреоид гормонларнинг таъсири остида ёзиб олинади.

Тиреоид гормонлар таъсирининг самараси ваготамия пайтида кузатиладиган ўзгаришга ўхшашдир. Бундан ташқари, гипертиреоз бўлган ҳайвонларда адашган асабларни кўзатиш, назарат гуруҳидаги ҳайвонларникига нисбатан юрак уришини озроқ камайтиради. Бунда, ажралаётган ацетилхолин миқдори ҳам камаяди. Лекин, бу маълумотлар юрак қисқаришларини кучайиши ва тезлашиши парасимпатик асаб тизимининг функцияларини пасайишининг натижаси деб айтиб бўлмайди. Тирео-токсикоз пайтида ва адашган асаб бўйлаб импульслар кучайганда ҳам тахикардия бўлади. Тиреоид гормонларнинг ортиқча бўлиши ҳужайра мембраналарига кутбсизлантирадиган таъсир кўрсатади. Юрак мушаги ташқаридан киритилган тироксин ва трийодтиронинни жуда тез тўплайди, бунда, улар энг кўп миқдорда юракнинг ўтқа зувчителими элементларида топилади. Тиреоид гормонлар миозинда АТФа-зани фаоллаштиради деган маълумотлар мавжуд. Ушбу маълумотлар катта қизиқиш уйўтади, чунки гормонларнинг ушбу хусусиятлари, қалқонсимон без гормонларининг ижобий хронотроп самарасини ривожлан-тириш механизми тушунтиришга бевосита алоқадордир.

Барабанов С.В., Кельман Я. ва бошқалар, тиреоид гормонларни таъсир қилиш механизми, меъдачалар миокардининг кардиоцитларида миозиннинг изофермент таркибини тортибга солишда ва миокардда бета-рецепторлар сонини кўпайтиришда уларни бевосита қатнашиши билан тушунтиришган. Уларнинг фикри бўйича, бунинг ҳаммаси катехоламинлар самарасини юракда кучайтиради. Бу, тиреоид гормонларнинг тўқималарни катехоламинларга сезувчанлигини оширишида қатнашишидан далолат беради. Ушбу гормонлар ҳаддан ташқари кўпайганда (тиреотоксикоз), қаидага кўра, тахикардия юзага келади, юрак ритми бузилади, аритмияда кўпинча миокардда дистрофия ривожланади (тиреотоксик юрак).

Юрак фаолиятини гуморал бошқариш механизмидан тиреоид гормонларнинг кенг спектрли таъсирини олиб ташлаш эҳтимол мумкин бўлмаса керак. Уларнинг асосий самаралари турли алма-

шинув жараёнларига таъсир қилишдан иборат. Уларнинг таъсири энзимларни индукция қилиш ва митохондрия энзимларини фаоллаштириш йўли билан амалга оширилади. Бу ҳол, оксил синтезини, ёллар ва углеводларни оксидланиб парчаланишини кўпайтиради. Минераллар алмашинувида, хусусан, ҳужайра ташқарисидаги ва ичкарисидаги муҳит ўртасида электролитлар градиентини сақланишида уларнинг роли борлиги исботланган. Тиреоид гормонларни, миокарднинг қисқарувчи оксилларини электромеханик ҳамкорлиги учун зарур бўлган кальций алмашинувида роли борлиги кўрсатилган.

Юрак фаолиятига буйракусти безининг кортикостероид гормонларини таъсири носпецифик ҳисобланади, чунки у, глюко-ва минералокортикоидларнинг самараси билан боғлиқдир. Глюкокортикоидлар, катехоламинларнинг таъсирини, уларга бета-адренорецепторларни сезувчанлигини ошириш йўли билан кучайтиради. Минерало-кортикоидлар калий ва натрий ионлар градиентларини ҳужайра ичидаги ва ташқарисидаги муҳитда сақланишида иштирок этади.

Юракнинг функциясига муҳитнинг ионли таркиби ҳам таъсир кўрсатади. Ҳужайра ташқарисидаги суюқлик компонентларининг барчасини ичида калий ионлари энг кўп амалий аҳамиятга эга. Улар миқдорини ҳужайралараро бўшлиқда кўпайиши пайтида тинчлик потенциалини пасайиши кузатилади. Бу эса калий концентроцияси градиентини камайишига ва мембраналарни калий учун ўтказувчанлигини ортишига (ацетилхолинни юраколди бўлмачалар миокардига таъсири пайтидаги каби) олиб келади. Калий ионлари миқдорини (то 8 ммоль/л гача) икки марта ортиши кўзгалувчанликни ва импульсларни ўтказиш тезлигини ортиши билан бирга содир бўладиган аҳамиятсиз даражадаги деполяризациясига олиб келади. Калий концентрациясини анча кўпроқ ортиши пайтида кўзгалувчанлик, ўтказувчанлик тезлиги ва ҳаракат потенциалининг давомийлиги пасаяди. Бунинг натижасида қисқарувчанлик камаяди ва синоаурикуляр тугун ритмининг етакчиси сифатида фаолият қилишдан тўхтади. Калий концентрациясини 4 ммоль/л дан камроқ миқдоргача пасайиши, асосан пейсмеркернинг фаоллигини ошишига олиб келади.

Юрак фаолиятини бошқаришда кальций ионлари ҳам муҳим роль ўйнайди. Улар миокарднинг кўзгалулиши ва қисқаришини электромеханик тутатиш (бирикиш) бирлиги учун зарур. Улар,

ҳаракат потенциалининг таъсири остида саркоплазматик тўрдан чиқадилар ва бошқарувчи кальций, яъни реактив оксил тропонин с (ТР-с) билан бирикишади. Натижада, миозининг кўндаланг кўпикчаларини АТФ азали фаоллиги ортади ва бу, актиомиозинли мажмуани ҳосил бўлишини ва мушаклар қисқаришини таъминлайди. Шунинг учун, қонда кальций концентрациясини ортиши юрак қикаришларини кучи ва частотасини ортишини рабатлантиради (норадреналин таъсир этган пайтдагидек).

Натрий ионлари ҳам миокарднинг қисқарувчанлик функцияси учун зарурдир. Уларни ҳужайра ташқарисидаги концентрациясини камайиши пайтида саркоплазматик тўр цистернасида кальций ионларини ажратиши камаяди.

12 маъруза. ҚОН ТОМИРЛАР АНАТОМИЯСИ ВА ГИСТОЛОГИЯСИ

Артерия ларнинг аъзолар ичида тармоқланишининг қонуниятлари. Катта қон айланиш доирасининг веналари. Кичик қон айланиш доира сининг артерия ва веналари. Турли томирларнинг (аорта, артери ялар, каппилярлар, венулалар, вена ва сфинкторлар) гистологик тузилиши. Каппиляр турлари, қон томирларининг тузилиши ва функциясига қараб таснифлаш

Қон томирлари найча тузилишга эга, қон эса суюқлик бўлгани учун ҳам қоннинг томирлар бўйлаб оқиши (гемодинамика) суюқликларнинг найчалар бўйлаб оқиш қонуни –гидродинамикага бўйсунди. Демак, бошқа суюқликлар каби, қон ҳам, босими баланд жойдан босими паст томонга оқади. Бунда унинг оқиш тезлиги ёпишқоқлигига, томирлар девори билан қон заррачаларнинг ўзаро ишқаланиши туфайли ҳосил бўладиган қаршиликка боғлиқ бўлади. Бироқ организмда қон мураккаб биологик шароитларда ҳаракат қилади, бу эса организмда рўй бериб турадиган физик ҳодисаларга ўзига хос хусусият беради. Юрак ритмик равишда, муаян маром билан ишлаб, томирларга қонни бўлиб-бўлиб, порциялар ҳолида чиқарса ҳам, қон томирларда тўхтовсиз равишда, узлуксиз равишда оқади. Бунинг боиси шундаки, чап қоринчанинг ҳар бир систоласида аортага маълум миқдордаги қон, маълум кучли босим остида ҳайдалади. Бунда отилиб чиққан қон потенциал энергиясининг бир қисми томирлар қаршилигини енгиш, уларни тегишлича кучайтириш учун, қолган қисми эса қон заррачаларига ҳаракат бағишлаш учун сарф бўлади. Ҳар бир систолада отилиб чиққан қоннинг ҳаммаси томирларни энг тор жойлари –артериола ва капиллярлардан

навбатдаги систолагача ўтиб улгуролмайди. Натижада ҳар бир систолада отилиб чиққан қон потенциал энергияси навбатдаги систолагача қонга узлуксиз ҳаракат беришга етарли бўлади. Иккинчидан қоринчалардан зарб билан ҳайдалган қон таъсирида томирлар бир мунча кенгаяди, лекин уларнинг эластиклиги туфайли аввалги вазиятини, ҳолатини тиклашга, қисқаришга интилади. Бу ҳам қоннинг узлуксиз оқишида ёрдам беради. Қайд қилинган шарт-шароитлар қоннинг йирикроқ артериялар бўйлаб тўлқинланиб, артериола ва капиллярлар бўйлаб эса узлуксиз тўлқинланмасдан оқишини таъминлайди. Бундай ҳаракат натижасида қон қуйидаги функцияларни бажаради: 1) кислород ва карбонат ангидрид гази, озик моддалар ва модда алмашинуви маҳсулотларини ташийди, 2) ички секреция гормонларини ташийди.

