

ЎБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ

Клемешева Л.С
Алматов К. Т.
Матчанов А.Т,

ҚОН АЙЛАНИШИ
ФИЗИОЛОГИЯСИ
(Юрак физиологияси)

1

Тошкент – 2006

Дарсликда юрак фаолиятини тушуниш учун зарур бўлган унинг анатомияси, морфологияси, гистологияси ва физиологияси — сига оид маълумотлар келтирилган. Дарслик одам ва ҳайвонлар физиологияси мутахассислиги бўйича ихтисослашаётган ҳамда биология ва тиббиётни ўрганаётган бакалавр ва магистрларга мўлжалланган.

Такризчилар: биология фанлари доктори, профессор
Махмудов Э.С.
биология фанлари доктори, профессор
Ахмеров Р.Н.

Масъул муҳаррир: II — Тошкент давлат тиббиёт институти
нормал физиология кафедрасининг
муdiri тиббиёт фанлари доктори,
профессор **Данияров А.Н.**

Русчадан ўзбек тилига биология фанлари доктори, Ал —
ламуратов Ш.И. биология фанлари доктори, профессор Алматов
К.Т. таҳрири остида таржима қилинди.

Дарслик М.Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий Универси —
тети илмий кенгаши (29.01.2003 й, 5 сонли баённома) томонидан
нашрга тавсия этилган.

Кириш

Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий Уни—верситети «Одам ва ҳайвонлар физиологияси» кафедрасида ихтисослашган талабалар, махсус курс сифатида, қон айланиши физиологиясини ўрганадилар. Бу, 10 йилдан ортиқ амалда қўлланилиб, ўқитиш даврида курснинг мазмуни ишлаб турган юракдаги, юрак фаолиятини ва бошқаларни асабли ва гуморал бошқаришда содир бўлаётган биокимёвий ва биофизик жараёнлар тўғрисидаги янги маълумотлар билан тўлдирилди. Мавжуд дарсликлардаги қон айланиш физиологияси тўғрисидаги бўлимлар қисқа бўлиб, кўпгина масалалар бўйича тўлдиришни талаб қилади. Масалан, қон айланиш эволюцияси ва ушбу тизимнинг эволюция омиллари, қон айланиш аъзолари тўғрисидаги анатомик, морфологик ва гистологик маълумотлар, юрак мушакларининг қисқариши механизмлари, юрак фаолиятини бошқариш механизмлари, юрак ишлашини ўрганиш усуллари шу жумладандир. Ушбу дарсликни ёзишдан мақсад, юрак физиологияси бўйича талабаларни етарли миқдорда маълумот билан таъминлашдан иборат. Дарсликнинг давоми сифатида «Қон айланиш физиологияси. Қон тизими физиологияси» мавзусидаги адабиётни чоп этиш кўзда тутилган. Дарсликда, юрак анатомияси, морфологияси, гистологияси, юрак фаолиятининг молекуляр механизмлари, юрак фаолиятини бошқариш механизмлари соҳасидаги тадқиқотлар умумлаштирилган. Келтирилган адабиётлар рўйхатида, дарсликни ёзишда фойдаланилган нашрий маибалар келтирилган бўлиб, ушбу соҳа бўйича мавжуд барча адабиётларни ўз ичига олган. Келтирилган материалларда илгари амалга оширилган тадқиқотлар тўғрисидаги маълумотлар мавжуд. Ушбу дарсликдан биология ва тиббиётни ўрганувчи кафедраларнинг ўқитувчилари ва талабалари ҳам фойдаланса бўлади.

ЮРАК ВА ҚОН–ТОМИР ТИЗИМИ АСОСИЙ ТИПЛАРИНИНГ МОРФОЛОГИК ЭВОЛЮЦИЯСИ

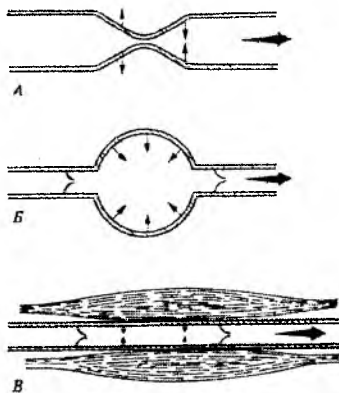
Қон айланиши — ҳайвонлар организмда қоннинг узлуксиз ҳаракати бўлиб, организм ва ташқи муҳит ўрта — сида моддалар алмашинуви ва турли фаолиятларни интеграциясини таъминлайди. Қон айланиши ёрдамида тана ҳужайраларини кислород, озуқа моддалари билан таъминлаш, карбонат ангидрид газини ва алмашинувнинг бошқа қолдиқ моддаларини чиқариб ташлаш амалга оширилади. Қон айланиши гомойотерм ҳайвонларнинг ҳарорат бошқарилувида катта аҳамиятга эга. Унинг ёрдамида гор — монлар, антитаналар ва бошқа физиологик фаол моддалар ташилади ва бунинг оқибатида тана бир бутун организм сифатида фаолият кўрсатади. Қон айланиши, организмни ички ва ташқи муҳитнинг ўзгаришларига мослашувининг муҳим омили сифатида, унинг гомеостазини сақлаб туришида етакчи рол ўйнайди. Қон айланиш тизими, илк бор 1628 йилда инглиз ҳакими, физиологи ва эмбриологи Уильям Гарвей томонидан баёни қилинган.

Одам ва ҳайвонлар организмда айланувчи суюқликларнинг асосий роли моддаларни турли масофаларга жуда катта тезликда ташиб беришдан иборат. Чунки бу вазифани 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 қобилиятига 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 (1 — расм).

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

Перистальтик насосда (А) қон қисқарувчан трубка бўйлаб ҳаракатланади ва насос қонни оддинга 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 суқиб чиқарилади. Клапанлар эса қонни ҳаракатланиш йўналишини 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, танининг пастки ёки орқа қисмидаги тизимида қонни ушлаб қолишига ёрдам берувчи оғирлик кучига қарши қонни самарали ҳаракатланишига имкон беради.



1—расм. Қон айланиши тизимида қоннинг ҳаракатини таъминловчи уч турдаги насослар.

Ёпиқ ёки очиқ 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 (лан—

цетниклардан бошлаб) ҳамда бошоёқли моллюскаларда, иг-
натианалиларда ва халқасимон чувалчангларда мавжуд. Кўп-
чилик умуртқасизларда (масалан, бўғимоеқларда, кўпчилик
қисқичбақасимонларда, моллюскаларда ва тубан хордали-
ларда) қон юракдан томирларга оқиб чиқади, лекин бу то-
мирлар тутайди ва қон тўқима ва аъзолар ўртасида эркин
оқади, кейинчалик эса, яна юракка қайтиб келади. Бундай
қон айланиш тизимини очиқ тизим деб аталади. Ушбу икки
турдаги тизимлар ўзига хос хусусиятларга эга бўлиб, улар-
нинг 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 (2 – расм). Бу қон томири яхши ривожланган.
Унинг муҳим қисмлари – иккита асосий томир, яъни орқа
бел ва қорин томирлар бўлиб, тананинг барча соҳалар бўй-
лаб 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 ҳаракатланти-
ради,

Жадвал 1.

Қон айланишнинг ёпиқ ва очиқ тизимлари ўртасидаги асо-
сий фарқлар.

Ёпиқ тизим	Очиқ тизим
Босим одатда жуда юқори	Босим одатда унча катта эмас.
Юқори босимнинг ҳосил бўлиши берк бўшлиқни ва қаршиликни талаб қилади.	Юқори босимни ҳосил қилиш им- конияти йўқ.
Юқори босимни ушлаб туриш учун юрак қисқаришлари ўртасида эла- стик деворлар талаб қилинади.	Босимни ушлаб туриш имконияти йўқ.
Қон тўғридан – тўғри аъзоларга етиб келади.	Қон аъзоларни ювиб туради.
Турли аъзоларга қон оқимини тақсимлашни бошқариш мумкин.	Қонни тақсимлашни бошқариш қийин.
Қон юракка тез қайтиб келади.	Қон юракка секин – аста қайтиб келади.

халқасимон томирлар бўйлаб эса тана метамерларида қон
айланишини таъминлайди. Тананинг олдинги қисмида

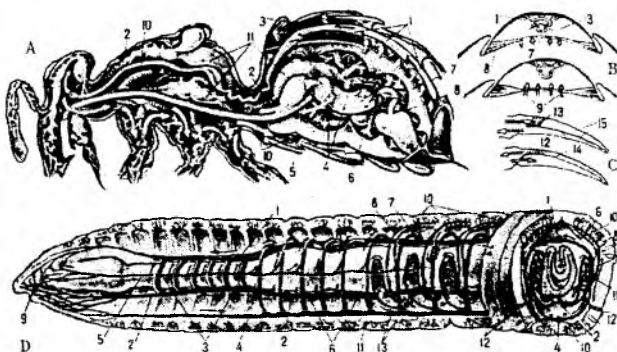
қизилўнгачни ўраб турган халқасимон томирлар мустақил равишда уради ва шу туфайли уларни юрак деб аташади. Тананинг ҳаракатлари ҳам қон айланишига ёрдам беради.

Халқасимон чувалчанглардан фарқли ўлароқ моллюскаларнинг қон — томир тизими очиқ бўлади (3 — расм). 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 буйрақлар билан боғланган бўлиб, буйрақлар қондан диссимилияция 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 (2, 3 — расм). 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 миқдорда 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

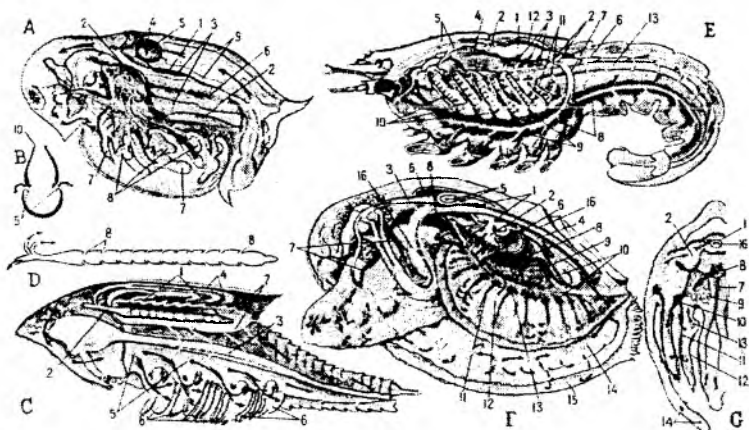


2—расм. Ҳашаратлар ва халқасимон чувалчангларнинг транспорт тизими.

А₁В₁С—ҳашоратларда гемолимфанинг ҳаракатланиши: А—умумий схема (асалари); В—гемолимфани юракка сўрилиши схемаси; С—оёқчаларда гемолимфанинг ҳаракатланиши.

1—юрак; 2—аорта; 3—юраколди синус; 4—ичаколди синус; 5—периневрал синус; 6—қорин диафрагмаси; 7—орқа диафрагма; 8—қанотсимон мушаклар; 9—гемолимфани сўрилиши; 10—трахеялар; 11—трахеялар қопчалари; 12—мушакларнинг қисқариши ва 13—бўшашиши бўлиб, ушбу мушаклар кўндаланг тўсиқларни (14) оёқлар синуслари (15) ўртасида силжитади; стрелкалар—гемолимфанинг ҳаракатланиш йўналиши (қора рангдагилар—юрак ва аортада, оқ рангдагилар тана бўшлиқларида ва синусларда).

Д—ёмғир чувалчангининг қон айланиши схемаси: 1—орқа томир; 2—қорин томир; 3—пульсланувчи «юраклар»; 4—субневрал томир; 5—ён томир; 6—париентал томирлар (боғловчи); 7—олиб келувчи ва 8—олиб кетувчи тери томирлари; 9—тананинг олдинги чекка қисмининг капиллярлари; 10—тери капиллярлари; 11—метанефридиялар ва 12—уларнинг тешиклари; 13—метанефридицияларнинг олиб келувчи ва олиб чиқувчи томирлари; стрелкалар — қоннинг ҳаракатланиши йўналишини кўрсатади.



3-расм. Қисқичбақасимонлар ва моллюскаларнинг транспорт тизими схемаси (стрелкалар—суюқликнинг ҳаракати йўналишини кўрсатади).

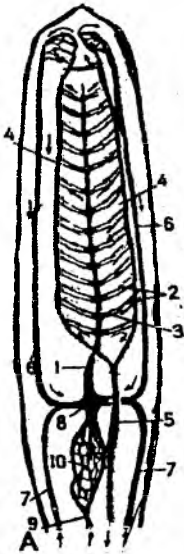
А—умумий схема ва В—дафния юрагининг схемаси: 1—2-тана бўшлиғида синусларни ҳосил қилувчи мембраналар; 3—қорин синуси; 4—юрак; 5—ёнбош остиялар; 6—ичак; 7—қўл-оёқлар; 8—қўл-оёқларнинг нафас олиш ўсимталари; 9—орқа синус; 10—олдинги остия. С—умумий схема ва Д—ҳитеннинг кўпкамерали юраги схемаси; 1—юрак; 2—аорта; 3—ичак; 4—айирув аъзолари; 5—ичак синуси; 6—нафас олиш ўсимталари бўлган кўкрак оёқчалари; 7—юраколди синус; 8—ёнбош остиялар. Е—дарё қисқичбақасиники 1—юрак; 2—клапанлар; 3—ёнбош остиялар; 4—7—артериялар, юракдан тананинг олдинги қисмига (4 ва 5), орқа қисмига (6) ва пастки қисмига (7) борувчи; 8—асабости артерия; 9—кўкрак синуси; 10—жабранинг олиб келувчи ва 11—олиб кетувчи йўллари; 12—юраколди синус; 13—ичак. F—тишсизнинг ён томондан ва G—қўндаланг кесилгандаги: 1—юракнинг меъдаси; 2—юраколди; 3—олдинги ва 4—орқа аорта; 5—клапан; 6—юраколди бўшлиқ; 7—веноз йўллари; 8—умумий веноз синус; 9—буйрақларнинг веноз тизими; 10—қонни жабраларга олиб борувчи йўллар; 11—олиб келувчи ва 12—олиб кетувчи жабра йўллари; 13—жабра венаси; 14—мантияли йўллар; 15—мантия; 16—ичак

қон — томир тизими бўлмайди, улар майда лакунлардан иборат бўлиб, улар лакунар томирлар билан боғланган. Уларда функционал жиҳатдан ҳашоратлар гемолимфасига ўхшаш суюқлик айланади ва моддаларнинг ташилишини таъминлайди.