Қон томирлар тизими юрак, артериялар, веналар ва капиллярлар сингари мураккаб тузилмалардан ташкил топган. Томирлар тизими организмда бошқа аъзолар каби муҳим вазифани бажаради. Томирлар ичидаги қон ва лимфа, ҳужайра ва тўқималарнинг ҳаёти учун зарур бўлган моддаларни етказиб беради ва шу билан бирга уларнинг таркибидаги организмга керак эмас моддаларни маълум аъзоларга (буйракларга) олиб боради. Демак, томирлар тизими қон томирлар тизими, лимфа тизими ва ҳўшимча тузилмалардан ташкил топган.

Юрак қон тизимининг марказий аъзоси бўлиб, асаб-гормонлар бошқарувининг таъсирида доимо бир маромда қисқариб-кенгайиб, организмдаги қон суюқлигини ҳар қил катталиқдаги қон томирлар ёрдамида ҳўжайраларга ва тўқималарга озик моддаларни олиб боради ва бошқа турли қон томирлар орқали юракка қайтиб келади. Шу сабабдан барча қон томирлар икки турга бўлинади: 1) юракдан чиқиб, бутун гавдага тарқаладиган барча қон томирларига (ичидаги оқаётган қоннинг қандайлигидан қаътий назар) артерия қон томирлари деб аталади; 2) ҳўжайралардан ва тўқималардан юракка қон олиб келадиган томирларни эса веноз қон томирлари деб аталади. Булардан ташқари, учинчи, яъни юрак қон айланиш доираси ҳам мавжуд, бу доира артерия ва вена қон томирларидан тузилган. Юрак деворининг веналари тўғридан-тўғри юракнинг ўнг бўлмасига қўйилади.

Қон ўзининг организмдаги ҳаракатида мураккаб йўлни - кичик ва катта қон айланиш доираларини босиб ўтади. Кичик қон айланиш доираси юракнинг ўнг қоринчасидан бошланади

Бу ердан вена қони ўнг ва чапга тармоқланадиган ўпка артериялари бўйлаб ўпкага киради. Ўпка артериялари капиллярларга тармоқланади. Бу капиллярлар ўпка альвеолаларини ўраб олиб, бу ерда вена қони CO_2 дан озод бўлади ва кислородга тўйинади. Сўнгра кислородга тўйинган (артериал) қон 4та ўпка веналари орқали чап бўлмага тушади, шу жойда кичик қон айланиш доираси артерияларида вена қони, веналарида эса артериал қон оқади.

Катта қон айланиш доираси қонни аортага хайдайдиган юракнинг чап қоринчасидан бошланади.

Шоотомирдан артериал қон артерия, артериола ва капиллярлар орқали ўтиб, гавданинг ҳамма аъзолари бўйлаб оқади. Капиллярлар девори орқали қон билан тўқималар ўртасида моддалар алмашинуви содир бўлади. Капиллярлар бир-бирига қўшилиб венулалар ҳосил қилади. Бу майда веналардан бирмунча йирик веналар ҳосил бўлади. Улар бирлашиб иккита йирик вена (юқори ва пастки кавак вена) юзга келади. Катта қон айланиш доираси артерияларида артериал қон веналарида эса вена қони оқади. Катта қон айланиш доирасидан иккита юрак артерияларидан, тож томирлар қон

айланиш доираси бошланади, уни мустақил қон айланишининг учунчи доираси қилиб ажратилади. қон айланишининг бу доираси юрак мушагини кислород ва озикли моддалар билан таъминлайди. Тож томирлар қон айланиш доираси аортанинг бош қисмидан бошланади ва ўнг бўлмада юқори ва пастки кавак веналар орасида-венотешик билан тугалланади.

Катта ва кичик қон айланиш доираси, шунингдек коронар қон айланиш доираси артериялар, веналар ва капиллярлардан ташкил топган.

Артериялар-юракдан тўқималарга қон оқиб борадиган томирлардир. Шоотомирдан бошлаб ҳар бир артерия диаметри ўзидан кичикроқ артериал стволлар ҳосил қилади, булар ўз навбатида артериолалар деб аталадиган бирмунча майда артерияларга тармоқланади. Артерияларнинг девори уч қаватдан тузилган: 1) ташқи қавати бириктирувчи толалардан иборат; 2) ўрта қавати мушак тўқимаси ва эластик толалардан иборат (шу туфайли артериялар катта қон босимида бардош беради); 3) ички қавати ҳеч қандай тўсиқларсиз

қонни бемалол оқишини тامينлайдиган ясси хужайралардан ташкил топган.

Веналар-тўқималардаги қонни капилляр тўрдан ўтиб юракка олиб келадиган томирлардир. Катта қон айланиш доираси капиллярларидан қон жуда майда веналарга-венулаларга тушади, венулалар майда веналар ҳосил қилади, сўнгра катта диаметрдаги веналар вужудга келади. Шундан сўнг ҳамма веноз қон юқори ва пастки кавак веналар орқали ўнг бўлмага қуйилади. Веналардаги босим пастлигидан веналар девори артериялар деворидан юпқа. Веналар ичида қоннинг тескари оқишига тўсқинлик қиладиган клапанлари бўлади. Веналарда қоннинг ҳаракат қилиши кўкрак қафасининг сўриб оладиган таъсири остида ва скелет мушакларининг қисқариши туфайли рўй беради. Веналар бўйлаб қон ҳаракатининг бош сабабларидан бири юрак чап қоринчасидаги қолдиқ қисқаришининг кучи ҳисобланади.

Артерия қон томирлари учта пўстлоқдан иборат бўлиб: ташқи-бириктирувчи тўқималардан, ўрта силлиқ мушак тўқималардан ва ички бир қатламли ясси эпителиялардан иборат Улар эластик ва мушак типдаги артериалларга фарқланади. Биринчи типга кирувчи аорта ва ўпка артерияларининг ўртанги қатлами эластик типдаги толалардан ташкил топган. Мушак типдаги артерияларга қолган барча артерия томирлари киради. Веналар тузилиши бўйича артерия томирларига жуда ўхшаш, фақат уларнинг ўртанги қавати сезиларли даражада юпқа бўлиб, уларда қоннинг орқага қараб оқишига қаршилик кўрсатувчи клапанлар жойлашган. Веналар артерияларга нисбатан бироз кенг. Капиллярларнинг деворлари бир қават эпителиал хужайралардан ташкил топган бўлиб, улар орасида юлдузсимон қисқарувчи Руже хужайралари жойлашган.

Қон томирлар функционал жиҳатдан ҳам турлича бўлиб ва улар 6 гуруҳга бўлинади: 1) амортизацияловчи - аорта ва ўпка венаси, 2) қаршилик кўрсатувчи - барча катта ва майда артериялар; 3) алмашинув - барча капиллярлар; 4) анастомоз - тўғридан тўғри артерияларни веналарга туташтиради; 5) сфинктерли - капиллярларга қон ўтишини тامينловчи сфинктерли томирлар; 6) ҳажмли - ковак ва катта ҳажмли веналар.

Одамлар ва сут эмизувчи ҳайвонларнинг капиллярлар деворлари катта миқдордаги сув билан унда эриган тўйимли моддалар ва моддалар алмашинувининг охириги маҳсулотлари учун ўтказувчан ва

улар орқали алвеоляр эпителия хужайралари ва капиллярларнинг эпителиал хужайралари орасида ҳамда капиллярлар жойлашган тўқима билан капиллярларни эпителиал хужайралари орасида газлар алмашади.

13-март. ТОМИРЛАРДА ҚОН АЙЛАНИШ ҚОНУНИЯТЛАРИ. АРТЕРИЯЛАРДА ҚОННИНГ ОҚИШИ

Артериал босимнинг қон ҳажми ва қаршилигига боғлиқлиги. қон босимининг эгри чизиғи. Артериал пульс. Артерия сфигмограммаси таърифи. Артериялардаги қон оқими тезлиги.