Бош суяксизлардан бошлаб, барча хордали ҳайвонларда қон айланиш тизими берк тизим бўлиб, қон шахсий девор — лари бўлган томирлар орқали ҳаракатланади. Бош суяксиз — ларда юрак бўлмайди (4 — расм). Қоннинг ҳаракатланиши қорин аортасининг ва жабра аорталари асосларининг ури — ши туфайли ҳосил қилинади. Қон айланиш доираси битта ва у қорин, орқа аорталардан ва аъзоларнинг микроайланиш тизимидан иборат. Веноз қон аортаси орқали жабра арте — рияларига келиб тушади, кейин эса аэрацияланган қон орқа аорта бўйлаб томирлар ва барча аъзоларнинг капиллярла — рига тақсимланади.

Қобигиларнинг 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 кет — ма — кет бир томонлама, кейин эса иккинчи йўналишда қисқаради. Шу тарзда, қон айланишини, новбат билан ар — терия ва веналар функциясини бажарувчи битта томирлар бўйлаб маятниксимон (тебранма) ҳаракатланиш билан ал — маштирилган. Қон ҳаракатланишининг бундай тури халқум томирларининг жуда мураккаб тўри бўйлаб қон ҳаракатла — ниши қаршилигини камайтирса керак.

Барча умуртқалиларда, бош суяклилар ва бош су — яксизларда ҳам, қон — томир тизими ёпиқ бўлади. Қон, де — ворлари силлиқ мушак толаларга ва ички эндотелиал қобикларга эга бўлган қон — томир тизими бўйича айла — нади. Охиргисининг пайдо бўлиши ва томирларнинг қўшилиши бош суяксизларда бошланиши оқибатида организмда учта муҳитни, яъни ҳужайра ичидаги, ҳу — жайралараро ва томирлар ичидаги муҳитларни ҳосил бўлишига олиб келди. Қон — томир тизимининг боғланиши, юқори мослашиш моҳиятига эга бўлган эволюцион ҳо — дисадир. Тананинг томирлари бўйлаб қоннинг оқишини

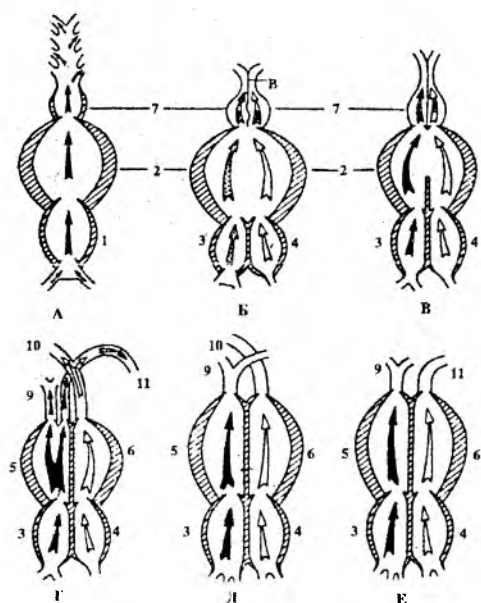


4—расм. Ланцетникнинг қон-
томир тизими.

1—қорин томири; 2—жабрадаги
шоҳчалари ва 3—уларнинг асослари;
4— жабра усти томирлари; 5—орқа
томирлар; 6—7— олдинги ва орқа
кардиал веналар; 10—жигарнинг
қайтар венаси капиллярлари.

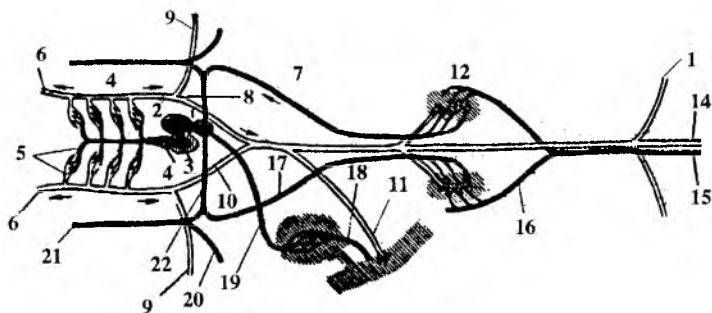
таъминлайдиган махсус аъзо, яъни юракнинг ҳосил бў-
лиши ҳам муҳим эволюцион ютуқ ҳисобланади. У,
қорин аортасини кенгайтиши ҳисобига ҳосил бўлган
бўлса ҳам, деворлари юракнинг тарғил мушакларидан
иборат. Ушбу аъзода муҳим ўзгаришлар содир бўлиб,
улар унинг асосий функциясини кучайтишига олиб
келади. Юрак эволюцияси қон оқимини айирбошлаш
механизмининг прогрессив ривожланиши билан ха-
рактерланади (5—расм). Қўшимча юраклар функциясини
бажарувчи аъзолар бўлиб веноз қоринчалар ва артериал
конуслар ҳисобланади. Уларнинг ривожланганлик дара-
жаси турли синфга мансуб ҳайвонларда ҳар хил бўла-
ди.

Балиқларнинг юраги икки камерали бўлади. Унга
қон веноз синус орқали келиб тушади ва кейин эса,
кетма-кет юраколди, меъдача, артериал конус (пластина
жабралилар) ёки артериал пиёзча (суякли балиқлар)



5—расм. Умуртқалилар юрагининг схемаси. А— балиқлар; Б—амфибиялар; В—сугралиб юрүвчилар (тимсоҳдан ташқари); Г—тимсоҳлар; Д—қушлар; Е—сут эмизувчилар. Қора стрелкалар—венoз, оч рангдагилар—артериал, нуқталилар — аралаш қон. 1—юраколди; 2—меъдача; 3—ўнг юраколди; 4—чап юраколди; 5—ўнг меъдача; 6—чап меъдача, 7—артериал конус (пиёзча); 8—спирал клапан; 9—ўпка устуни; 10—аортанинг ўнг ёйи; 11—аортанинг чап ёйи.

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 венoз қонни ҳайдайди. Юрак тўқималарининг ўзи оксигенланган қон билан таъминланадилар, ушбу қон жабрадаги шоҳланган томирларнинг бири орқали келади. б расм). Амфибияларнинг (суда ва қуруқликда яшовчи) юраги уч камерали бўлиб, иккита юраколди ва



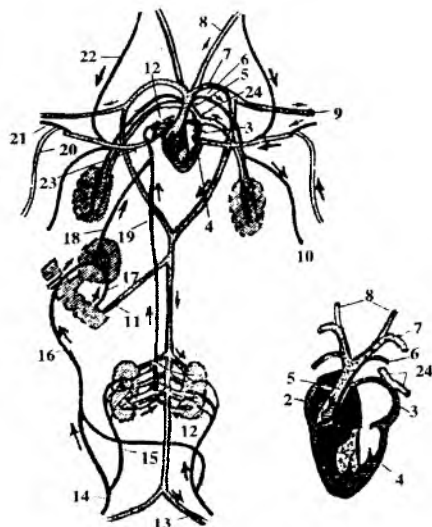
6—расм. Суякли балиқнинг қон-томир тизими (схема).

1—веноз синус, 2—юраколди; 3—меъдача; 4—қорин аортаси; 5—жабра томирлари; 6—уйқу артериялари; 7—орқа аорта; 8,9,10,11,12,13,14,—артериялар; 12,15,16,21,22—веналар.

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 тўйинганик даражаси тери нафас олишини жадаллигига боғлиқ. Амфибияларнинг нам терисида қоннинг тўлиқ оксигенланиши содир бўлади (масалан, сув остида қишки уйқута кетган даврида). Меъдачага келиб тушадиган қоннинг иккита оқими деярли аралашмайди ва аорта пиёзчасининг кўндаланг спирал клапани орқали аорта тўри ёиларига чиқарилади. Кислородга бой бўлган қон катта доирага, веноз қон эса ўпкага йўналтирилади (7—расм).

Тимсохлардан ташқари судралиб юрувчилар (рептилиялар) 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

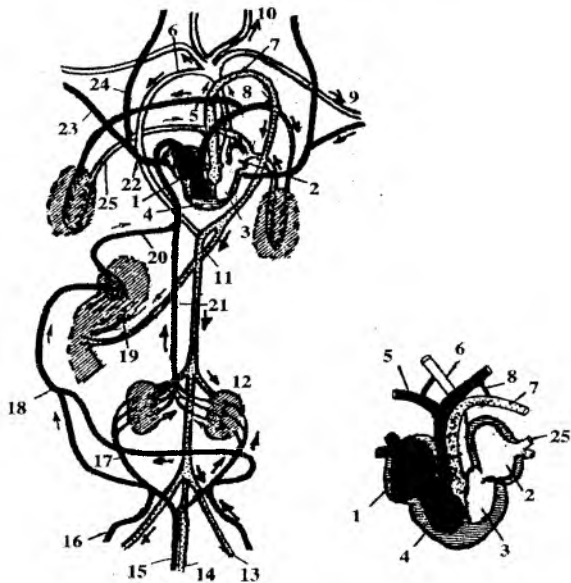


7—расм. Қурбақанинг юраги ва қон—томир тизими (схема).

1—венос синус; 2—ўнг юраколди бўлма; 3—чап юраколди бўлма; 4—меъдача; 5—артериал конус; 6—ўпка артерияси; 7—аорта ёйи; 8—уйқу артерияси; 9—ўмров ости артерия; 10—тери артерияси; 11—13—ички аъзоларга боровчи артериялар; 14—18 ички аъзолардан келувчи веналар; 19—орқа ковок вена; 20—тери венаси; 21—22—тананинг олдинги қисмидан келувчи веналар; 23—олдинги ковок вена; 24—ўпка венаси;

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 (8—

расм). Қушлар ва сут эмизувчилар юрагининг барча камералари алоҳида ажралган бўлади. Ўнг меъдачадан ўпка устуни чиқади, чап меъдачадан эса аорта чиқади ва у, қушларда аортанинг ўнг ёйига ва судралиб юрувчиларда аортанинг чап ёйига ўхшашдир.



8—расм. Калтакесакнинг юраги ва қон—томир тизими (схема).

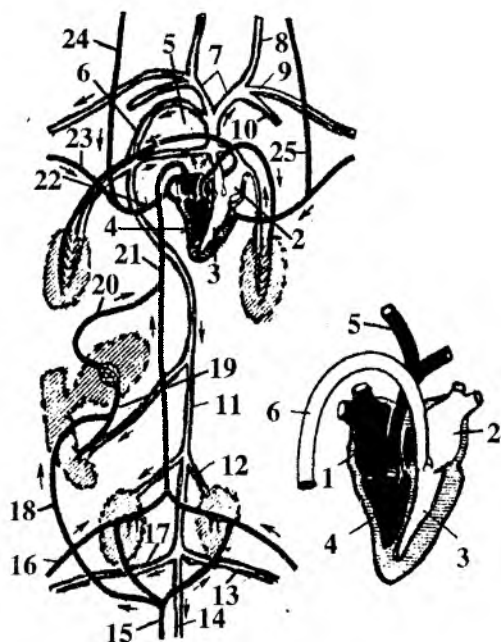
1—ўнг юраколди бўлмаси; 2—чап юраколди бўлмаси; 3,4—меъдача; 5—ўпка артерияси; 6—аортанинг ўнг ёйи; 7,8—аортанинг чап ёйи; 9—ўмров ости артерия; 10—уйқу артерияси; 11—14—ички аъзоларга боровчи артериялар; 15—20—ички аъзолардан келувчи веналар; 21—орқа ковак вена; 22—олдинги ковак вена; 23—24—тананинг олдинги қисмидан келувчи веналар; 25—ўпка венаси;

Сувда яшовчи пойкилотерим умуртқалиларда (ба—лиқларда) фақат битта қон айланиш доираси мавжуд; икки камерали юракнинг меъдачасидан қон жабраларга боради ва у ерда кислород билан тўйинади (6—расмга қаранг). Кейин эса орқа артериянинг шохчалари орқали қон тананинг барча қисмлари бўйлаб тарқалади ва ве—

налар бўйлаб юракнинг юраколди бўлмасига қайтиб келади.

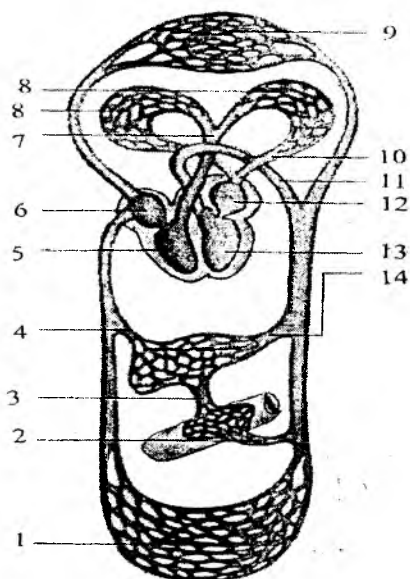
Қуруқликда ва сувда яшовчиларда ҳамда судралиб юрувчиларда қон айланишининг иккита доираси пайдо бўлади, бу ҳол икки хил нафас олувчи балиқларда намоён бўлган. Бу доиралар: кичик қон айланиш (ўпка) ва катта қон айланиш доираларидир. Улар бир – биридан аниқ ажралмаган, чунки уч камерали юракда қон юраколди бўлмадан ягона (айрим ҳолларда тўсиқ билан қисман бўлинган) меъдачага келиб тушади (7 – ва 8 – расмлар). 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 қуруқликда 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 жойлашиши, 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 ҳаракатлишининг 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.



9—расм. Қушларнинг юраги ва қон—томир тизими (схема).

1—ўнг ва 2—чап юраколди бўлмачалари; 3—чап ва 4—ўнг меъдачалар; 5—ўпка артерияси; 6—аорта ёйи; 7—номсиз артерия; 8—уйқу артерияси; 9— ўмров ости артерия; 10—кўкрак артерияси; 11—орқа артерияси; 12, 13, 14, 17—ички аъзоларга борувчи артериялар; 15, 16, 18, 19, 10—ички аъзолардан келувчи веналар; 21—орқа кавок вена; 22—олдинги кавок вена; 23, 24, 25—тананинг олдинги қисмидан келувчи веналар.



10—расм. Одамга қон айланиши схемаси.

1—катта доира капиллярлари; 2—ичак артерияси; 3—қайтар вена; 4—жигар венаси; 5—ўнг меъдача; 6—ўнг юракколди бўлмача; 7—ўпка артерияси; 8—кичик доира капиллярлари; 9—бош капиллярлари; 10—ўпка венаси; 11—аорта ёйи; 12— чап юракколди бўлмача; 13—чап меъдача; 14—қорин аортаси.

Қушлар ва сут эмизувчиларда тўлиқ ажралган иккита қон айланиши доираси ҳосил бўлади (9,10—расм). 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 тўфайли 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 бўлма — чадаги ўпка веналари билан яқунланади.

Катта қон айланиш доираси чап меъдачадан чиқувчи аортадан бошланади, бош, тана, қўл — оёқлар артерияларини қон билан таъминловчи артерияларга шоҳланади ва ўнг юраколди бўлмачасига келиб тушувчи қон веналар билан яқунланади.

ЮРАК – ҚОН ТОМИР ТИЗИМИНИНГ ФУНКЦИОНАЛ ЭВОЛЮЦИЯСИ

Ҳайвонот оламининг филогенетик жиҳатдан энг олдинги вакилларида (қон — томир тизими топилган чувалчангларда) қон — томир тизими газ олмашуви ва экскрецияни таъминлайди. Эволюцион поғона бўйича кейинчалик ҳам, ўпка орқали нафас олиши пайдо бўлиши билан кичик қон айланиши доираси кўринишида қон томир тизими ва нафас олиш аъзоларининг ривожланиши ўртасида яқин алоқа намоён бўла бошлаган. Шундай қилиб, тўқималарни кислородга бўлган эҳтиёжи юрак — қон томир тизими эволюцияси йўлини белгиловчи омилларнинг асосийларидан бири бўлди. Юксак умуртқалиларнинг, айниқса сут эмизувчиларнинг ҳужайра ва тўқималарида ички механизмларнинг кислородни етишмаслигига мосланиш имкониятлари чегараланган бўлса, умуртқасизларнинг аъзолари кислородни келиши тўхтагандан сўнг ҳам соатлаб ўз фаолиятини сақлаб туради. Филогенетик ривожлана борган сари, аъзолар кислород танқислигига (гипоксияга) анча сезгир бўлиб қолади ва юксак умуртқалилар ва одамнинг айрим тўқималари қон айланиши тўхтагандан ёки қонда кислород миқдорини пасайишидан кейин бир неча дақиқа ўтгач но — буд бўлади.

Фақат тана ўлчамлари кичкина бўлгандагина оддий диффузия механизми газларни, озуқа моддаларини ва оралик маҳсулотлар (метаболитлар)ни тананинг бир худудидан бошқасига ўтказилишини таъминлашга қодирдир. Агар тўқималар тана юзасидан 0,5 мм дан чуқурроқ жойлашган бўлса, қўшимча ташувчи тизимга, яъни қон томирлари ва юракка эҳтиёж пайдо бўлади. Оддий диффузия ёрдамида ташиш имкониятининг чегараланганлиги турли аъзолар

тўқималарида капиллярларнинг кўп бўлишини белгилайди. Сут эмизувчиларда капиллярлар орасидаги масофа, қоидага кўра, бир неча ўн микрометрдан ошмайди. Фаол тўқима ларда (гипоталамус ядролари, миокард) 1 куб мм майдоннинг кесишмасида капиллярларнинг зичлиги 1000 дан 4000 гача ташкил қилади. Кислород миқдори паст бўлган муҳитда яшовчи ҳайвонлар (масалан, 3800–4000 м баландликда яшовчи денгиз чўчқаси) скелет мушакларида капиллярлар зичлиги, денгиз олдида яшовчи ҳайвонларникига нисбатан юқоридир. Ундан ташқари, мушаклардаги капиллярлар сони ҳайвоннинг фаоллигига ҳам боғлиқдир.

Жадвал 2.

Умуртқали ва умуртқасизларда айланувчи қоннинг ва ҳужайра ташқарисидаги суюқликнинг ҳажми (мл/100 гр. тана массасига)

Ҳайвонлар	Айланувчи қоннинг ҳажми	Ҳужайра ташқарисидаги суюқликнинг ҳажми
Ит	9,2	2,5
Мушук	7,2	2,5
Одам	7,8	17,5
Илон	6,0	17,0
Аллигатор(Тимсох)	15,0	5,1
Курбақа	22,0	5,3
Карп балиғи	3,0	15,0
Чаён	34,0	34,0
Қисқичбақасимонлар	32,6	32,6
Чегиртка	18,1	18,1
Қориноёқли моллюскалар	79,0	79,0
Бошоеқли моллюскалар	5,9	28,0

Шундай қилиб, газлар диффузияси тезлигининг пастлиги, тана ўлчамларини катталашини, ҳаракатчанликни кучайиши ва аэроб оксидланишнинг ролини кучайиши махсус ташувчи тизим пайдо бўлишини белгилади. Ушбу тизим таркибига юрак (насос) ва қон томирлари киради ва улар ташиш, резистив, ҳажмли ва алмашинув функцияларини таъминлайди.

Сут эмизувчилар ва қушларда қоннинг ҳажми ўртача тана вазнининг 7–10% ни ташкил қилади, қон ҳажмининг

40–50% плазмага тўғри келади. Хужайра ташқарисидаги суяқликларнинг ҳажми тана оғирлигининг 18–25% ни ташкил қилади. Очиқ қон айланиш тизимига эга бўлган ҳайвонларда қоннинг ҳажми тана оғирлигининг 30% ни ташкил қилади ва ёпиқ қон айланиш тизимига эга бўлган ҳайвонлардаги хужайра ташқарисидаги суяқликнинг ҳажмига мос келади. Айрим турдаги моллюскаларда ўшбу миқдор 50% дан ортади. Қон айланиш тизимининг алоҳида – ланиши айланиб юривчи қон ҳажмини камайиши билан бирга содир бўлган (2–жадвал).

Эволюция даврида юрак ишининг унумдорлигини ортиши кўринади. Ушбу катталиқ сувда ва қуруқликда яшовчилар ҳамда рептилияларда дақиқада 2–5,9 мл. (1/100 г тана массасига) миқдорни ташкил қилади. Ушбу кўрсаткич сут эмизувчиларда 10 марта катта бўлади ва майда сут эмизувчилар ва қушларда энг катта миқдорда бўлади. Сут эмизувчиларда қоннинг тўлиқ айланиш тезлиги умуртқасизлар ва тубан умуртқалиларникига нисбатан кўпроқ бўлади. Маса – лан, денгиз омаридида қоннинг айланиш муддати дақиқасига 3–8 марта бўлса, одамда 20 секундни ташкил этади. Қоннинг тўлиқ айланиш тезлиги сут эмизувчиларда амфибияларга нисбатан 11 марта, рептилияларга нисбатан 4,5 марта катта. Итлар ва каламушларда қоннинг тўлиқ айланиши 1 дақиқада 2 ва 3–5 мартани ташкил қилади. Қурбақа ва ташбақаларда 1 дақиқада қон 0,3 ва 0,74 марта тўлиқ айланади.

Эволюция даврида юракнинг иш унумдорлигини ортиши асосан юракнинг қисқариш частотасини ортиши билан таъминланади. Умуртқалилар қаторида (амфибиядан тортиб одамгача) қоннинг зарбли ҳажми кам ўзгаради ва 0,08–0,14 мл/100 г тана массасига миқдор чегарасида бўлади.

Юракнинг функционал эволюцияси, ушбу аъзонинг шахсий автоматизмини тўлдирувчи гуморал ва асабли бошқариш механизмларини прогрессив ривожланиши билан ҳам ҳарактерланади. Умуртқасизларда қон айланиши бошқариш жараёнлари эволюциясининг асосий қонуниятларини топиш имкониятини беради, чунки уларда бир неча турдаги юракнинг (миогенли ва нейрогенли) ҳамда қон тизимида қўшимча пропульсив соҳаларнинг мавжудлиги

кузатилади. Айрим ҳашаротлар ва қисқичбақасимонлар юрагида асаб ҳужайралари бўлиб, улар юракнинг қисқаришини чақиради. Бундай юраклар нейроген ҳисобланади. Миоген типдаги юракларга, асаб структуралари фаолиятдан мустасно ҳолда махсус мушак ҳужайраларида ўз-ўзидан беихтиёр пайдо бўлувчи хусусий фаолликка эга юраклар киради. Бундай ҳолатда, миокарднинг алоҳида соҳалари ритмни бошқарувчисига, яъни пеймескерлар (ингл. pacemaker — тонни ушлаб турувчи) ўтказувчи тизим сифатида ихтисослашади. Улар, оддий қисқарувчи мушак элементлари орасида жойлашади. Бундай юрак тури моллюскалар ва умуртқалилар ўртасида мавжуд. Нормал шароитда Пейсмекер ҳосилалари тамонидан чақириладиган қисқаришлар ритми асаб тизими ёрдамида бошқарилади.

Тўгарақоғизлиларда юрак иннервацияси вагусли бўлади. Уларда, шу билан бирга, хромаффин ҳужайралар ҳам бўлади, лекин асабда симпатик асаб тизимига гомологик бўлган структуралари бўлмайди. Симпатик иннервацияланган юрак ларга ўхшашлари айрим тоғайли балиқларда учрайди, лекин симпатик толаларнинг катта қисми ҳолинэргик табиатга эга. Адренэрик табиатга эга бўлганлари анча юқори ривожланган ҳайвонлардагина учрайди. Суякли балиқлар юрагида сут эмизувчилар миокардига ўхшаш компакт жойлашган мушак қатлами ва адренэргик асаб толалари билан иннервацияланган коронар қон томирлар мавжуд. Кўпчилик балиқларда, медиаторлар кардиомиоцитларга симпатик толалар билан иннервацияланган томирлардан оқадиган қон орқали етиб боради.

Кўпчилик амфибияларда асаб тизимининг симпатик ва парасимпатик бўлимлари яхши ривожланган. Улардан бошлаб, умуртқалилар юраклари бевосита симпатик ва парасимпатик иннервацияга эга.

Амфибия юраги меъдачаларини қон тўлиш даражаси тўғрисидаги сигналлар механорецепторлар ҳисобига таъминланади. Сут эмизувчиларда, механорецепторлар қон веналари тугаган жойда ўнг юрақолди бўлмачага киришади ва юрақдан чиқишда (ўпка артерияси, юрак-аорта ва сино-каротид соҳалар) жойлашади. Ушбу зоналарнинг шаклланиши гидростатик самаралар билан, яъни қонни гравитация векторига қарши ҳайдаш заруратига биноан

белгиланиши мумкин. Ер устида яшовчи умуртқалилар юрагининг энергияси қон томирлар тизимида қон боси — мини юқори даражада ушлаб туриш ва уни қон айланиш доиралари бўйлаб тез ҳаракатланишини таъминлаш учун сарфланади.

Эволюция даврида, томирлар тонусини бошқаришда нейроген ва вазомотор механизмларнинг роли секин — аста кучайиши кузатилади. Улар, томирлар деворидаги силлиқ мушакларнинг хусусий фаоллигини сезиларли оширади. Натижада, вазомотор назорат шаклланди ва у туфайли турли ҳудудлардаги томирлар бир хил рағбатларга турлича реакция қилади. Бундай ҳолатнинг физиологик моҳияти, юракдан чиқариладиган қон ҳажмининг катталигини ўз — гартириш имконияти чегараланганлигидадир. Шу туфайли, алоҳида аъзолар ўртасидаги қонни қайта тақсимланишига, улардаги томирларда, қонга бўлган эҳтиёжга боғлиқ ҳолда, тонусни турли йўналишида ўзгартириш орқали эришиши мумкин.

Эркин яшовчи ясси чувалчангларда қон томирлар тизими илк бор пайдо бўлган, лекин, уларнинг деворларида мушак ҳужайралари бўлмаган ва томирлар қисқариш қобилиятига эга эмас. Бундай қобилият илк бор немертин — ларда пайдо бўлган, чунки уларнинг қон томирларини деворлари: ички — эндотелиал, оралиқ — мушакли ва ташқи — мезенхит қатламдан иборат. Силлиқ мушак ҳужайралари турли кимёвий омиллар таъсири остида томирларнинг ички бўшлиқларини катталигини ўзгартиришини таъминлайди. Қон томирларнинг силлиқ мушаклари, эволюцион жиҳатдан, юракнинг тарғил ва скелет мушакларидан ёшдир. Умуртқалилар қон томирлари деворининг асосий массасига мушак тўқималаридан (медия) иборат ва унинг қалинлиги ҳайвонларнинг ҳаракатчанлик даражаси билан белгиланади. Кам ҳаракатчан турларда артерияларининг деворларида деярли мушак тўқималари бўлмайди. Умуртқалиларда ло — комотор фаолликни ортиши билан медияларнинг қалинлиги ортиб боради. Унинг қалинлиги деворнинг барча қалинлигига нисбатан, масалан, елка олди артериялари учун қуйидагича: қурбақада — 30,8%; тошбақада — 44,8; каштарда — 54,6; бургутда — 75; қуёнда — 61,2; итда — 74 ва одамда — 32,6% бўлади.