Артерияларда қон оқиши ва унинг босими. Қон оқи-мининг пульсга боғлиқ ўзгаришлари. Юрак қисқарганда қон чап бўлмадан аортанинг юқорига кўтарилувчи қисмига фақат хайдалиш даврида чиқади. Бу ерда қон оқиши тезлиги аорта қопқоқлар очилганда тез ортиб, даврнинг 1/3 ўтганида энг юқори даражага етади. Хайдалиш даврининг охирига бориб қон оқиши тўхтади. Бўшашиш даври бошланишидан аорта қопқоқлари беркилишигача ўтган вақт орасида қон чап қоринчага қайта оқади. Диастола вақтида кўтарилувчи аортада қон ҳаракат қилмайди. Тинч ҳолатда бўлган одамнинг кўтарилувчи аортасида қон оқиш тезлиги хайдалиш фазасининг бошларида 100см с дан кўпроқ бўлади. Бу давр бутун олинганда, қон оқишининг ўртача тезлиги 70см с атрофида бўлади. Юракдан узоқлашиш билан оқиш тезли-гининг ўзгариш амплитудаси аста-секин камаяди. Аммо, кўкрак аортасида ва периферик артерияларда ҳам диастола вақтида қоннинг орқага оқиши кузатилади. Артерияларнинг охириги шохларида ва артериолаларда қоннинг пульсланиб оқиши аста-секин узлуксиз қон оқишига ўтади.

Қон оқиш тезлиги. Аорта ва йирик артерияларда қон оқими юрак қисқаришига қараб ўзгариб туради. қон оқишининг ўртача чизикли тезлиги аортада 40см.с. Юракдан отилиб чиқдиган қон миқдори ошганда қон оқишининг чизикли тезлиги 100см.с дан ҳам ошиб кетади. қон оқиши-нинг ўртача тезлиги томирларнинг кўндаланг кесимига тескари пропорционал бўлганидан (бу тезлик периферик артерияларда анча паст, 20-30см.с) айниқса охириги артерия ва артериолаларда жуда камайиб кетади. Қон оқишининг чизикли тезлиги капиллярда (0,75мм) қон 2,0 - 2,5 сонияда ўтади.

Капиллярлардан бошланадиган веноз томирлар юракка яқинлашар экан, бир-бирига қўшилиб борган сари кичик-лашиб

боради. Шунинг учун қон оқилишининг чизиқлик тез-лиги веноз тизимининг бошида жуда кичик, юракка яқин-лашган сари оша боради ва ковак веналарда 20см.с ни таш-кил қилади.

Систолик, диастолик босим, пульс ва ўртача босим. Артерияларнинг асосий вазифаси қоннинг капиллярлардаги узлуксиз ҳаракатини таъминлаш учун доимий босимни ҳосил қилишдан иборат.

Артериялардаги босим (Р) юрак қисқариши натижасида артериолалар ҳамда капиллярларда қон оқими учратадиган қаршиликка (R)боғлиқ. Бу боғланиш оддий тенглама $PQ.R$ билан ифодаланади.

Артериялардаги қон босими доим бир хилда турмайди. қон босими ўртача бир миқдордан кўтарилиб-тушиб туради. Бу ўзгаришлар 3 хил тўлқин шаклида кузатилади. Биринчи тартибдаги тўлқинлар ҳаммадан кўп бўлиб, юрак қисқаришига боғлиқ бўлади. ҳар бир систола вақтида маълум миқдордаги қон артерияларга чиқиб, уларнинг эластик чўзилишини оширади. қоринчалар систоласи вақ-тида аорта ва ўпка артериясига келадиган қоннинг миқдори кетадиган қон миқдоридан кўп бўлади, шунинг учун уларда қон босими кўтарилади. Диастола вақтида қоринчалардан артериал тизимга қон чиқиши тўхтайди. Йирик артерия-лардан қон оқиб кетишида давом қилади, артерияларнинг чўзилиши камаяди ва қон босими пасаяди. Систола нати-жасида артерияларда босимнинг кўтрарилиши **систолик босимни** ифодалайди. Диастола вақтида қон босимининг пасайиши эса энг кам ёки **диастолик босимни** ифодалайди. Систолик босим билан диастолик босим орасидаги фарқ яъни босимнинг ўзгариш амплитудаси **пульс босими** деб аталади.

Пульс босими юракка яқин артерияларда энг юқори бўлиб, юракдан узоқлашган сари пасая боради, яъни систолик ва диастолик босимлар орасидаги фарқ аста-секин камаяди. Артериола ва капиллярларда қон босимининг пульс тўлқинлари йўқ, уларда босим турғун бўлади, систола ва диастола вақтида ўзгармайди.

Ўрача босим максимал босим билан минимал босим орасидаги миқдор бўлиб, қоннинг узлуксиз ҳаракат энергиясини ифодалайди. Марказий йирик артерияда ўртача босим диастолик босим ва пульс босимининг ярим йиғиндисига тенг: $P_{\text{ўр}} \approx P_{\text{Д}} + \frac{1}{3}(P_{\text{с}} - P_{\text{Д}})$.size 12. Периферик артерияларда ўртача босим диастолик босим ва пульс босимнинг учдан бири йиғиндисига тенг: $P_{\text{ўр}} \approx P_{\text{Д}} + \frac{1}{3}(P_{\text{с}} - P_{\text{Д}})$.size 12

Ёш одамнинг кўтарилувчи аортасида систолик босим симоб устунинг 120мм га тенг, диастолик босим эса - 80мм ни ташкил қила-

ди. Бунда пульс босими 40мм с.у. га ўртача босим эса 100мм с.у. га тенг бўлади: 80мм қ 40мм : 2 қ 100мм.

Аортанинг кўкрак кафасидаги ва қорин бўшлиғидаги соҳаларида қон босими сал камаяди. Артерияларнинг охирги тармоқларида ва артериолаларида эса қон босими кескин пасаяди ва артериолаларнинг охирида 30 - 35мм с.у. ни ташкил қилади.

Қон босимининг эгри чизиғида пульс тўлқинларидан ташқари, нафас ҳаракатларига боғлиқ иккинчи тартибдаги тўлқинлар ҳам кузатилади, шу сабабли уларни **нафас тўлқинлари** деб аталади, нафас олганда қон босими пасаяди, нафас чиқарганда эса кўтарилади.

Қон босимининг эгри чизиғида баъзан учинчи тартибдаги тўлқинларни кўзатиш мумкин. Уларнинг келиб чиқиши томирларни ҳаракатга келтирувчи марказ тонусининг ўзгаришига боғлиқ.

Артериал пульс деб артериялардаги босимнинг сис-толада кўтарилишига боғлиқ бўлган артерия деворининг ритмик тебранишига айтилади. Пульс тўлқини, яъни босимнинг кўтарилиш тўлқини аортадан артериолаларга ва капиллярларга муайян тезлик билан тарқалади ва капиллярларда сўнади. Пульс тўлқинининг тарқалиш тезлиги қон оқиш тезлигига боғлиқ эмас. Артерияларда қон оқишининг чизикли тезлиги 0,2-0,3м.с дан ошмайди. Ёш ва ўрта ёшли одамларда пульс тўлқинининг тарқалиш тезлиги аортада 5,5 - 8м.с га, периферик артерияларда эса – 6 -9,5м.с га етади.

Аорта ва йирик артерияларга пульс эгри чизиғида (сфигмограммада) иккита асосий қисм: **кўтарилиш - анакрота** ва **тушиш – катакрота** тафовут қилинади. Катак-рота қисмида **инцизура** (чуқурча) ва **диокрит** кўтарилишни кўриш мумкин. Инцизура ва диокротик кўтарилишнинг келиб чиқиши қоринчалар диастоласининг бошида қоннинг тескари оқиши, ярим ойсимон қопқоқларни ёпиб, орқага қайтишига боғлиқ.

Пульсни пайпаслаб текшириш жуда кенг қўлланилади. Бунга унинг бир қанча хусусиятларига: частотаси, тезлиги, амплитудаси, таранглиги ва ритмга аҳамият бериш керак.

Веналарда қон ҳаракати умуман қон айланишининг муҳим омилли хисобланади, чунки диастола вақтида юрак-нинг қонга тўлиши шу омил билан белгиланади. Веналарнинг мушак қавати унча қалин бўлмаганидан девори артериялар деворига нисбатан кўпроқ чўзилади. Шу сабабдан вена-лардаги босим хатто оз бўлганда ҳам, девори анча чўзилади ва уларда анчагина қон тўпланиб қолиши мумкин.

14 маъруза. ВЕНАЛАРДА ҚОННИНГ ОҚИШИ. МИКРОЦИР-КУЛЯЦИЯ

Венадаги пулс. қон айланиш вақти. Томирларда қон айланишини бошқарилиши. Томирлар иннервацияси. қон томирларнинг ҳаракат марказлари. қон томирлар таранглигини рефлектор бошқарилиши

Веналарда қоннинг оқиш тезлиги ва босими. Вена-ларда босим тез пасаяди. Посткапиллярларда қон босими 20мм с.у. га тенг бўлса, майда веналарда 12-15мм с.у. га тенг бўлади. Кўкрак қа-фасида бўлмаган йирик веналарда босим 5 - 6мм с.у. га тенг, веналар-нинг ўнг бўлмага ўтади-ган қисмида 2 - 5мм с.у. тенг, нафас олганда босим ноль атрофида бўлади.

Веноз тизимининг бошланишидаги босим юракнинг қонга бахш этган босим қолдиғидир. Қоринчаларнинг қис-қаришда қонга берган кинетик энергия қон капиллярларидан ўтганидан кейин ҳам қисман сақланиб қолади. Бу қолдиқ босимдан ташқари, қоннинг веналар орқали юракка қайтиб келишида кўкрак қафасининг сурувчи таъсири катта аҳамиятга эга. Нафас олган пайтда кўкрак қафаси кенгаяди, кўкрак бўшлиғида босим манфийлашади (яъни атмосфера босимидан паст бўлиб қолади). Веналар девори юпқа бўлгани учун бу манфий босим уларга ҳам тарқалади, натижада қоннинг юрак томон ҳаракати тезлашади. Демак, веналар-нинг бошланиш қисмида босим 12 - 15мм с.у. ни ташкил қилса, охирида 2 - 5мм с.у. ни ташкил қилади. Нафас олган пайтда босим хатто манфий бўлади. Босимдаги бу фарқ қон-нинг юрак томонга ҳаракатини таъминловчи дастлабки кучдир.

Скелет мушакларининг ритмик қисқаришлари ҳам (масалан, юргандаги, ўтин арралагандаги ҳаракатлар ва бошқалар) веналарда қон оқишига ёрдам беради. қисқарган мушак ичидаги ва ёнидаги ве-наларни қисиб, улардаги қонни сиқиб чиқаради. Веналардаги қоп-қоқлар сиқиб чиқарилган қонни фақат юрак томон ҳаракат қилишини таъминлайди.

Периферик веналарда қон оқишининг чизиқли тезлиги 6 - 14см с бўлса, кавак веналарда 20см с бўлади. Веналарда қон оқишини арте-рияларга нисбатан секинроқ бўлишининг сабаби шундаки, уларнинг артерияларга қараганда 2-3 баробар кенглигидадир.

Вена пульси, деб юракка яқин жойлашган веналардаги босим ва ҳажм ўзгаришларига айтилади. Вена пульсининг келиб чиқишига асо-сан ўнг бўлмада босимнинг ўзгариши сабаб бўлади. Вена пульсининг

эгри чизигида – флебо-граммада - учта **а,с** ва **v** тишлари тиш ажратилади: **а** тиш ўнг бўлма систоласига тўғри келади. Унданг сўнг вена пульсининг эгри чизигида **с** тиш пайдо бўлади. Бу буйинтуруқ венанинг ёнида ва ундан пастроқ жойлашган уйқу артериясининг тўртки-сидир. **v** - тишнинг пайдо бўлиши қоринчалар систоласи охирида бўлмалар қонга тўлиб, уларга қон тушиши бироз тўхтаб қолишига боғлиқ. Шу пайтда веналарда босим ошиб, **v** - тишни пайдо қилади.

Қон айланиш доираларнинг ҳамма қисмидан қон ўтиши учун зарур вақт қоннинг **айланиб чиқиш вақти** деб аталади ва у одамда ўртача 27 систолага тенг. Тинч ҳолатда, юрак бир дақиқада 70-80 марта урганда 20-23 секундни ташкил қилади. қон айланиб чиқадиган вақтнинг 1/5 қисми қон айланишнинг кичик доирасига, 4/5 қисми эса катта доирага тўғри келади.

Майда қон томирларда қоннинг оқиши (микроцир-куляция) ва унинг бошқарилиши. Юрак ва томирлар тизи-мининг асосий вазифаси қонни капиллярлардан оқиб ўтиши учун меъёрий босимни таъминлашдан иборат.

Қон томирлар тизимининг фаоллий аҳамияти бўйича капиллярлар энг муҳим қисм ҳисобланади. Уларда қон ва тўқималар аро суюқлик ўртасида модда алмашинуви содир бўлиб туради. Бундай алмашинув веналарда ҳам кузатилади. Венулалар, артериолалар, метартериолалар (мет-ўрта) ка-пиллярлар орқали қон оқишини бошқаришда иштирок қилади. Шунинг учун бу томирлар **умумий фаоллий бирлик** ҳисобланади. Артериола, метартериола, капиллярлар ва кичик венулалар микроциркуляция томирлар хавзасини ташкил қилади.

Капиллярлар радиуси 4,5 - 3,0 мкм атрофида ўртача узунлиги 750 мкм. га тенг. Одам организмида 40 миллиардга яқин капилляр бўлиб, улар орқали моддал алмашадиган самарали юза 1000м^2 га тенг. 1мм^3 тўқимада 600га яқин капилляр бор. 100г тўқимага тўғри келадиган капилляр юзаси $1,5\text{м}^2$ га яқин.

Масса бирлигига тўғри келадиган капиллярлар сони тўқималарнинг фаоллигига боғлиқ. Юрак мушагида капиллярларнинг сони скелет мушакникидагидан икки баравар кўп. Миянинг кулранг моддаси оқ моддага нисбатан капиллярларга бойроқ.

Кўпинча “чин” капиллярлар артериолаларни тўғридан-тўғри венулалар билан боғламайди. Улар метартериолалардан асосий каналдан тўғрибурчак ҳосил қилиб бошланади. Метартериола ва асосий канални ташкил қилувчи томирлар деворидаги силлиқ мушак толалари,

уларнинг проксимал қисмидан дистал қисмига қараб камая боради. Метар-териолалардан капиллярларнинг бошланадиган қисмида бу силлиқ муъак толалари прекапилляр сфинктерларини ҳосил қилади. Капиллярларнинг бошқа қисмларида қисқарувчи унсурлар йўқ. «Чин» капиллярлар орқали оқиб ўтадиган қон миқдори прекапилляр сфинктерларни қисқариб, бўшашига боғлиқ.

Микроциркулятор томирлар хавзасида артерио-веноз анастомозлар кўп учрайди. Бу анастомозлар артериолаларни венулалар билан бевосита боғлайди. Анастомоз-ларнинг девори силлиқ мушак толаларига бой. Уларнинг сони кўл, оёқ, кулоқ терисида кўп. ҳарорат бошқарилувида тананинг бу соҳалардаги аҳамияти катта.

Капиллярларда модда алмашинуви жараёнлари. Капиллярларнинг модда алмашинувида иштирок этиш дара-жаси уларнинг тузилишига боғлиқ. Деворининг ультра-структурасига кўра, капиллярлар уч турга: 1) девори узлук-сиз, бутун капиллярлар; 2) фенестрацияланган, девори ромсимон тешикли капиллярлар ва 3) деворлари узилган капиллярларга бўлинади. Бу капиллярларни **соматик, висце-рал ва синусоид** турдаги капиллярлар ҳам дейилади.

Биринчи турдаги капиллярларнинг девори жипс жойлашган эндотелиал ҳужайралардан иборат. Эндотелиал ҳужайралар мембрана-сидаги тешиклар жуда кичик. Бундай капиллярлар девори орқали сув, электролитлар ва кичик молекулали моддалар алмашади. Организмда жуда кўп тарқалган бўлиб, у силлиқ ва тарғил мускулларда, ёғда ва ўпкада кўп бўлади.

Иккинчи турдаги висцерал капиллярлар деворида диа-метри 0,1 мкм ли тешикчалар (ромчалар, фенестрлар) бор. Бу хилдаги капиллярлар сўрилиш жараёни жуда жадал аъзо-ларда, масалан, буйракда ва ичакнинг шиллиқ пардасида кўп учрайди.

Учинчи турдаги синусоид капиллярлар девори кўп ерда узилган бўлиб, бу жойларда суюқлик, молекулалари катта моддалар ва қон ҳужайралар ўтиши мумкин. Бу турдаги капиллярлар кўмик, жигар ва талокда учрайди.