Умуртқасизлар танасида айланувчи суюқликнинг бо -- сими ва оқими тўғрисида маълумотлар кам. Уларнинг кўп -- чилиги очиқ айланиш тизимига эга бўлиб, унда гемолим -- фанинг оқиш тезлиги ва босими паст ва ўзгарувчан, ҳажми эса катта бўлади. Бундай тизимларда суюқликнинг оқиши кўпроқ скелет мушакларининг қисқаришларига боғлиқ ва шунинг учун жонзотлар фаоллашганда у кучаяди. Ундан ташқари, масалан, чувалчанглар, моллюскалар ва қисқичбақасимонларда циркуляция тизими гидростатик скелет ролини бажаради. Гемоайланиш тизимида босимни ўзгариши ушбу жонзотларнинг ҳаракатланишига сабабчи бўлади ва босимнинг кескин тушиб -- кўтарилиши суюқликни оқишини таъминлайди ва бу иккинчи даражали аҳамиятга эга. Лекин, улар бошқарувчи механизмларни пайдо бўлишини белгилаган. Бу механизмлар суюқликни айланиш тезлигини, юракнинг ишини ва томирлар бўш -- ликларининг ишини ҳам модуллаштириш орқали ўзгарти -- риш қобилиятига эга.

Маълумки, вазомотор бошқариш балиқлардан бошлаб пайдо бўлган. Уларнинг кўпчилик периферик томирлари симпатик асаблар билан таъминланган бўлса ҳам, айримла -- ри ацетилхолин ажратади. Ушбу медиатор балиқларда то -- мирларнинг мушакли деворлари тонусини ошириб, пери -- ферик қаршилиқни кучайтиради. Адреналин ва норадрена -- лин висцерал артерияларни (жабралилардагидан ташқари, улар бу пайтда кенгаяди) ва артерия -- венали анастомоз -- ларнинг торайишини чақиради. Томирларда баррорецеп -- торлар бор.

Гемодинамикани рефлекторли бошқариш учун асос филогенез даврида амфибияларда пайдо бўлган. Улар -- нинг узунчоқ ва орқа мияларида вазомотор марказлар шакланган. Экстремал шароитларда улар кам фаола -- шади ва қонни аъзолар ўртасида қайта тақсимланиши содир бўлмайди, синокаротид механорецептор соҳалари 8 йўқ. Рептилиялар, қушлар ва сут эмизувчиларда томир -- ларни адренергик иннервацияланиши қонуният даражасида бўлади. Адренергик толаларни тақсимланиш зичлиги қушларнинг томирларида сут эмизувчиларникидан кўп бўлиб, бу ҳолни, учинчи таъминлашда асабли вазомотор механизмларнинг роли муҳимлиги билан боғлашади.

Қушлар ва амфибияларда веналарнинг адренергик иннервацияси, сут эмизувчиларникидан фарқли равишда, артерияларникидан зичроқир (3 – жадвал).

Қон оқимини қайта тақсимлашнинг реффлектор реакцияси рептилияларда топилган. Улар термобошқариш характерига эга ва уларнинг марказлари гипоталамусда жойлашган. Қушлар ва сут эмизувчиларда кўпсонли қўзғатувчиларга нисбатан улар анча мукамал хурактерга эга. Томирлар деворида силлиқ мушак тўқималари массасини кўпайиши ва томирлар тонусини бошқариш механизмини мураккаблашуви туфайли, умуртқалиларда қон айланиши бошқаришни тирик механизмлари шакланган бўлиб, улар агроф муҳит ўзгаришларга тез мослашишни таъминлайди. Тананинг ҳар бир аъзоси адекват қон айланган шароитдагина самарали ишлашга қобилиятли бўлади. Аъзо фаолиятининг ўзгариши қон оқимини ҳам мос равишда ўзгариши билан бирга содир бўлиши керак.

Қон айланишини бошқариш юрак қисқаришларнинг кучи ва частотасини ўзгариши ҳамда томирлар ўзанини регионар бўлимларининг қаршилиги ҳисобига амалга оширилади.

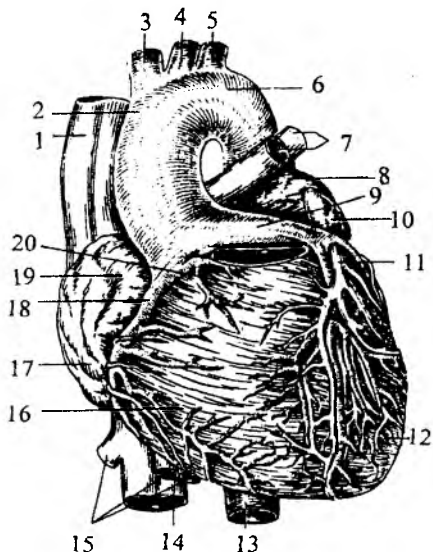
Жадвал 3

Қон томирлари адренергик иннервациясининг зичлиги ва катехоламинларнинг таъсири (шартли бирликларда)

Синф	Адренергик иннервация		Томир тизимларига норадреналинни таъсири	Томир тизимларига адреналинни таъсири
	Артериялар	Веналар		
Сут эмизувчилар	++++	+++	Констрикция Дилатация	Дилатация
Қушлар	++++	+++ ++	Констрикция Дилатация	Дилатация
Рептилиялар	+++	++	—	Констрикция
Амфибиялар	++	+++	—	—
Балиқлар	+	+	Констрикция	Дилатация

ОДАМ ЮРАГИНИНГ АНАТОМИЯСИ ВА МОРФОЛОГИЯСИ

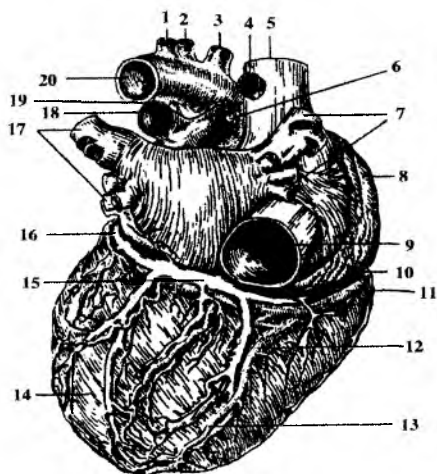
Юрак (лотинча *cor*) — мушакли ковак аъзодир. У бирмунча япалоқ конус шаклига эга. Унда тела қисми, асоси, олдинги тела ва пастки юза ҳамда ушбу юзаларни ажратиб турувчи икки чекка қисмлар — ўнг ва чап қисмлар фарқланади (11 — ва 12 — расмлар).



11—расм. Юракнинг қон томирлари (олдинги юза).

1—устки ковак вена; 2—аортанинг кўтарилувчи қисми; 3—елкабош устун; 4—чап умумий уйқу артерияси; 5—чап ўмров ости артерияси; 6—аорта ёйи; 7—чап ўпка веналар; 8—чап юраколди бўлмача; 9—чап тож артерия; 10—чап қулоқча; 11—катта юрак вена; 12—чап меъдача; 13—аортанинг тушувчи қисми; 14—пастки ковак вена; 15—жигар веналари; 16—ўнг меъдача; 17—ўнг юраколди бўлмача; 18—ўнг тож артерия; 19—ўнг қулоқча; 20—ўпка устунни.

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



12—расм. Юракнинг қон томирлари (орқа юзаси).

1—чап ўмров артерия; 2—чапки умумий уйқу артерияси; 3—елкабош устун; 4—тоқ вена; 5—юқориги ковак вена; 6—ўнг ўпка артерия; 7—ўнг ўпка веналари; 8—ўнг юраколди бўлмача; 9—пастки ковак вена; 10—юракнинг кичик венаси; 11—ўнг тож артерия; 12—орқа меъдачалараро жўяк; 13—ўрта тож вена; 14—чап меъдача; 15—тож синус; 16—катта юрак венаси; 17—чап ўпка веналари; 18—чап ўпка артерияси; 19—аорта ёйи.

Юракнинг олдинги (кўкрак – қовурға) юзаси олдига, тепага ва чапга қараган бўлиб, 3–6 – қовурғаларнинг тоғайлари ва тўш танасининг орқасида ётади. Юраколди бўлмачаларни меъдачалардан ажратиб турадиган венали жўяк томонидан юрак тепа қисмга (юраколди бўлмачаларга) ва пастки каттароқ қисмга (меъдачаларга) ажралади. Ол – динги кўндаланг жўяк меъдачалар орасидаги чегара бўйлаб ўтади, бунда олдинги юзанинг катта қисмини ўнг меъдача кичик қисмини эса – чап меъдача ҳосил қилади.

Юракнинг пастки (дифрагмали) юзаси диафрагма унинг пайли марказига ёндошган. Унинг усти бўйлаб кўн – далангига орқа жўяк ўтади ва у, чап меъдачанинг юзасини (каттасини) ўнг меъдачанинг юзасидан (кичкинасидан) аж – ратади. Юракнинг орқа ва олдинги меъдачалараро жўяклар: пастки учлари билан бир – бири билан қўшилади ва юрак – нинг ўнг чеккаси бўйлаб юрак кесмасини ҳосил қилади. Юракнинг чеккалари бир хил бўлмаган конфигурацияга эга: ўнг томони анча ўткир, чап томони – анча думалоқлашган ва чап меъдача деворини қалинлигини катталиги оқибатида анча тўмтоқдир.

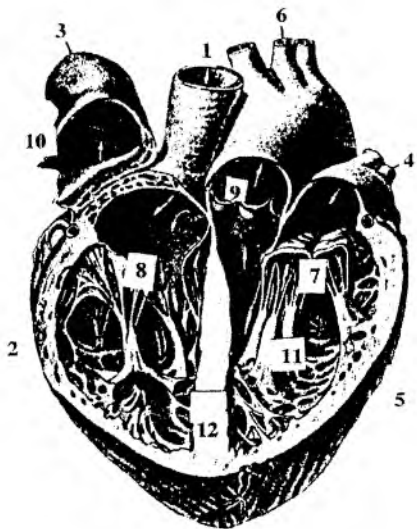
Юракнинг ўртача катталиклари: узунаси 12–13 см, кўндаланги 9–10,5 см, олди – орқа катталиги 6–7 см. Юрак массаси нормада тананинг 1/215 массасига тенгдир: эркак – ларда – 300 г, аёлларда – 220 г атрофида бўлади.

Юрак бўшлиғи тўртта камерага бўлинади: иккита юраколди бўлмачалар ва иккита меъдача. Чап юраколди бўлмача ва чап меъдача биргаликда чап ёки ундаги қоннинг хусусиятига кўра артериал юракни ташкил этади. Ўнг юра – колди бўлмача ва ўнг меъдача ўнг ёки веноз юракни ташкил этади (13 – расм).

Ўнг юраколди бўлмача куб шаклига эга. Унга орқа то – монининг устки қисмида юқориги ковак вена, остки қисмида пастки ковак вена кириб келади. Олди томонига юраколди бўлмача давом этиб ковак ўсимтани – ўнг қулоқчани ҳосил қилади. Чап ва ўнг қулоқчалар асосий аорталарни ва ўпка устунини қуршаб олади. Юраколди бўлмачалари ўртасидаги тўсиқ орқага ва ўнгта йўналган бўлиб, бунда ўнг юраколди бўлмача ўнг ва олди қисмида, чапи эса – чап ва орқа қисмида жойлашган.

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

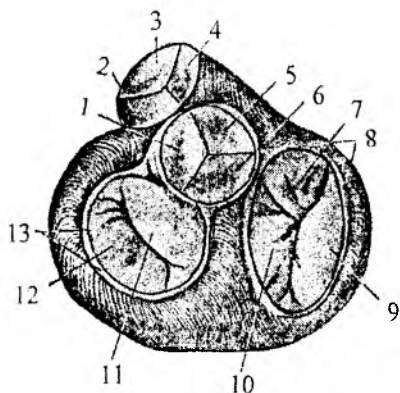
Ўнг юраколди бўлмани чапидан ажратиб турувчи тўсиқда овал шаклида ботиқ мавжуд. Ушбу ботиқ — ҳомила даврида мавжуд бўлган овал дераза ўрнини қолдигидир. Ҳар 1/3 ҳолатда, у бир умрга сақланиб қолади, бунинг оқибатида артерия ва веноз қон даврий аралашиб туриши мумкин.



13—расм. Оғам юраги (ёрилган, ўпка устуну бурилган)
 1—юқориги ковак вена; 2—ўнг меъдача; 3—ўпка устуну; 4—ўпка веналари; 5—чап меъдача; 6—аорта ёйи шохлари; 7—икки табақали клапан, 8—уч табақали клапан; 9—аорта ёйининг яримой клапанлари; 10—ўпка артериясининг яримой клапанлари; 11—папилляяр мушаклар; 12—меъдачалараро тўсиқ.

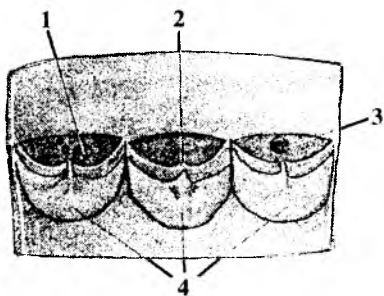
Юқориги ва пастки ковак веналарнинг тешиклари оралигида орқа деворда унча катта бўлмаган дўнглик сезилиб туради. У, ҳомилада қонни юқори ковак венадан ўнг

меъдачага йўналтиради деб ҳисоблашади. 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 бўлмачага йўналтиради. Ушбу тўсиқчадан пастроқда, ўнг юраколди бўлмачага, юрак веналаридан қонни йиғувчи коронар синус келиб қўшилади. Унча катта бўлмаган веналар ўзлари юраколди бўлмачага келиб қўшилади ва уларнинг кичкина тешиклари унинг деворларини юзаси бўйлаб тарқалган бўлади. Юраколди бўлмачанинг пастки бўлимида меъдачанинг тугалланиш жойи бўлиб, у ўнг юраколди бўлмачанинг бўшлиғига олиб боради.



14-расм. Юракнинг кўндаланг кесими, клапанлардан бирмунча юқори қисмида (клапанлар ёпиқ).

1,5- ва 6-аорта клапанлари; 2,3 ва 4-ўпка артерияси клапанлари; 7,9 ва 10-учтабақали клапан; 8 ва 13-веноз тешиклар атрофидаги фиброзли халқалар; 11 ва 12-митрал клапан.



15-расм. Аортанинг бошланғич қисми (кўндаланг кесилган ва орқага қайтарил ган).

1-ўнг шоҳ артерияни бошланиши; 2-клапан чеккасидаги тугунча; 3-чап шоҳ артерияни бошланиши; 4-аортанинг яримойсимон клапанлари.