Микроциркулятор хавзада диффузия йўли билан модда алмашинуви. қон ва тўқималарда суюқлик ўртасида сув ва модда алмашинувида икки тарафлама диффузияла-нишнинг роли жуда катта. Бу диффузияланишнинг тезлиги жуда юқори, қон капиллярдан ўтгунча плазмадаги суюқлик, тўқималараро суюқлик билан 40 маротаба алмашади. Бир дақиқада ҳамма капиллярлар орқали 60л, бир кеча кундузи 85000л суюқлик диффузияланиб ўтади.

Натрий, хлор, глюкозага ўхшаган сувда эрувчи моддалар сув билан тўлган говаклар орқали диффузияланади. Капиллярларнинг турли моддаларни ўтказувчанлиги, бу моддаларнинг молекулаларини катта-кичиглиги ва говак-ларнинг катталики нисбатига боғлиқ. Агар сувнинг капилляр орқали ўтказувчанлигини 1га тенг деб қабул қилинса, унинг глюкоза учун ўтказувчанлиги 0,6 дан, альбумин молекулалари учун эса 0,0001 дан кам бўлади. Альбуминнинг капилляр девори орқали ўтиши жуда қийин бўлганидан унинг қон плазмаси ва тўқималараро суюқликдаги миқдорида фарқи катта. Бунинг аҳамияти жуда муҳим.

Молекулалари йирик бўлиб, капилляр тешикларидан ўта олмайдиган моддалар капилляр девори орқали **пиноцитоз** йўли билан ўтади.

Микроциркулятор хавзада филтрланадиган моддалар алмашинуви. Томирлардаги ва тўқималараро фазалар ўртасидаги модда алмашинувини таъминловчи иккинчи механизми филтрланиш ва реабсорбциядир. Е.Старлинг назариясига биноан, капиллярларнинг артериал учидан филтрланиб ўтадиган суюқлик хажми ва веноз тарафида қайта сўриладиган суюқлик хажми ўртасида **динамик мувозанат** сақланиш керак.

Капиллярларда филтрланиш ва қайта сўрилишнинг тезлиги қуйидаги кучларга: 1) капиллярдаги қоннинг гидростатик босимга ($P_{ккг}$); 2) тўқималараро суюқликнинг гидростатик босими ($P_{тсг}$); 3) капиллярдаги қоннинг онкотик босими ($P_{кко}$); 4) тўқималараро суюқликнинг онкотик босими ($P_{тсг}$); 5) капиллярдаги қоннинг онкотик босими ($P_{кко}$); 6) тўқималараро суюқликнинг онкотик босими ($P_{тсо}$) ва 7) филтрланиш коэффициентига (K) боғлиқ. Капиллярдаги босим ва тўқималардаги онкотик босим суюқликнинг капиллярдан чиқишини таъминлайди, тўқимадаги гидростатик босим ва қоннинг онкотик босими суюқликни тўқимадан қонга ўтказди. Бир дақиқалик филтрланишни қуйидаги тенглама ёрдамида ҳисоблаш мумкин: $V_K (P_{ккг} - P_{кко} - P_{тсг} - P_{тсо})$ да K . Агар V мусбат чиқса - филтрланиш манфий бўлса - қайта сўрилиш жараёни содир бўлади. Капиллярнинг бошида гидростатик босим 30 - 35мм с.у. тенг бўлса, охирида 15 - 20мм с.у. га тенг бўлади. Шундай қилиб, капиллярдаги ўртача босим 25мм с.у. га тенг. Тўқима суюқлиги босимини бевосита

ўлчаш мумкин эмас. Бу суюқликнинг босими одатда 0-3мм с.у. га тенг.

Плазманинг онкотик босими 25мм с.у. га тенг, тўқима суюқлигининг онкотик босими эса 4, 4мм с.у. атрофида.

Шуларга асосланиб, суюқликнинг капиллярлар ва тўқималараро бўшлиқ ўртасидаги ҳаракатининг соддалаш-тирилган чизмасини тузиш мумкин.

Капиллярнинг артериал учида ташқарига қаратилган 37мм с.у. (Рккг Қ Ртсо Қ 32,5 Қ 4,5 Қ 37мм с.у.) га тенг босим ҳосил бўлади. Унга 28мм с.у. га тенг ва капилляр ичига қаратилган босим қаршилик қилади (Ркко Қ Ртсг Қ 25 Қ 3 Қ 28 мм с.у.) Шу тарзда самарали фильтрловчи босим 9мм с.у. (37мм - 28мм Қ 9мм с.у.) бўлади Капиллярнинг веноз учида ташқарига қаратилган босим 22мм с.у. тенг (Рккг Қ Ртсо Қ 17,5 Қ 4,5 Қ 22мм с.у.) самарали реабсорбцияни таъминловчи босим эса 6мм с.у. ни ташкил қилади.

Демак, фильтрловчи босим реабсорбцияни таъминловчи босимдан юқори (9мм с.у. >6мм с.у.) шунинг учун капиллярнинг артериал қисмида филтрланган суюқликнинг фақат 90% веноз қисмида қайта сўрилади. Суюқликнинг 10% эса тўқималараро бўшлиқдан лимфа билан чиқиб кетади.

Организмнинг ҳамма капиллярлари орқали филтрла-надиган суюқлик миқдори 1 дақиқада 14 мл ни, бир кеча кундузи 20 литрни ташкил қилади. Реабсорбциянинг тезлиги бир дақиқада 12,5мл, бир кеча кундузда 18л га яқин, қолган 2л суюқлик лимфа томирларига сўрилади.

Филтрланишнинг тезлиги қон босими ошганда, плазманинг онкотик босими пасайганда (гипопротеинемияда), капиллярларнинг ўтказувчанлиги ошганда, тўқима суюқлигининг осмотик босими кўтарилганда кучайиб, шиш пайдо бўлишига олиб келиши мумкин.

Маҳаллий (регионал) қон айланишининг бошқарилиши. Организмнинг муайян қисмларида қон оқимининг миқдори, бу миқдорни аъзоларнинг қонга бўлган талабига мослашуви асосан томирлар диаметрини ўзгартириш ва қон оқимига қаршиликни бошқариш йўли билан таъминланади. Периферик қон томирларда қон оқимининг ўзгариши ўша жойнинг ўзида вужудга келадиган (маҳаллий) механизмлар ёрдамида, асаб ва гуморал йўл билан рўёбга чиқади. Асаб ва гуморал омиллардан бошқа, периферик қон айланишининг метаболик йўл билан, ўз-ўзидан бошқарилишини аҳамияти катта.

Қонда кислороднинг миқдорини камайиши периферик томирларни (артериолаларни) кенгайтиради. Табиий шароитда модда алмашинувининг ва кислород сарфининг куча-йиши аъзоларнинг фаоллиги ошганда кузатилади. Фаоллиги ошган тўқималарда миқдори кўпаядиган метаболик моддаларнинг кўпчилиги, масалан карбонат ангидрид, водород, пируват, АДФ, АМФ, аденозин томирларни сезиларли даражада кенгайтириш қобилиятига эга. Уларнинг таъсири мик-роциркулятор томирларда яққол билинади.

Маҳаллий қон оқишини бошқаришда баъзи биологик фаол моддаларнинг масалан, кининлар, гистамин, адреналин ва норадреналинларнинг аҳамияти ниҳоятда катта.

Хазм тизими безлари кўзғалиб, шира ишлаб чиқара бошлаганда қон томирлари кенгаяди. Бу асосан без ҳужайралари ишлаб чиқарадиган кининларнинг самараси ҳисоб-ланади. Масалан, без ҳужайралари калликреин, деган эн-зимни ишлаб чиқаради. Бу энзим плазманинг α -глобу-линини парчалаб, полипептид каллидин пайдо бўлишига олиб келади. Каллидин брадикининга айланади. Каллидин ва брадикинин томирни сезиларли даражада кенгайтириш хусусиятига эга.

Гистамин асосан тери ва шиллиқ пардалар жароҳат-ланганда ажаралади. Тўқималар жароҳатланганда у базо-филлар ва бошқа ҳужайралардан ажралиб чиқиб эркин ҳолатга ўтади. Гистамин артериола ва венулаларни кенгай-тиради, капиллярлар деворининг ўтказувчанлигини оширади.