Чап юраколди бўлмача пастга тушувчи аорта ва кизилўнгатча орқа томондан ёндошади. Унга ҳар иккала томонидан иккитадан ўпка веналари келиб қўшилади. Чап қулоқча, аорта устунни ва ўпка устунининг чап тамонидан айланиб ўтиб олдинга қараб туртиб чиқади. Қулоқчада та – роқсимон мушаклар мавжуд. Чап юраколди бўлмачанинг олдидан пастроқ бўлимида меъдача тешиги жойлашган бў – либ, 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 ик – кита бўлимга ажралади: биттаси атриовентрикуляр тешикка яқин бўлса, иккинчиси – олдинги юқорида жойлашган ўпка устунни тешигига яқин. Атриовентрикуляр тешик уч та – бақали клапан билан тўсилган. Унинг табақалари жойлаш – ган жойига қараб олдинги, кетинги ва тўсиқ табақалар деб белгиланади.

Табақалар бўш чеккалари билан меъдачанинг бўш – лиғига қараб туради. Уларга ингичка пай иплар бириккан бўлиб, улар ўзларининг қарама – қарши учлари билан меъдача деворидан чиқиб турувчи конуссимон мушак дўнгаларига, яъни сўргич мушакларнинг учига бириккан. Олдинги мушак энг катта ва у, клапаннинг олдинги ва ке – тинги табақаларини, кетинги мушак эса – кетинги ва тўсиқ табақаларини бошланиши ҳисобланади. Бундан ташқари, иплар бевосита меъдача деворнинг эндокардидан пайдо бў – лади. Ўпка устунининг бошланиш соҳасида девор силлиқ бўлиб, бошқа қисмларида ичкарига қараб гўштли трабеку – лалар бўртиб туради (14 – расм).

Ўпка устунни яримойсимон клапан билан таъминланган. У, учта яримойсимон тўсиқлардан иборат. Уларнинг бўш чеккаларини ўртасида кичкина тугунчалар бўлиб, улар тў – сиқларни анча зич беркилишига ёрдам беради.

Чап меъдача конус шаклига эга бўлиб, унинг деворлари 10 – 15 мм, яъни ўнг меъдачадагидан (5 – 8 мм) 2 – 3 марта қалинроқдир, юраколди бўлмачалар деворларининг қалин – лиги – 2 – 3 мм. Атровентрикуляр тешик овал шаклига эга ва икки табақали клапан (митрал) билан таъминланган. Па – пилляр мушаклар чап меъдачада иккита – олдинги ва ке –

тинги бўлади. Ҳар бир сўргичли мушак клапаннинг иккала табақасига қараб пай ипларни узатади.

Аортанинг тешиги аортанинг клапани билан чегараланган ва худди ўпка устунини каби тузилишга эга. Уларнинг бўш чеккаларидаги тугунчалар, ўпка устунини клапанлари дагига нисбатан анча сезиларли кўриниб туради.

Меъдачалар ўртасидаги тўсиқ асосан мушак тўқима — ларидан иборат бўлади, иккала томонидан эндокард билан қопланган, фақат фиброзли тўқима бўлган энг юқори қисми бундан мустасно. У, айрим ҳайвонларнинг меъдачалараро тўсиқларини тўлиқ ривожланмаган бўлакларига мос келади. Бу ерда, тўсиқлардаги дефектлар кўринишидаги нуқсонлари (аномалия) ҳам учраб туради.

ЮРАК ДЕВОРИНИНГ ТУЗИЛИШИ

Юракнинг девори уч қатламдан иборат: ўрға қатлам — тарғил мушак тўқимасидан ҳосил бўлган ва миокард деб аталади (лот. myocardium). Ташқи қатлам — юрак пардаси ҳисобланади ва эпикард деб номланади (лот. epicardium). Эндокард (лот. endocardium) юрак бўшлиқларининг ички юзларини қоплайди. Юрак, берк сероз халта — перикард (лот. pericardium) ичида жойлашган.

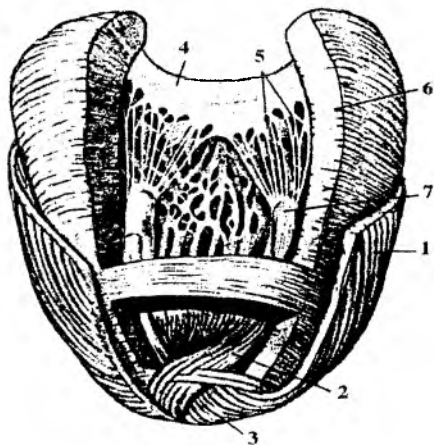
Юрак миокарди, бир—бири билан қалин боғланган тарғил мушак ҳужайраларидан ташкил топган бўлиб, улар функционал мушак «толалар»ини ҳосил қилади. Миокарднинг мушак элементлари оралигида ғовак боғловчи тўқимадан иборат қатламлар, томирлар, асаб толалари жойлашган. Типик қисқарувчан мушак ҳужайралари, яъни юракнинг ўтказувчи тизимини кардиомицитлари ва миоцитлари фарқланади.

Юракнинг таянч скелети бўлиб юраколди бўлмачалари ва меъдачалар ўртасидаги фиброз ҳалқалар ҳамда йирик томирлар тугайдиган жойидаги эластик ва коллаген толалардан иборат қалин бириктирувчи тўқима, айрим ҳолларда хаттоки тоғай пластинкалар ҳам ҳисобланади. Юрак мушакларида иккита бўлим фарқланади: юраколди бўлмача ва меъдачаларнинг мушакли қатламлари. Иккаловининг ҳам толалари иккита фиброз халқадан бошланиб, уларнинг бири ўнг, иккинчиси эса чап атриовентрикуляр тешикни ўраб

туради. Шу тарзда, юракнинг битта бўлимини мушакли толалари иккинчи бўлимнинг толаларига ўтмайди ва натижада юракколди бўлмачаларни меъдачалардан алоҳида қисқариш имконияти пайдо бўлади.

Юракколди бўлмачаларда юзаки ва чуқур мушак қатламлар фарқланади: юзаки қатлам циркуляр ёки кўнда-ланг жойлашган толалардан ташкил топган бўлса, чуқур қатлам — узунасига жойлашган толалардан иборат бўлиб, улар ўзларининг учлари билан фиброз халқлардан бошланади ва юракколди бўлмачани сиртмоқсимон ўраб туради. Юзаки қатламнинг толалари иккала юракколди бўлмачаларни қуршаб олади, чуқур қатлам алоҳида жойлашган. Юракколди бўлмачаларга келиб тушувчи катта веноз устунларнинг айланаси бўйлаб циркуляр толалар (сфинктерга ўхшаш) мавжуд.

Меъдачаларнинг мушаклари яна ҳам мураккабдир. Унда учта қатламни фарқлаш мумкин: юпқа юзаки қатлам узунчоқ толалардан иборат бўлиб, ўнг фиброз халқадан бошланади ва пастга қараб қийшайиб бориб чап меъдачага ҳам ўтади. Улар, юракнинг тепа қисмида ичкарига қараб сиртмоқсимон эгилиб боради ва ички узунчоқ қатламни



16-расм. Миокарднинг тузилиши (чап меъдача) 1—миокарднинг юзаки (узунчоқ) қатлами; 2—миокарднинг ички (узунчоқ) қатлами; 3—юракнинг бурмачаси; 4—икки табақали клапаннынг табақаси; 5—клапаннынг пай илари (хордалари); 6—миокарднинг ўрта (циркуляр) қатлами; 7—пилляр мушаклар.

ҳосил қилади, унинг узларининг учлари билан фиброз ҳалқага мустаҳкамланади (16 расм).

Ўрта қатламнинг толалари юзаки ва ички узунчоқ қатламлар орасида жойлашган бўлиб, кўпроқ циркуляр равишда ўтади, шу билан бирга, юзаки қатламдан фарқли равишда улар бир меъдачадан иккинчи меъдачага ўтмайди, балки ҳар бир меъдача учун мустақил ҳисобланади.

Эпикард оддий сероз парда кўринишида бўлади. Эндокард учта қатламдан иборат: 1) кўп сонли эластик толалар ва силлиқ мушак ҳужайралари бўлган бирлаштирувчи тўқима қатлами; 2) эластик толалари бўлган бирлаштирувчи тўқима қатлами; 3) эндотелиал қатлам. Ушбу қатламлар томирларнинг учта қобиғига мос келади. Юракнинг барча клапанлари эндокард қатламларидан иборат.

Перикардда иккита: ташқи фиброзли ва ички серозли қатлам фарқланади. Фиброз қатлам қон томирлар деворининг ташқи қобиғи ичига ўтади (адвентиция). Сероз қатлам ҳам иккита япроқчалардан иборат бўлиб, улардан бири висцерал япроқча эпикардни ҳосил қилади, париентал япроқча эса фиброзли билан қўшилиб кетади. Ушбу япроқчалар орасида тирқишсимон перикард бўшлиқ бўлиб, унинг ичида ўнча кўп бўлмаган миқдорда сероз суюқлик мавжуд. Перикард аортанинг ва ўпка устунини бошланиши ҳамда қисман ковак ва ўпка веналарини қамраб олади.

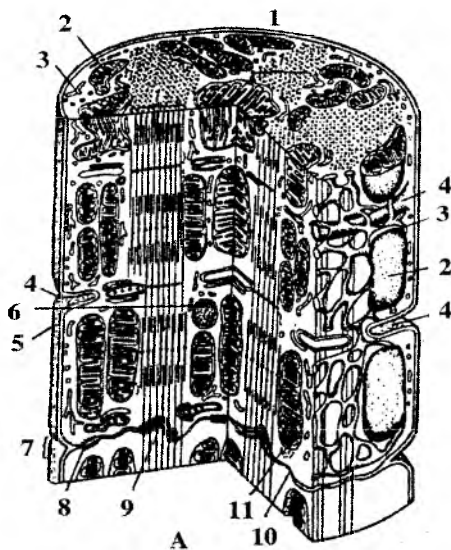
КАРДИОМИЦИТЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА УЛАРНИ ҚИСҚАРТИРУВЧИ ОҚСИЛЛАРИНИНГ ТАРКИБИЙ ТУЗИЛМАСИ

Ҳужайралари узунчоқ (100–150 мкм), цилиндрларга ўхшашроқ шаклга эга. Уларнинг учлари, бир–бирлари билан, занжир ҳосил қилган ҳолда бирлашадилар ва улар функционал толалар (қалинлиги 10–20 мкм) дейилади. Контакт қилувчи соҳалари оралиқ қўшма дисklarни ҳосил қилади (17–расм).

Кардиомиоцитлар шоҳланиши ва бўшлиқларда тўрлар ҳосил қилиши мумкин. Уларнинг ён юзалари базал мембрана билан қопланган бўлиб, уларга ташқи томонидан ингичка ретикуляр ва коллаген толалар ўралади. Ҳужайралар таркибида барча органоидлар бўлади ва гликоген ҳамда ли...

пидларни қўшилиши кузатилади. Митохондриялар занжир кўринишида миофибриллалар атрофида жойлашади.

Миофибриллалар актин ва миозин (миофиламентлар) ипларининг тартибли жойлашишидан таркиб топган. Миофибриллалар орасида митохондриялар ва агрануляр эндоплазматик тўр жойлашган. Цитолемма каналчалар кўринишидаги цитоплазмага ботиб кирувчи дўнг бўртмаларни ҳосил қилади, улар кўндаланг найчалар ёки Т-тизим деб номланади. Ушбу тизим ҳаракат потенциаллини ҳар бир миофибриллага тез ўтишини таъминлайди. Кардиомиоцитлар оралиқ дисклар соҳасида ўзаро алоқа қилади, уларда десмосомалар (юнонча. desmos – алоқа), яъни миофибриллаларни плазмолеммага ва тирқиш контактларига ўралиш жойлари фарқланади. Биринчи иккитаси механик функцияни



17-расм. Кардиомиоцитларни тузилиш схемаси.

1-миофибриллалар; 2-митохондриялар; 3-саркотубуляр тўр; 4-Т-найчалар; 5-базал мембрана; 6-мезосома; 7-оралиқ диск; 8-десмосома; 9-миофибриллаларни мустаҳкамлаш зонаси; 10-тирқишли контактлар; 11-рибосома.

базаради, учинчиси эса кардиомиоцитлар ўртасида элек-
три алоқани амалга оширади. Қўшни мушак толалари ўр-
тасида анастомозлар (юнон. Anastomosis — тешик, чиқиш)
мавжуд. Кардиомиоцитларнинг узунасига ва ёнбош
алоқалари функционал бирликни таъминлайди.

Саркомерларнинг актинли иплари ўралиб десмосома —
ларни ҳосил қилади. Буларнинг барчаси, кўпчилик қўшни
ҳужайралар қисқарган пайтда ҳамкорликда кучланишни
ривожланиши имкониятини таъминлайди. Нексуслар соҳа —
сида ионли ва кимёвий ҳамкорлик амалга ошади ва бу ҳол
кардиомиоцитларнинг қисқаришларини синхронланишига
ёрдам беради.

Юракнинг мушак ҳужайраларини қисқаришлари ти-
зими оқсиллардан: миозин, актин, тропомиозин ва тропи-
нинли мажмуалардан иборат. Миозин ва актин
қисқартириш функциясини бажаради, тропомиозин ва
тропоинин эса уларнинг модулятори ҳисобланади. Мушак
ҳужайрасининг функционал қисқартирувчи элементи бўлиб
саркомер ҳисобланади. У, параллел жойлашган икки тип-
даги иплардан, яъни йўғон ва ингичка филаментлардан
ташқил топган. Йўғон филаментлар миозиннинг ипсимон
оқсили боғлаמידан ҳосил бўлган. Унинг молекуласи, кўн
спиралга ўралган иккита ўхшаш пептид занжирлардан тар-
киб топган. Молекуланинг охири (бошчаси) глобуляр ту-
зилмага эга. Миозин молекуласининг бошчаси, аниқ бир
тартибда, ҳар хил томонларга узунасига чўзилиб турган
молекулаларнинг қолган қисмларига чиқади. Миозин моле-
кулаларининг ушбу чиқиб турувчи бошчалари саркомер —
нинг йўғон ипларини кўндаланг кўприкчаларига мос келади.

Саркомернинг ингичка филаментлари иккита спирал
шаклида буралган F—актин оқсилининг занжирларидан
ҳосил бўлган. Бу, G—актин глобуляр оқсил молекулаларидан
таркиб топган полимердир. Тропомиозин иккита полипеп-
тид занжирдан иборат спираллашган оқсил кўринишида
бўлади. У, F—актиннинг спиралсимон буралган молекула —
сидаги жўякларни эгаллайди ва уларнинг стабиллигини ку-
чайтиради. Бундан ташқари, у, тропоинин мажмуа билан
бирга актинни миозин билан ҳамкорлигини бошқаришда
қатнашади. Тропоинин мажмуаси учта оқсиллардан ҳосил
бўлган: 1) тропоинин Т (T_{II}), тропомиозин билан алоқани

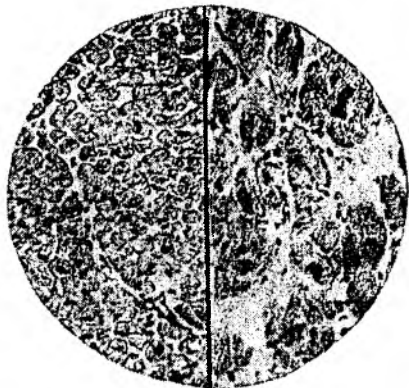
ҳосил қилади; 2) тропонин I ($T_{пI}$), АТФ азали фаолликни ингибирлаши мумкин; 3) тропонини С ($T_{пC}$), Ca^{2+} га сези — ларли даражада ўхшашликка эга. Тропонинли мажмуа актин билан ҳам, тропомиозин билан ҳам боғлиқдир.

Актиннинг иплари бошқа оқсиллар билан ҳужайрага кўндаланг равишда мустаҳкамланган ва ушбу жойлар Z — чизиқ деб номланади. Иккита Z — чизиқ орасидаги миофибриллалар соҳасини саркомер дейилади. Миозин иплари ҳам оқсиллар билан мустаҳкамланган ва ушбу жойни M — чизиқ дейилади. Z — чизиқдан M — чизиқ томонга актиннинг ипла — ри чиқиб келади, уларга қарши M — чизиқдан миозин ипла — ри келади. Улар учрашади ва маълум бир масофада парал — лел ўтадилар, шу билан бирга ҳар бир миозинли миофила — мент 6 та актинли миофиламентлар билан бирга ўтади.

Саркомер соҳаларининг турли молекуляр ташкилий — лиги туфайли, актинли миофиламентлар билан эгалланган соҳалари микроскоп остида оч рангда (I — изотропли), мио — зинли миофиламентлар билан эгалланган соҳалари эса — тўқ рангда (A — анизотропли) кўринади. Миофиламентлар ора — лигида митохондриялар ва агрануляр эндоплазматик тўр жойлашган.

ЮРАК МУШАГИНИ ГИПЕРТРОФИЯСИ ВА ГИПЕРФУНКЦИЯСИ

Юрак гиперфункциясини чақирувчи узоқ муддат иш бажариш, одатда, унинг мушакларини функционал ва ишчи гипертрофиясига олиб келади. Бу ҳол қатор ойлар, айрим пайтларда ҳафталар давомида ривожланади. Гипертрофия — ланган юрак нормал юракнинг катталиклари ва оғирлигидан 2—3 марта ортиқ бўлиши мумкин. Бу пайтда, меъдачалар деворининг мушак қатламини кескин қалинлашиши содир бўлади. Бундан гипертрофиянинг гистологик асоси, мушак толаларини уларнинг ядролари катталикларини ортиши билан қалинлашиши ҳисобланади (18 — расм).



18—расм. Юракнинг нормал (чопдагиси) ва гипертрофияланган (ўнгдагиси) мушагининг кўндаганг кесими (бир хилда катталаштирилган).

Юрак мушақларининг гипертрофияси муҳим мослашувчи механизм ҳисобланади, чунки у, юракка узоқ муддат кучли ишлаш имконини беради. Адабиётларда юрак мушаги гипертрофиясига турли, айрим пайтларда қарама-қарши баҳо берилади.

Маълумки, функционал гипертрофия пайтида кашиллярларнинг ривожланиши мушақ толалари диаметрини катталашидан орқада қолади. Нормада, одам миокардининг 1 куб.мм да 4000 атрофида капиллярлар бўлади, кучли гипертрофия пайтида эса 2400 тагача камаяди. Гиперфункциянинг кучайиши, аввалига гипертрофияни ривожланишини тезлаштиради, кейинчароқ эса, алмашинувда ўзгаришлар ва шу билан боғлиқ миокард элементларини турли дистрофия ҳодисалари вужудга келади.

ОДАМ ЮРАГИНИНГ ЎТКАЗУВЧИ ТИЗИМИ

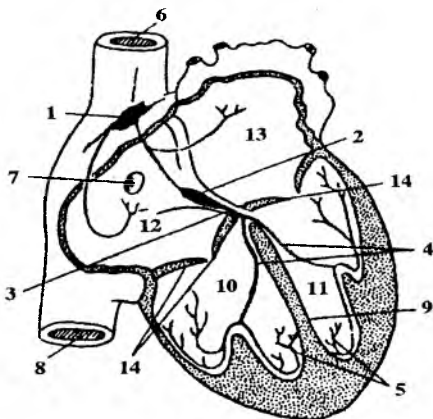
Юракнинг ўтказувчи тизими миокарднинг эмбрионал ҳужайралари қолдиқлари кўринишида бўлади. Унда, автоматик равишда маълум бир ритмда қўзғалиш импульслари ишлаб чиқилиб, улар кейинчалик қисқарувчан миокардга ўтказилади.

Юракнинг ўтказувчи тизими синоаурикуляр (СА) ёки синусли-юрақолди бўлмалари тугун билан, атриовентрикуляр (АВ) ёки юрақолди бўлмалари-меъдачали тугун ва Гис-Пуркине тизими билан намоён бўлган. Охириги Гис боғламини, унинг оёқчаларини, тармоқларини ва охириги

шохлашиларини бирлаштиради. Синоаурикуляр тугун — бу узунлиги 10—20 мм, кенлиги 3—5 мм ли боғлам бўлиб, ўнг юраколди бўлманинг юқори қисмида ковак веналар тугайдиган жойда жойлашган (19—расм). Синоаурикуляр тугунда икки хил ҳужайралар мавжуд: Р—ҳужайралар—пейсмеркли (ингл.ресетакер—темпни кўтарувчи, берувчи), улар автоматик импульсларни шаклантиради; Т—ҳужайралар—ўтказувчи ёки оралиқ ҳужайралар ҳисобланади.

Импульснинг шаклланиши Р—ҳужайралар ҳосил қилган синусли боғламда содир бўлади. Улар, унча кўп бўлмаган миқдордаги миофибриллари бўлган, тартибсиз жойлашган ва унча катта бўлмаган (8—10 мкм) кўп бурчакли ҳужайралардир (20—расм). Уларда анизотроп ва изотроп дисклар аниқ фарқланмайди, митохондриялари кўп сонли эмас саркоплазматик ретикулуми кучсиз ривожланган Т—тизими бўлмайди.

Ушбу ҳужайраларнинг цитоплазмасида эркин кальций миқдорини кўплиги уларни импульсларни генерация қилиш қобилиятини қисқартишини белгилайди. Зарур энергияни



19—расм. Одам юрагининг ўтказувчи тизими схемаси.

1—синусли—юраколди бўлмали тугун; 2—юраколди бўлмали—меъдачали тугун; 3—юраколди бўлмали—меъдачали боғлам; 4—юраколди бўлмали—меъдачали боғламнинг оёқчалари; 5—ўтказувчи толалар тўри; 6—юқориги ковак вена; 7—вена синуси; 8—пастки ковак вена; 9—меъдачалар ўртасидаги тўсиқ; 10—ўнг меъдача; 11—чап меъдача; 12—ўнг ва 13—чап юраколди бўлмалар; 14—юраколди бўлмали—меъдачали клапанлар.

келиши гликолиз жараёнлари билан таъминланади. Ҳу- жайралар оралигида нексуслар ва десмосомалар мавжуд. Тугунинг перифериялари бўйлаб Т- ҳужайралар жойлаша- ди. Синоаурикуляр тугундан чиқадиган импульслар Т- ҳужайралардан 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 венадан буралиб ўтади ва иккита тармоқни ҳосил қилади: биттаси чап юраколди бўлмага боради ва Бахман боғлами дейилади, иккинчиси атривентрикуляр тугунни юқориги қисмига етиб боради. Ўрта йўл Венкенбах боғлами, кейинги йўл – Торел боғлами сифатида белгиланган.

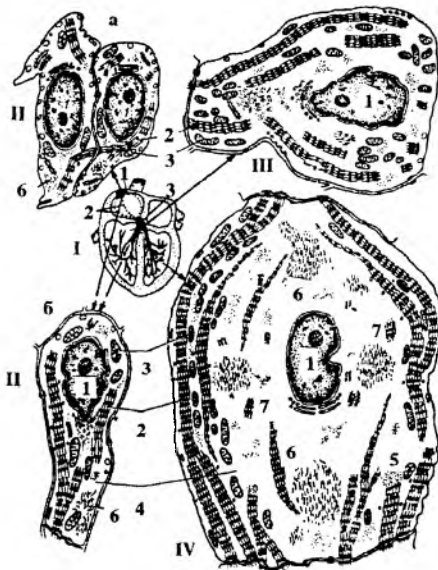
Атриовентрикуляр тугун юраколди бўлмалар орасидаги тўсиқдан ўнгда учтабақали клапан мустаҳкамланган жой- нинг устида жойлашган. Унинг узунлиги 5–6 мм эни 2–3 мм гача етади. Атривентрикуляр тугун таркибида Р- ҳамда Т- ҳужайралар ҳам мавжуд. Лекин унда синоаурикуляр тугундагига нисбатан Р- ҳужайралар камроқ.

Оралиқ ҳужайралар ингичка, узунчоқ бўлади. Улардаги миофибриллалар анча ривожланган ва айрим ҳужайрала- рида Т- тизими мавжуд. Ушбу ҳужайралар оралиқ дис- клар ва оддий контактлар ёрдамида боғланади. Оралиқ ҳужайраларнинг функционал моҳияти қўзғалишни Р- ҳужайра тугунларидан Гис боғламлари ҳужайраларига ва ишчи миокардга ўтказишдан иборат. Боғловчи ҳужайралари юраколди бўлмалари меъдачачали устун ва боғлам оёқчача- рини (Пуркинье толаларини) ҳосил қилади.

Боғловчи ҳужайралари устунда ва турмоқланган оёқчаларда унча катта бўлмаган боғламларда жойлашади. Устун, ўнг юраколди бўлма ва ўнг меъдача ўртасидаги фиброз ҳалқа орқали ўтади ва меъдачалараро тўсиққа ки- ради. Гис боғламининг кенглиги 2 мм ва узунлиги 8–18 мм бўлади, бу ҳол, меъдачалараро тўсиқнинг пардали қисмининг катталикларига боғлиқдир. Унинг оёқчалари эн- докард остида ҳамда чап ва ўнг меъдачалар миокарди қатламида тормоқланади, сўрғичли мушакларга кириб бо- ради. Бу ҳол, миокарднинг қисқариши бошланишидан ол-

дин сўргичли 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 ҳужайра —



20—расм. Одам юрагига миоцитларни ўтказувчи тизими. (П.П.Румянцев бўйича).

I—ўтказувчи тизим элементларини жойлашиш схемаси; II—синусли ва антриовентрикулярли тугун миоцитлари; а) Р—ҳужайралар; б) оралиқ ҳужайралар. III—Гис боғламидаги миоцитлар. IV—боғлам оёқчаларидаги миоцитлар (Пуркине толалари): 1—ядролар; 2—миофибриллалар; 3—митохондриялар; 4—саркоплазма; 5—гликоген дончалари; 6—оралиқ филаментлар.

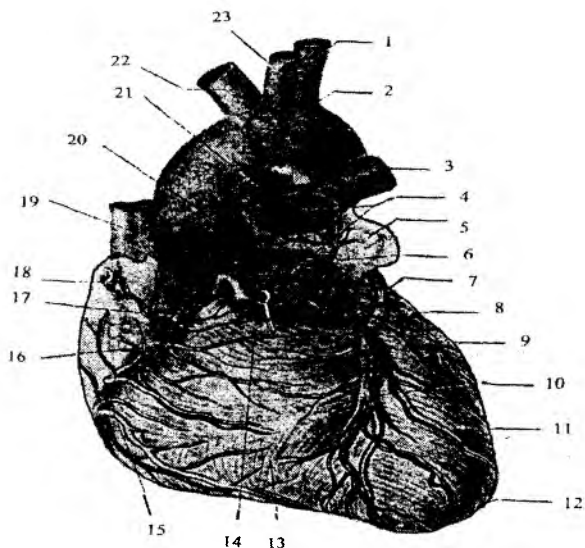
нинг марказида миофибриллалар оралиғида жойлашган. Ҳужайра таркибида цитоплазма ва миофибриллалар мавжуд. Ҳар бир миофибрилла кўп сонли элементар қисқарувчи бирликлардан иборат. Ўнг меъдачада оёқча битта тармоқни, чапида эса иккита — олдинги ва кетинги тармоқни ҳосил қилади. Олдинги тармоқ меъдачалараро тўсиқнинг олдинги бўлимларида ва чап меъдачанинг олдинги — ён деворида шоҳланади. Кетинги тармоқ меъдачалараро тўсиқнинг ўрта қисмига, чап меъдачанинг орқаяқори 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 толаларининг қалин тўрига аста — секин ўтади. Бу ерда Пуркинье толаларининг ва ундан ташқари, меъдачаларининг барча миокардларидан то эпикардигача етиб боради.

ЮРАКНИ ҚОН БИЛАН ТАЪМИНЛАНИШИ

Юракни қон билан таъминланиши чап ва ўнг коронар тож артериялари томонидан амалга оширилади (21 — ва 22 — расмлар).