Адреналин ва норадреналин буйрак усти безларининг мағиз қисмида оз миқдорда узлуксиз ишлаб чиқарилади. Бу гормонлар ҳамма томирларнинг силлиқ мушакларига таъсир қилади. Норадреналин асосан томирларни торайтирадиган асабларнинг медиатори сифатида хизмат қилса, адреналин уларни кенгайтирадиган гормон ролини бажаради. Буйрак усти безидан ажраладиган катехоламинларнинг 80% адре-налинга, 20% норадреналинга тўғри келади. Вазиятнинг турли ўзгаришлари, масалан кўрқиш, ғазабланиш ва бошқалар катехоламинларнинг қонга ўтишини тезлаштиради. Адреналин баъзи томирларни торайтириб, баъзиларини эса, аксинча кенгайтиради. Катехоламинларнинг қон томирлар силлиқ мушакларига таъсиридаги фарқни қон томирларда адренорецепторларнинг икки тури, яъни α -адренорецептор ва β -адренорецепторлар борлиги билан изоҳлаш мумкин. α -рецепторларнинг кўзғалиши томир мушакларининг қисқаришига, томирнинг торайишига олиб келса, β -рецепторларнинг

кўзғалиши томирларни кенгайтиришга олиб келади. Норадреналин кўпроқ α -адренорецептор-ларга, адреналин эса α - ва β -адренорецепторларга таъсир қилади. Кўпчилик қон томирларда рецепторларнинг иккала тури ҳам бор. Аммо уларнинг нисбати бир хил эмас. Агар қон томирда α -адренорецептор кўпроқ бўлса, адреналин уни торайтиради, β -адренорецептор кўп бўлса, аксинча кенгайтиради. Шунини ҳам айтиб ўтиш керакки, β -рецепторларнинг кўзғалиш бўсағаси α -рецепторларникига қараганда паст. Демак, қонда адреналин миқдори физиологик нуктаи назардан кам бўлса, у фақат бетта рецепторларни кўзғатиб, томирларни кенгайтиради. қонда адреналин кўпа-йиб кетса, α -рецепторлар ҳам кўзғалади, натижада томирлар тораяди. Бордию α - ва β -рецепторлар бирдан кўзғалса, α -рецепторларнинг кўзғалиш самараси устун чиқади, яъни томир тораяди.

Қон айланишни бошқаришда маҳаллий механизмларнинг роли катта. Аммо бу механизмларнинг ўзи қон айланишини муҳитнинг тез ўзгаришларига тўла мослаштира олишмайди. Бунга маҳаллий механизмлар билан бир вақтда марказий бошқарув механизмлари иштирок этганидагина эришиш мумкин.

15 маъруза ҚОН АЙЛАНИШИНИ БОШҚАРУВИ

Қисқа муддатли бошқаруви. Томир рефлекслари. Гуморал бошқаруви. Турли органларнинг қон билан таъминланиши. Ўпкада қон айланиши. Юракда қон айланиши. Жигарда қон айланиши. Миёда қон айланиши

Тизим қон айланишининг бошқарилиши. Юрак ва қон томирларнинг асосий вазифаси қон айланишини таъминлаб туришга зарур бўлган **босим градиентини** (фарқини) таъминлашдан иборат. Бунга организм бир-бирига боғлиқ бўлган периферик қаршилиқни ва юракдан отилиб чиқа-диган қон миқдорини ўзгартириш йўли билан эришади.

Шароит ўзгаришларига қон айланишининг мослаши-шини вужудга келиш тезлигига қараб, 3 гуруҳга: 1) қисқа муддатли механизмларга; 2) ўртача муддатли механизмларга ва 3) узоқ давом этувчи механизмларга бўлиш мумкин.

Қисқа муддатли бошқарув механизмлари. Бу механизмларга асосан рефлекторм йўл билан вужудга келадиган қуйидаги реакциялар: 1) барорецептор рефлекслар; 2) хеморецептор рефлекслар; 3) МАТ ишемияга учраганда пайдо бўладиган рефлекслар киради. Бу

рефлексларнинг ҳаммаси жуда ҳам тез, яъни бир неча лаҳзада вужудга келади.

Барорецептор рефлекслар. Кўкрак қафасидаги томир-лар ва бўйин артериялари деворида жуда кўплаб бароре-цепторлар ёки прессорецепторлар жойлашган. қон босими ошиб, томирлар девори чўзилганда улар кўзғалади. Энг муҳим барорецепторларга аорта равоғи, каротид синус ва ўпка артерияси киради. Аорта равоғида жойлашган рецеп-торлардан марказга интилувчи чап депрессор асаб бошла-нади, каротид синус рецепторларини тил-ҳалқум асабининг таркибидаги синокариотид асаб МАТ билан боғлайди.

Барорецепторларда ҳосил бўлган афферент импульслар узунчок миянинг кардиоингибитор ва томирларни ҳаракат-лантирувчи марказларига етиб боради. Бу импульслар симпатик марказларни тормозлаб, парасимпатик марказ-ларни кўзғатади. Натижада томирларни торайтирувчи сим-патик толалар тонуси пасайиб, юрак уриши сонлари ва кучи камаяди.

Барорецепторларни меъёрий артериал босим ҳам таъ-сирланиб туради, улардан МАТ га борадиган импульслар узлуксиз равишда депрессор таъсир кўрсатади. қон босими кўтарилганда бирорецепторлардан МАТ га интилувчи импульслар сони ошади, томирларни ҳаракатлантирувчи марказнинг тормозланиши кучаяди. Натижада томирлар яна ҳам кенгаяди. Резистив томирларнинг кенгайиши умумий периферик қаршиликни камайтиради, сиғимли томирлар-нинг кенгайиши натижасида томирларнинг сиғимини оши-шига олиб келади. Буларнинг ҳар иккови ҳам қон босими-нинг пасайишига олиб келади.

Хеморецептор рефлекслар. Қонда кислороднинг миқ-дори камайиб, карбонат ангидриднинг миқдори кўпайганда хеморецепторларнинг кўзғалиши кучаяди. Импульслар со-нининг ошиши нафас маркази билан бир қаторда томир-ларни ҳаракатлантирувчи ва юракни бошқарувчи марказга ҳам етиб келади. Натижада қон томирларнинг торайиши, юракнинг қисқаришлари камаяди. Аммо, қон томирлар-нинг торайиши натижасида қон босимини оширувчи самара юрак ишининг салбийлашгани натижасида қон босимини камайтирувчи самарадан устунлик қилади. Шу сабабли ҳам қон босими кўтарилади - прессор рефлекс вужудга келади.

Томирларнинг МАТ ишемиясига сезгирлиги. МАТ нинг қон билан таъминланиши қийинлашса, яъни ишемия ривожланса, узунчок

миянинг томирларни ҳаракатланти-рувчи маркази кўзғалади, қон томирлар торайиб, қон босими кўтарилади, натижада қон оқими тезлашади ва миянинг қон билан таъминланиши яхшиланади.

Ўрта муддатли бошқарув механизмлари. Бу меҳанизмларни қуйидаги омиллар: 1) капилляр орқали алмаши-нувнинг ўзгариши; 2) томирлар таранглигининг ўзгариши; 3) ренин-ангиотензин тизимининг фаоллашуви ишга туши-риши мумкин. Айтиб ўтилган омиллар таъсирида гемоди-намика бир неча дақиқадан кейин ўзгара бошлайди, ўзга-ришларнинг ривожланиши учун соатлаб вақт керак бўлади.

Капиллярларда алмашинувнинг ўзгариши. Одатда капиллярларда босимнинг кўтарилишига артериал ва веноз босимнинг кўтарилиши сабабчи бўлади. Натижада суюқликнинг филтрланиши кучайиб, томирлардаги қоннинг ҳажми камаяди, артериал қон босими пасаяди. Аксинча, артериал босим пасайса, реабсорбция кучайиб, қоннинг ҳажми ошади, қон босими кўтарилади.

Босим кўтарилиши натижасида томирлар кенгайиб де-вори “юмшайди” чўзилувчанлиги ошади, қаршилиқ камайиб босим тушади. Томирлардаги суюқлик ҳажми камайса, томир деворларининг чўзилиши қийинлашади, натижада босим кўтарилади. Шунинг учун ҳам томирлардаги суюқликни ҳажми салгина ўзгарса ҳам қон босими 10 - 60 дақиқада асли холига қайтади.

Ренин-ангиотензин тизими. Ренин энзими буйрак-нинг юкта-гломеруляр ҳужайраларида синтезланади ва сақланади, қонга ўтиб, ангиотензиногенни (α - глобулин) парчалайди ва декапептид ангиотензин I ни ҳосил қилади. Бошқа бир энзим таъсирида ангиотензин I Ангиотензин II окталепад ангиотензин II га айланади. Бу меҳанизмнинг ишга тушиши буйракларнинг қон билан таъминланишига боғлиқ. Буйракларнинг қон билан таъминланиши камайса рениннинг қонга ўтиши кучаяди. Жуда кучли бевосита томир торайтирувчи таъсир кўрсатади. Унинг таъсирида буйрак, ичак ва теридаги прекапилляр артериолалар тораяди, юрак, мия ва буйрак усти безлари томирлари кенгаяди. Тизимнинг фаоллиги жуда кучайиб кетса, бу томирлар ҳам тораяди. Бундан ташқарии, ангиотензин II марказий ва периферик симпатик тузилмаларни кўзгатади. Натижада периферик қаршилиқ ва қон босими кўтарилади.

Ренин-ангиотензин тизимининг таъсири жуда кучли бўлиши учун 20 дақиқача вақт керак бўлади. Бу таъсир сўнгра сусаймасдан узоқ вақт давом этиши мумкин. Артериал босим (ёки қон ҳажми) патологик камайиб кет-ганда, ренин-ангиотензин тизимнинг қон

босимини меъё-рига туширишда аҳамияти катта бўлади. қонда ренин-ангиотензиннинг миқдори ошганда ташналик кучаяди. Кўп қон йўқотгандан кейин ташна бўлишнинг сабаби ҳам шунда.

Ренин-ангиотензин тизимнинг кучайиши баъзан буйракка алоқадор гипертензиянинг сабаби бўлиши ҳам мумкин.

Узоқ муддатли бошқарув механизмлари. Гемодина-миканинг давомли бошқарув механизмларига: 1) буйрак-ларнинг суюқлик ҳажмини ўзгартириш жараёни; 2) вазо-прессин ва 3) альдостеронлар киради.

Буйракларнинг суюқлик ҳажмини ўзгартириш. Қон босими кўтарилиши натижасида: 1) буйраklar орқали суюқлик ажралиши кўпаяди; 2) бунинг натижасида қон ҳажми камаяди; 3) қон ҳажмининг камайиши веналар орқали систолик ҳажмнинг камайиши қон босимини меъёрига келтиради.

Қон босими камайганда аксинча ходиса рўй беради. қон босими салгина ошганда ҳам буйраklar орқали суюқлик ажралиши сезиларли даражада кўпаяди. Артериал босимни кўтарилишини сийдик ажралишини кўпайтирадиган дорилар ёрдамида пасайтириш мумкин.

Вазопрессин ёки антидиуретик гормон ўрта ва юқори дозаларда томирларни (асосан артериолаларни) торайтиради. Аммо бу гормоннинг асосий таъсири буйраklarда сувнинг сўрилишини таъминлашдан иборат. Вазопрессин суюқлик ҳажмини бошқаришда алоҳида роль ўйнайди. қондаги бу гормон миқдорининг реффлектор ўзгаришлари томирлардаги суюқлик ҳажми барқарорлигини таъминлайди. Қон ҳажми кўпайса вазопрессиннинг қондаги миқдори 10-20 дақиқада камаяди, буйраklarда сувнинг қайта сўрилиши камаяди, сийдик ҳажми ошиб, томирларда қон ҳажми камаяди ва босим пасаяди.

Буйрак усти безининг альдостерони буйраklarда Na^{K} ни қайта сўрилишини тезлаштиради, сув йўқотиш камаяди, қон ҳажми кўтарилиб босим кўтарилади. Альдостерон томир-ларнинг силлиқ мушакларини ангиотензин II га сезувчан-лигини оширади. Альдостероннинг таъсири бир неча соатдан кейин бошланиб, бир неча кун давом этади. Альдостерон-нинг қондаги миқдори хаддан ташқари кўпайиб кетса, организмда сув ва тузлар йиғилиб қолади, **гипертензия** ҳолати ривожланади. Гормон етишмовчилиги **гипотонияга** олиб келади.

Юқоридагилардан аёнки гемодинамикани бошқаришда иштирок қиладиган турли механизмлардан ҳеч қайсиси фақат бир кўрсаткичга таъсир қилмайди. Уларнинг деярли ҳаммаси қайси даражада бўлмасин юракдан ҳайдалаётган қон миқдorigа, қон оқимига бўлган уму-

мий қаршиликка, томирлар сиғимига ва улардаги қоннинг хажмига таъсир қилади. қон босими ва ҳажм доимийлигини уч поғонадаги бошқарув механизмлар таъминлайди. қон босимининг қисқа муддатли ўзгаришларини томирлар тизимининг хажмини ўзгартирувчи механизмлар меъёрига келтиради. Босимнинг ўзгариши давомли бўлса, қон хажмига таъсир қилувчи механизмлар ишга тушади. Дастлаб, қонда сув ва электролитлар миқдори ўзгаради, кейин эса плазмадаги оксиллар миқдори ва шаклли элементлар сони ҳам ўзгариши мумкин.

МАТнинг қон айланишини бошқаришдаги иштироки. МАТнинг ҳамма қисмлари юрак-томир тизими фаолиятини бошқаришда иштирок қилади ва уларнинг қон айланишини бошқаришдаги ўзаро муносабатлари жуда мураккаб. Улар томирлар фаолиятига бевосита, рефлекс йўл билан ёки ички секреция безлари орқали, уларнинг ҳолатини ўзгартириб, таъсир кўрсатади. Табиий шароитда бу таъсирларни бир-биридан ажратиб бўлмайди. Агар бу жараёнларни жуда соддалаштирсак, қон айланишини бошқаришда МАТнинг иштирокини 4 босқичга бўлиш мумкин. Энг пастки босқичда орқамия марказлари туради. Бу марказларнинг қон айланишига таъсири орқамия кўндаланг кесилганда яққол намоён бўлади. Агар кесим охирги бўйин сегменти ва биринчи кўкрак сегменти ўртасига тушса, ҳайвон мустақил нафас олиш имкониятини сақлаб қолади. Бундай ҳайвоннинг қон босими аввалига кескин пасайиб кетади ва спинал карахтлик ҳолатига тушади. Кейин босим асли холига қайтади. Энди ҳайвонларда қон айланишини ўзгарган шароитга бемалол мослашишини кузатиш мумкин. Масалан, томирлардаги қоннинг 25% ташқарига чиқарилса, босим соғ ҳайвонларда кузатиладиган тезликда асли холига келади. Бу мослашиш реакциясини орқамиядаги симпатик марказлар таъминлайди. Табиий шароитда орқамия марказларининг гемодинамикага таъсири унчалик сезиларли эмас.

Мия стволидаги марказлар қон оқишини бошқаришда етакчи роль ўйнайди. Бу иккинчи босқичдаги марказларни узунчоқ мия ва Варолий кўпригида жойлашган тузилмалар ташкил қилади. Улардан бири В.Ф.Овсянников кашф этган томирларни ҳаракатлантирувчи марказдир. Марказ шикаст-ланганда қон босими 60-70мм с.у. гача пасайиб кетади. Демак, табиий шароитда томирларни ҳаракатлантирувчи марказ доимий тонусга эга бўлиб, томирларни торайтириб туради. Марказ прессор ва депрессор қисмлардан тузилган. **Прессор марказ**нинг кўзғалиши артерияларни торайтириб, қон босимини оширади, **депрессор марказ** кўзғалганда артерияларни кенгайтиради

ва қон босимини пасайтиради. Миянинг ствол қисмидаги марказлар организм тинч ҳолатда бўлганда гемодинамиканинг асосий кўрсаткичларини бир меъёрга симпатик асабларни тонусини ўзгартириш йўли билан таъсир қилади. ўз навбатида бу асаблар тонуси томирнинг рефлексоган соҳаларидан келадиган афферент импульслар таъсирида ўзгартириб туради. Афферент импульсларнинг кучайиши вазоконстрикторлар тонусини ошириб, томирларни торайтиради.

Томирларни ҳаракатлантирувчи марказга қўшни нафас марказидан ва МАТ нинг юқори қисмларидан келадиган импульслар ҳам таъсир қилади. Юқори марказлардан биринчи галда гипоталамуснинг гемодинамикага таъсири кучли. Миянинг бу қисми ствол қисмидаги марказларни узлуксиз назоратда тутиб туради, уларнинг тонуси ва рефлектор фаолиятини ўзгартириб, тана ҳудудлари ўртасида қонни қайта тақсимлайди. Бундан ташқари, гипоталамус турли хиссиётлар (кўркиш, ғазабланиш, қувонч) билан боғлиқ гемодинамика ўзгаришларини шакллайди. Гипотала-мус қон айланишини бошқарувчи механизмларнинг учинчи босқичи бўлса, тўртинчи энг юқори босқичи мия ярим шарлари пўстлоғидир. Бу ерда қон айланишга сезиларли таъсир кўрсатувчи соҳалар бир нечта. Биринчидан, бу преотор ва мотор соҳалар. Уларнинг кўзғалиш прессор реакцияларни юзага чиқаради. Ярим шарларнинг медиал юзасидаги соҳалар, пешона ва тепа соҳаларнинг базал юзаси ҳам кўзгалганда қон айланишига таъсир қилиб, босимни пасайтиради.