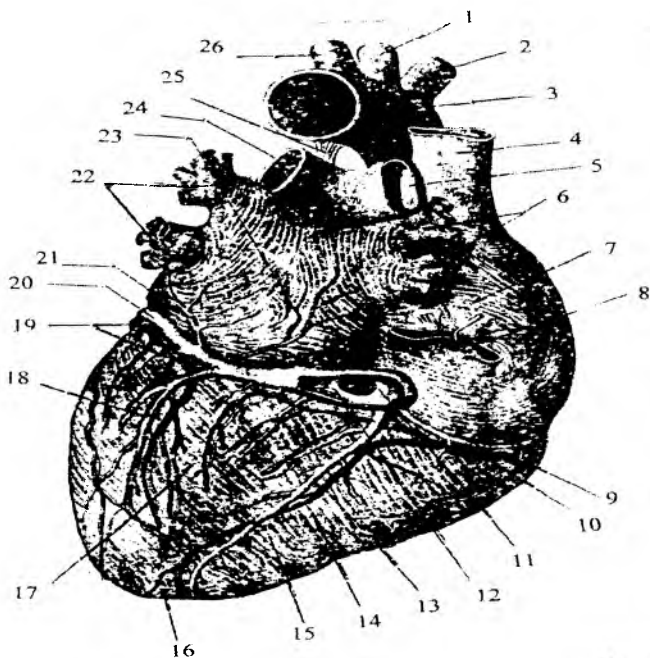
Улар аортанинг бошланган жойида чап ва ўнг синуслардан чиқиб келади. Чап коронар артерия анча йирик бўлиб, қоннинг кўпроқ қисми ундан оқиб ўтади. Аортадан чиққандан сўнг, у, ўпкаилдизи устуни орқасидан чапга қараб кетади ва яна иккита: олдинги меъдачалараро ва айланиб ўтувчи тармоққа бўлинади. Олдинги меъдачалараро тармоқ асосий устуннинг давоми ҳисобланади ва олдинги меъдачалараро жўяк бўйлаб юракнинг тепа қисмига келиб тушиб, уни айланиб ўтади ва орқа меъдачалараро жўякка киради. Кейин эса, у, миокардлар орасига киради ва артериал конусни, чап ва ўнг меъдачалар деворларининг яқин қисмларини, меъдачалараро тўсиқнинг олдинги қисмини, юракнинг тепасини қон билан таъминлайди.

Айланиб ўтувчи тармоқ чап меъдачанинг олдинги ва кетинги деворини, чап қулоқчани, чап юраколди бўлмани қон билан озиқлантиради.



21—расм. Юракнинг артериялари ва веналари (олдинги қисмида). Ўпка устуни кесилган ва олдинга қараб тортилган.

1—чап ўмровости артерия; 2—аорта ёйи; 3—чап ўпка артерияси; 4—ўпка устуни; 5—ўнг қулоқча; 6—чап тож артерия; 7—чап тож артериянинг айланиб ўтувчи тармоғи; 8—чап тож артериянинг олдинги меъдачалараро тармоғи; 9—юракнинг катта венаси; 10—олдинги меъдачалараро жўяк; 11—чап меъдача; 12—юракнинг тепаси; 13—ўнг меъдача; 14—артериал конус; 15—юракнинг олдинги венаси; 16—тож уячаси; 17—ўнг тож артерия; 18—ўнг қулоқча; 19—юқориги ковак вена; 20—аорта ёйининг кўтарилувчи қисми; 21—ўнг ўпка артерияси; 22—елкабош устун; 23—ўнг умумий уйқу артерияси.



22—расм. Юракнинг артериялари ва веналари (орқа қисмида). Пастки ковак вена юқорига тортилган, вена синуси очилган.

1—чап умумий уйқу артерияси; 2—елкабош устун; 3—аорта ёйи; 4—юқориги ковак вена; 5—ўнг ўпка артерияси; 6—ўнг ўпка веналари; 7—ўнг меъдача; 8—пастки ковак вена; 9—юракнинг кичик венаси; 10—ўнг тож артерия; 11—вена синуснинг клапани; 12—юракнинг вена синуси; 13—ўнг тож артериясининг орқа меъдачалараро тармоғи; 14—ўнг меъдача; 15—юракнинг ўрта венаси; 16—юракнинг тепаси; 17—чап меъдача; 18—чап меъдачанинг орқа венаси; 19—чап вена артериясининг айланиб ўтувчи тармоғи; 20—юракнинг катта венаси; 21—чап юраколди бўлманинг эгри венаси; 22—чап ўпка веналари; 23—чап юраколди бўлма; 24—чап ўпка артерияси; 25—артериал боғлам; 26—чап ўмровости артерияси.

Ўнг коронар артерия аортадан узоқлашиб, чап қулоқча билан тўсиб турилган тожли жўяк томон пастга кетади. У, юракнинг ўнг чеккасига етиб боради ва бу ерда, бир қатор тармоқчаларини аорта, қулоқча, артериал конус деворларига қараб йўналтиради. Кейин у, диафрагма юзага ўтади ва бир қатор тармоқчаларини ўнг юраколди бўлмани деворига ва юраколди бўлмали — меъдачали боғламга қараб йўналтиради. Ўнг коронар артерия диафрагма юзаси устида орқа меъда — чалараро жўяк бўйлаб пастга тушади ва унинг учдан бир қисми чегарасида миокардларнинг ичига киради. У, меъда — чалараро тўсиқнинг орқа бўлимани ҳамда ўнг ва чап меъдачаларининг орқа деворларини қон билан таъминлайди. Меъдачалараро жўякларга ўтадиган жойида ўнг коронар артериядан йирик тармоқ чиқади ва у, тож жўяги бўйлаб юракнинг чап томонига ўтади ва чап меъдачанинг ҳамда чап юраколди бўлманинг орқа деворини қон билан таъминла — ниши амалга оширилади. Юракнинг тепасида чап ва ўнг тож артериялари анастомозланади. Натижада барча тож жўякчалари бўйлаб артериал ҳалқа ҳосил бўлади ва ундан перпендикуляр ҳолатда юракка қараб тармоқлар кетади. Ҳалқа, юракда коллатерал қон айланиш учун функционал мослама ҳисобланади.

Коронар артериал тизимда кўп сонли анастомозлар бор. Улар ўпка устунни, аорта ва ковак веналарни озиқлантирувчи қон томирлар ҳамда вена қон томирлари, бронхлар артериялари, диафрагма ва перикард ора — лиқларида жойлашган. Анастомозлар битта артериянинг тармоқлари ўртасида ҳам бўлади. Юракнинг қон томир тизимида томирлардан коллатералларни ҳосил бўлиши аниқланган бўлиб, улар миокарднинг бирон — бир қисмида қон билан таъминланишининг камайиши узоқ вақт даво — мида содир бўлганда зарурдир. Юракда артерио — веноз шунтлар бўлмайди.

Юракка, тож артериялардан ташқари бронхлар артериялардан, аорта ёйининг пастки юзасидан ҳам артериялар келади.

Юрак ичи артериялари тож артерияларининг устун — ларидан ва уларнинг йирик тармоқларидан мос равишда унинг тўртта камерасига: юраколди бўлмалар тармоқларига ва уларнинг қулоқчаларига, меъдачалар тармоқларига ва

тўсиқлар тармоқларига қараб йўналади. Улар миокард қатламига кириб қатламларнинг сони, жойланиши ва тўзилишига мос равишда: олдин ташқи қатламда, кейин ўрта (меъдачаларда) ва ички қатламда, ундан ўнг сўрғичли мушакларда ва хаттоки табақали клапанларда тармоқланади. Ҳар бир қатламда мушаклар ичидаги артериялар мушак боғламларининг ичига йўналган бўлади ва юракнинг барча қатламлари ва бўлимларида анастомозлашади. Ушбу артерияларнинг айримлари ўзларининг деворларида кучли ривожланган силиқ мушакларга эга бўлиб, улар қисқарганда томир бўшлиғини тўлиқ беркилиши содир бўлади (беркилувчи оҳирги артериялар). Уларнинг вақтинчалик спазми юрак мушагининг ушбу соҳасига қонни оқиб келишини секинлаштиришига олиб келади ва миокард инфарктини қақариши мумкин.

Юрак веналарининг кўп қисми қонни тож синусга олиб келади. Ушбу тож синус, ўнг юраколди бўлманинг бўшлиғига пастки ковак вена ва атриовентрикуляр тешик атрофида очилади. Веналар, иккала меъдачаларнинг олдинги деворидан, меъдачалараро тўсиқдан юракнинг катта венасига келиб қўшилади. У юракнинг чап чеккасини айланиб ўтиб, диафрагма юзанинг тож жўяги бўйлаб боради ва тож синусга қўшилади.

Веноз қон, чап юраколди бўлманинг латерал қисмидан эгри вена бўйлаб қайтиб кетади. Эгри вена чап юраколди бўлманинг орқа девори бўйлаб ўтади ва тож синусга қўшилади. Қон чап меъдачанинг орқа ёнбош деворидан орқа вена бўйлаб қайтиб кетади. Қон, юрак тепасидан ва иккала меъдачаларнинг орқа деворларидан орқа узунчоқ жойлашган жўяқдан ўтувчи ўрта вена бўйлаб қайтиб кетади. Ушбу вена, юракни кемтиги соҳасида юракнинг катта венаси билан анастомозлашади.

Веноз қон, ўнг юраколди бўлманинг ўнг чеккасидан ва ўнг меъдачадан юракнинг кичик венаси бўйлаб қайтиб кетади. Ушбу кичик вена орқа тож жўяк бўйлаб ўтади ва ё тож синусга ёки мустақил равишда ўнг юраколди бўлма бўшлиғига баъзан венага қўшилади. Ўнг меъдачанинг олдинги ва ён деворларидан юракнинг олдинги веналари чиқади ва улар ўнг юраколди бўлмага қўшилади.

Юракнинг турли қисмларидан энг кичик веналар деб

аталувчи веначалар ҳам чиқади ва улар бевосита юраколди бўлмаларга ва қисман меъдачаларга очилади.

Миокарднинг барча қатламларида ички мушак веналар мавжуд бўлиб, улар артериялар билан ёнма—ён боради, мушак боғламларининг йўналишига мос келади. Майда артериялар қўш веналар билан, йириклари якка веналар билан ёнма—ён боради. Бундай веналар юракнинг ўнг ярмида чап ярмидагига нисбатан кўп бўлади ва шу билан боғлиқ ҳолда тож веналар чап томонда кўпроқ ривожланган бўлади.

Ўнг меъдача деворларида вена томирларини камлиги сабабли тож синус веналар тизими бўйлаб қон секин оқади ва бу оқим юрак соҳасида веноз қонни қайта тақсимланишида муҳим рол ўйнашини кўрсатади. Коронар томирларнинг медияси (мушак девори), узунасига ва эгри—кўндаланг йўналишда ётувчи 2—3 та мушак қатламларидан иборат бўлиши мумкин. Томир диаметри кичрайган сари медиянинг қалинлиги камаяди ва артериолаларнинг дистал охирларига келиб йўқ бўлади. Коронар ўзан йўлида прекапилляр сфинктерлар топилмаган. Миокарднинг васкуляризацияланиш (лот. vasa—томир) даражаси эпикарддан то эндокардга қараб ортиб боради. Чап меъдачанинг эндокардига яқин жойлашган миокарднинг юпқа қатлами ҳам кислород билан унинг бўшлиғидан таъминланади. Бир кв. мм. миокард юзасига 3400 та капиллярлар тўғри келади, яъни уларнинг сони кардиоцитлар сонига яқин бўлади. Капилляр лараро масофа 17 мкм бўлади (скелет мушакларида капиллярлар сони 1 кв. мм. да 400—600 тагача бўлиб, улар орасидаги масофа 40 мкм атрофида). Капиллярлар мушак тодаларига параллел боради ва кўндаланг бирикмаларга эга. Тўқмага кислороднинг кириши артериолалар даражасидаёқ бошланади. Юракнинг физиологик гипертрофияси пайтида капиллярларнинг сони ўзгармайди, лекин диффузия масофаси ортади.

Юракни қон билан таъминланишидаги тежамкорлик организми тинч ҳолат шароитида юракнинг мушаги юқори жадалликда ишлаганиданоқ намоён бўлади. Миокардни 100 г тўқимасида кислород истеъмол қилиш тезлиги 1 дақиқада 4—10 мл ни ташкил қилади. Бунда, кислороднинг 60—75% сўрилади (мия тўқимасида 25—30 % кислород сўрилади).

Юракнинг ишлашини ҳар қандай катталашини томирларнинг кенгайиши ҳисобига қон оқимининг ортиши билан бирга содир бўлади. Шундай экан, коронар томирлар, илгаридан, вазодилатация учун анча катта заҳирага эга экан. Бу ҳол, миокарднинг кучли ишлаши вақтида кислородга бўлган юқори даражадаги эҳтиёжни қоплайди.

ЮРАК МУШАГИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

Юракнинг асосий вазифаси мунтазам қайтарилиб турадиган қисқариш цикллари ва бўшашишлар кўринишидаги механик ишни бажариш ҳисобланади. Ишчи миокарднинг тарғил мушаклари қўзғалувчан тўқималарга мансубдир. 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 ихтисослашган ҳужайралари томонидан электр потенциаллар кўринишида генерацияланади (узатилади). Улар миокард толаралига ўтказилади ва уларнинг қисқарувчанлик фаолиятини ишга туширади.