Мия пўстлоғи режалаштирилган хатти-ҳаракатлардан олдин мақсадга эришиш учун зарур бўлган гемодинамика ўзгаришларини шакллайди. Бу муҳим реакциялар ВАТ томонидан бошқариладиган қон айланишини соматик асаблар ёрдамида идора этиладиган скелет мушакларнинг фаоллик даражасига мослашишини таъминлайди.

Фаолият бошланишидан олдин ривожланадиган гемо-динамика ўзгаришлари шартли рефлекс йўли билан юзага чиқиши мумкин.

Ўпкада иккала қон айланиш доира-сига алоқадор томирлар бор. ўпканинг артерия ва веналари катта қон айланиш доираси томирларига қараганда анча калта ва диаметри кенгроқ. Йирик артерияларнинг девори анча юпқа, силлиқ мушак қавати яхши ривожланган типик артериолалар ўпкада учрамайди. ўпка капиллярлари диаметри тахминан 8мкм га тенг. Бу капиллярлар бир-бирига уланган бўлиб, альвеолаларни қалин тўр каби ўраб туради. ўпка капиллярларининг “функционал узунлиги” (альвеола девори билан чатишган қисми) ўртача 350мкм га тенг. қон бу масофани 0,7 - 1 секундда босиб ўтади.

Тинч ҳолатда ўпка капиллярларининг юзаси 60м^2 ни ташкил қилади, жисмоний иш бажарганда ёпиқ альвеолалар ва капиллярлар ишга тушиб, бу юза 90м^2 га етади.

Соғ одамнинг ўпка артериясида систолик босим 20мм с.у. га, диастолик босим 8мм с.у. га, ўртача босим эса 13мм с.у. га тенг бўлади ёки аортадаги ўртача босимдан 5 - 6 марта кам. ўпка капиллярларида ўртача босим $6,5\text{мм с.у.}$ га тенг. Кичик қон айланиш доирасининг охири хисобланган чап бўлмада босим $5,5\text{мм с.у.}$ ни ташкил қилади. Демак, бу доирада қон ҳаракатини таъминловчи босимлар ўртасида фарқ катта қон айланиш доирасининг тегишли қисмларидаги босимлар фарқидан бир неча марта кам.

Ўпка қон томирларидаги қон оқимиға бўлган қаршилик ҳам катта қон айланиш доираси томирларидагидан 10 бара-вар кам. Йирик ўпка артерияларида пульс тўлқинининг тарқалиш тезлиги 1-2м.с. Бу кўрсаткични катта қон айла-ниш доирасидаги артерияларникидан 3 - 5 марта кичик бўлиши ўпка томирларининг жуда чўзилувчанлигига боғлиқ.

Қон оқишининг чизиқли тезлиги ўпка артериясида 18см.с. (аортада $30\text{-}50\text{см}$ с ни ташкил қилади. Капилляр-ларда бу тезлик камаяди ва тизим қон айланиш капилляр-ларидаги тезликдан сезиларли фарқ қилмайди. ўпка томир-ларидан оқиб ўтадиган қон миқдори (ўпка перфузияси) гидростатик босимға боғлиқ. Катта ёшли одам ўпкаларининг чўққиси одам тик турганда ўпка артерияси асосидан 15см баланд. Шунинг учун ўпка юқори бўлагининг артериал томирларидаги босим гидростатик босимға тенг. Бу шаро-итда ўпка чўққисидаги капиллярлардан қон кам оқади ёки умуман оқмайди. Ўпканинг пастки қисмидаги томирларда гидростатик босим артериал босимға қўшилади ва томирларни кенгайтириб туради. Демак, ўпка томирларида қон оқиши нотекис ва тана ҳолатига боғлиқ. Ўпка томирла-ридаги босимға плевра бўшлиғидаги ва альвеолалардаги босимнинг ўзгариши ҳам таъсир қилади.

Ўпка қон томирларидаги қоннинг миқдори тахминан 450мл га тенг. Бу миқдорнинг 70мл капиллярларда, қолган қисми эса артерия ва вена ўртасида тенг бўлинган бўлади. ўпка веналари жуда чўзилувчан бўлганидан улардаги қоннинг миқдори 50% га кўпайиши мумкин. ўпка томир-ларидан умумий қон айланишиға қисқа вақт орасида 300мл атрофида қон ўтади.

Юракда қон айланиши. Миокардни чап ва ўнг тож артериялар қон билан таъминлайди. Тинч ҳолатда бу томирлардан бир дақиқада

250мл қон оқиб ўтади. Жисмоний иш вақтида миқдор 1250мл га етади. Юракнинг қон билан таъминланиши аортадаги босимга, юракнинг уриш тезлигига, вегетатив нервларнинг таъсирига боғлиқ. Аммо метаболик омиллар тож томирларда қон оқишига жуда кучли таъсир қилади.

Кислород етишмовчилиги тож томирларни кенгайти-радиган жуда кучли омиллардан бири ҳисобланади. қондаги кислород миқдорининг 5% камайиши ҳам юрак томирларини кенгайтишига олиб келади.

Юрак томиридан қон оқиши унинг иш циклига боғлиқ. Систола вақтида юрак мушаги қисқариб, томирларни сиқади. Натижада чап тож артериясида қон оқиши бутунлай тўх-тайди, фақат диастола вақтида миокард бўшашганда қон оқиш тезлашади. Ўнг тож артерияси систола вақтида кўп сиқилмайди, Бу томир орқали қоннинг оқиши асосан аортада қон босимининг ўзгаришига боғлиқ.

Миокарда капиллярлар сони ниҳоятда кўп, деярли ҳар бир толага битта капилляр тўғри келади. Капиллярлардан ўтган қон миокарда чуқур жойлашган синусларда йиғилади. Миокарда кўп томир бўлмаган каналлар ҳам бор (**тебези каналлари**). Бу каналлар юрак бўшлиқларига бевосита очилади. Систола вақтида қоннинг юрак синусларидан ва Тебези каналларидан оқиб чиқиши тезлашади.

САТ тож томирларни кенгайтириб торайтириши мумкин. Натижа катехоламинларнинг қондаги миқдорига ва улар таъсир қиладиган рецепторларга (α - ёки β -адрено-рецепторларга) боғлиқ. ПСАТ тож қон томирларидан қон оқишни камайтиради.

Бош мияда қон оқиши. Бош миянинг қон билан таъминланиши бошқа аъзоларникига нисбатан кўпроқ. Юрак-дан катта қон айланиш доирасига чиққан қоннинг 15% мия томирларидан ўтади. Мия томирларининг адренергик инер-вацияси яхши ривожланган. Бу эса томирларни кенг чега-рада кенгайиб торайишини таъминлайди.

Мияга қон юмшоқ мия пардаси томирларидан радиал йўналишда тарқалган артериялар орқали ўтади. Артерия ва веналар ўртасида анастомозлар йўқ капилляр очик бўлади. Кулранг моддада капиллярлар сони оқ моддадагидан кўпроқ. Миядан ўтган қон қаттиқ мия пардасида синуслар ҳосил қиладиган веналарга йиғилади.

Мия томирларининг миоген ўз-ўзини бошқариш ме-ханизми яхши ривожланган. Бу тананинг фазодаги ҳолати ўзгарганда мия

томирлари орқали қон оқшининг барқа-рорлигини сақлашга имконият туғдиради.

Жигарда қон айланиши. Жигар айна бир вақтда ар-терия ва венадан қон олади. Артерия қонни жигар артерияси олиб келади, веноз қон эса қопқа вена орқали жигарга етиб келади. қопқа венага ҳазим тизими аъзолари ва талокдан ўтган қон йиғилади. Демак, қопқа венадаги қон капиллярдан икки марта: биринчи сафар ичак, меъда ва бошқа аъзо-лардаги капиллярдан, иккинчи марта эса жигар паренхимасидаги капиллярлардан ўтади. қоннинг жигар капилляр-ларидан ўтиши гепатоцитларни ичакда сўрилган моддалар билан таъминлайди, заҳарли моддаларни заҳарсизлантириш ва организмдан чиқариб ташлаш учун ўта муҳим. Агар қопқа венадаги қонни жигардан ўтказмасдан, бевосита пастки ковак венага оқизиб юбилрлса ҳайвон тез кунда заҳарланиб ўлади.

Қопқа вена ва жигар артерияси жигар тўқималарида ёйилиб, жигар бўлакчаларида синусоид капиллярлар ҳосил қилади. Синусоид капиллярларда қон жуда секин оқади, бу моддалар алмашуниви учун қулай шароит туғдиради. қопқа қон айланиши синусоид капиллярларнинг кириш ва чиқиш сфиниктерлари очилиши ёки ёпилиши йўли билан бошқа-рилади.