Миокард ҳужайраларини электрофизиологик ҳодисаларини тавсифлашда қуйидаги: қўзғалувчанлик, қўзғалиш, қисқариш, ўтказиш атамалари ишлатилади. Улар юрак мушагининг хусусиятлари сифатида кўрилади. Қўзғалувчанлик атамаси остида юрак мушагининг қўзғатувчилар таъсирини қабул қилиш ва уларга нисбатан қўзғалиш реакцияси билан жавоб бериш қобилияти тушинилади. Юрак мушаги электр, механик, кимийвий 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» қондаси кўринишида ифодалаб, унда «йўқ» деганда бўсағаси ку-

чининг қўзғатишларига реакциянинг бўлмаслиги тушини — лади. 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 томонидан насос функциясини бажариши учун жуда муҳимдир. Юраколди бўлманинг ёки меъдачанинг ҳар қандай нуқтасини электрли қўзғатилиши, юракнинг ушбу бўлимларини барча мушак ҳужайраларини электрли ва қисқариш реакцияларини чақиради. Лекин, автоматик равишда қисқармайдиган юраколди бўлмалар ёки меъдачаларнинг изоляция қилинган бўлакларини қўзғатиш пайтида «Бор ёки йўқ» қоидаси кузатилмайди. Г.П.Боудич турли кучга эга бўлган қўзғатувчилардан фойдаланган, яъни бўсаға кучидан то максимал кучга эга бўлганлардан ва қўзғатувчилар кучини катталашини билан қисқаришларининг кучайишини кузатган. Бу ҳодиса Боудич зинаюяси 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.

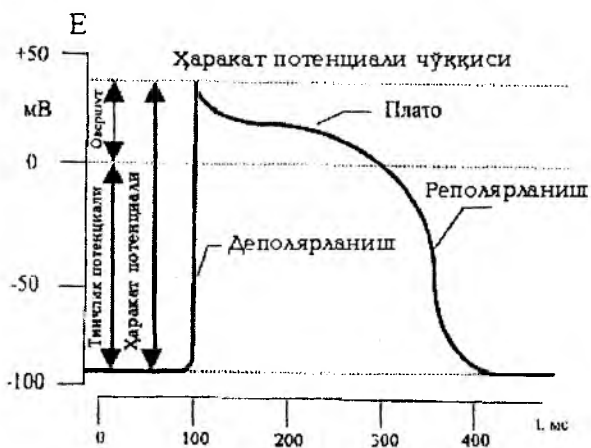
Қўзғалиш атамаси, қўзғатувчининг таъсирига жавобан тирик ҳужайрада содир бўладиган жараёнларни ифодалаш пайтида ишлатилади. Қўзғалиш — ҳужайранинг реакцияси бўлиб, у, физикавий — кимиёвий ва функционал ўзгаришлар мажмуасидан иборат. Қўзғалиш вақтида, ҳужайра нисбатан тинч ҳолатдан, унга хос бўлган фаолият 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 боғлиқлигини ўрганиш америкалик физиологлар Ходжкин

А. Л. ва Хаксли А.Ф.ларга 1963 йили, кальмарнинг асаб то – лаларида ҳаракат потенциалини пайдо бўлишини ионли механизмини тушинтириб бериш имконини берди. Охириги йилларда, миокард ҳужайрасининг хусусиятларини элек – трофизиологик тадқиқот қилиш кўп сонли назарий ва ама – лий изланишларда намоён бўлди. Бу, кўпроқ Ходжкин ва Хакслининг қўзғалишни ионли назариясини модификацияси ҳисобланади. Изотоп ва кучланишни белгилаш усуларини қўллаш ҳам миокарднинг турли ҳосилаларининг толаларида тинчлик ва ҳаракат потенциалларининг ионли табиатини реал кўрсатиш имконини берди.

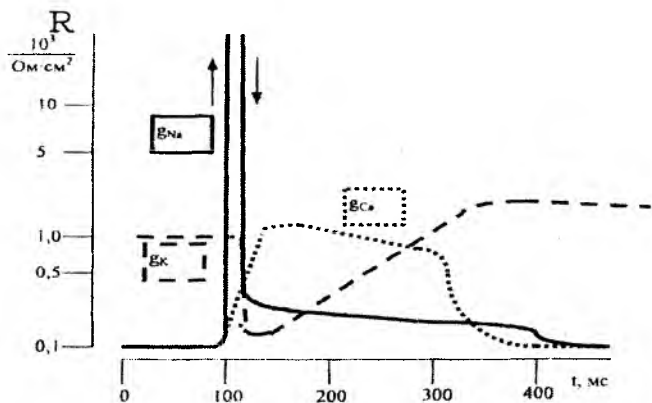
Нормал шароитда ишчи миокард ҳужайралари диа – столани ўтиши даврида мембранани стабил потенциалини қўллаб туради. Улардан фарқли ўлароқ, ўтказувчи тизим миоцитлари диастола даврида секин ўсиб борувчи деполя – ризацияни билдиради.

Мембрананинг тинчлик потенциалини (ТП) ва ҳаракат потенциалини (ҲП) фарқлашни микоелектродли техника – сини қўллаш қуйдагиларни аниқлаш имконини берди (23 – ва 24 – расм). Кардиомицитларнинг ҳужайра мембранасини деполяризацияси пайтида ионли тоқларни ўлчаш, ўзаро мембрана орқали кириш вақти бўйича фарқ қилувчи иккита ток мавжудлигини кўрсатди. Бошланиш пайтида пайдо бў – ладиган ток, тез кирадиган ток номини олган. Ушбу фаза – нинг охирида пайдо бўладиган ва вақти бўйича ҳаракат по – тенциали платоси фазаси билан тўғри келувчи ток суст ки – рувчи ток номини олган: тез кировчи ток юрак ҳужайра – ларида натрий ионлари орқали ўтказилади ва ҳаракат по – тенциали даражасидан (-90 . . . -80 мВ) то 0 мВ гача по – тенциалнинг реверсиясига олиб келади. Суст фаза вақтида, у, 0 мВ дан то $+20$ мВ гача ўзгаради.

Бошланғич тезкор натрийли токка кальций ионлари таъсир қилади. Ҳужайра ташқарисидаги кальций концен – трациясини ортиши тезкор натрийли ток тезлигини оши – шига олиб келади. Агар, ҳужайра 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



23–расм. Миокард хужайраси ҳаракат потенциални кон-
фигурацияси.



24–расм. Юракнинг ҳаракат потенциални пайдо бўлиши
жараёнида миокард хужайралари мембранасини Na^+ , Ca^{2+} ва
 K^+ учун ўтказувчанлигининг ўзгаришлари.

кальций ионларини хужайра ичига кириб келишини ку-
чайиши кузатилади. Қўзғалиш вақтида мембранинг ўзидан
ҳам кальцийнинг ажралиб чиқиши содир бўлади.

Натрий ва кальций ионлари мембрананинг ички юзасида тўпланади. Бунда натрий ионларнинг миқдори, уни ҳужайрадан ташқарига чиқариб ташловчи насос фаолиятининг тезлиги билан аниқланади. Ҳужайрада 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 ҳужайра 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 ҳужайра ичига ҳаракатланиши билан ҳосил қилинади.

Натрий – кальцийли каналларни деполяризацияловчи раббат билан фаолаштириш, 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 ҳужайралари ҳаракат потенциалининг бундай ташкиллашуви, уларни нисбатан узоқ қисқаришини таъминлайди, бу эса миокард тамонидан насос вазифасини бажариши учун зарурдир.

Ишчи миокард кардиомицитлари ҳаракат потенциалининг параметрлари қуйидагича: тез деполяризациянинг

ортиб бориш тезлиги 100–300 мс, ҳаракат потенциали амплитудасининг катталиги –100–200 мВ, жумладан овершутники 20–30 мВ, ҳаракат потенциалининг мuddати 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 ҳужайралардан пассив чиқувчи калий ионлари токи билан аниқланади. Мембрана потенциалининг шаклланишида қатнашувчи бошқа ток, Na^+ - K^+ -насос томонидан ҳосил қилинувчи фаол ток ҳисобланади. Ушбу насосни ишлаши пайтида ионларни ноэквивалент (электроген) алмашинуви содир бўлади: ҳужайрага киритилган калийнинг иккита ионини ҳар бирига натрий ионининг учтаси чиқарилади. Натижада, ҳужайралардан мусбат зарядларни чиқиши содир бўлади ва у, 90 мВ атрофидаги ҳужайра ичидаги манфий зарядни кўпайтиради.

Ионли Na^+ - K^+ ва Ca^{2+} -насосларнинг ишлаши мембрана ферментлари (АТФ азалар) билан ҳамжиҳат 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. Na^+ - K^+ -АТФ азанинг фаоллиги ва насос токининг катталиги олиб ўтилдиган ионлар концентрацияси билан бошқарилади. У, калий ионларини ҳужайрадан ташқаридаги концентрациясини ва натрий ионларини ҳужайра ичидаги концентрациясини ортиши пайтида катталашади.

Юракда қўзғалишни пайдо бўлишида синусли тугун етакчи рол ўйнайди. Ушбу тугунда, Р-ҳужайралар зарядида ўзгаришлар спонтан равишда содир бўлади ва кейин эса импульслар миокардга тарқалади. Ушбу ҳужайраларнинг 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. Нормада, синоаурикуляр – тугун

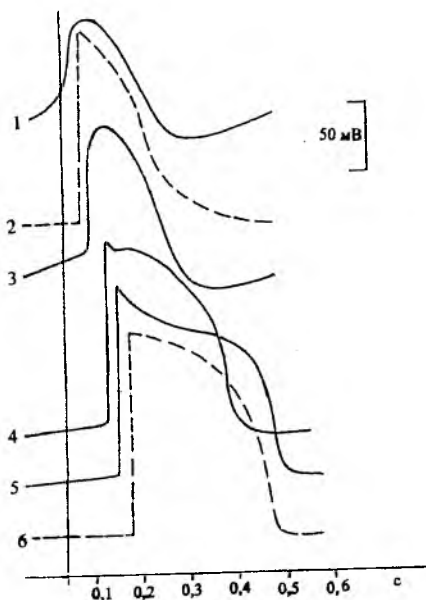
импульслар частотасининг кўплиги туфайли пастроқда жойлашган тугунларнинг Р-ҳужайраларини фаоллиги бостирилади. Шунинг учун, синоаурикуляр-тугун ҳужайралари ритмни ҳақиқий бошловчиси, қолганларини эса латентли ёки потенциалли деб айтилади. Уларнинг автоматияси синоаурикуляр-тугундан қўзғалишларни келиши тўхтаган пайтда кўринади.

Ўтказувчи тизимда электрофизиологик тавсифлари бўйича суст жавобли (синоаурикуляр-тугун ва атриовентрикуляр-тугун) ва фаол жавобли (Гис-Пуркине тизими) ҳужайралар фарқланади. Суст жавобли ҳужайралар учун мембрана потенциали синоаурикуляр-тугунда $-60...-50$ мВ ни, атриовентрикуляр-тугунда $-70...-60$ мВ ни ташкил қилади. Уларда ҳаракат потенциалининг амплитудаси ҳам мос равишда 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 потенциални сақланиш муддати анча узоқроқ бўлади, $300-500$ мс.) Тез деполяризация бўлиш тезлиги ҳам юқорироқ $-500-1000$ В/с (деярли беш марта).

Мембрана потенциали ривожланишининг ионли механизми ва ҳаракат потенциалининг пайдо бўлиши ишчи миокард ҳужайраларига ҳамда ўтказувчи тизимни фаол жавобли ҳужайраларига ўхшашдир. Суст жавобли ҳужайраларда фаол деполяризация фазаси кальций ионларини кирувчи токи томонидан таъминланади. «Суст» синоаурикуляр-каналларни фаоллаштириш учун етарли бўлган бўсага потенциали 4 мВ атрофида бўлади. Тезкор реполяризация фазаси бўлмайди ва плато аниқ кўринмайди. Реполяризациянинг бошланғич ва якуний фазалари мембрана потенциалининг катталиги Ca^{2+} - каналларини суст инактивацияси шароитида, калий ионларининг чиқувчи токи ва кальций ионларини кирувчи токи ўртасидаги нисбати билан ўлчанади. Реполяризация мембрана потенциали даражасига етганда тугалланади. Кейин эса, синоаурикуляр-тугундаги

ҳужайраларнинг янги ўсиб боровчи спонтан дистолик деполяризацияси бошланади ва мембрана потенциали бўсага моҳияти даражасидаги катталиққа кўтарилади, бундан сўнг яна цикл қайтарилади. 25-расмда юракнинг турли бўлимлари ҳаракат потенциалларини типик конфигурациялари келтирилган.

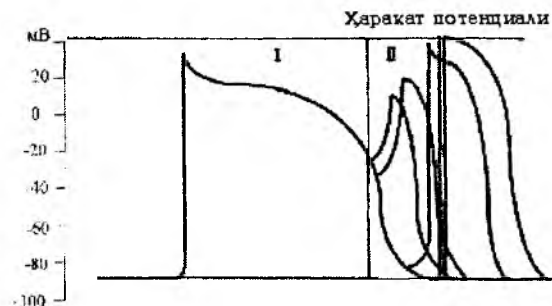


25-расм. Юракнинг турли бўлимлари ҳаракат потенциалларининг типик конфигурацияси.

1—Синоаурикуляр-тугун; 2—юраколди бўлмалар миокарди; 3—Атриовентрикуляр-тугун; 4—Гис боғлами; 5—Пуркине тодалари; 6—меъдачалар миокарди. У ёки бу бўлимнинг ҳаракат потенциали бошланишининг проекцияси қўзғалиш тўлақинини келиш вақтига мос келади.

Миокарда ҳаракат потенциалининг пайдо бўлиши қўзғалувчанликни кўп фазали ўзгаришлари билан бир вақтда ўтади. Қўзғалиш циклининг маълум бир фазаларига қўзғалмаганлик даврлари, яъни абсолют рефрактерлик ва

пасайган қўзғалувчанликка — нисбий рефрактерлик мос келади (26 — расм).



26—расм. Миокард ҳужайраларини кўзғалиш циклида абсолют (I) ва нисбий (II) рефрактерлик даврлари.

Рефрактерлик, асосан кирувчи натрий токини фаоллашуви (тезкор депольаризация фазаси) ва бошланғич кирувчи — ҳаракатланувчи натрий токини кейинчалик инактивацияси (бошланғич тезкор реполяризация ва плато) билан боғлиқдир. Бу вақтда кардиомицитлар, абсолют рефрактерлик ҳолатида бўлади ва ҳеч қандай рағбатга (ҳаттоки, зарарловчи рағбатгача ҳам) реакция қилмайди.

Натрийнинг ўтказилиши, мембрана таҳминан 40 мВ даражасигача реполяризациялангандан кейингина тиклана бошлайди. Айрим Na^+ — каналлари инактивация ҳолатидан чиқади, лекин, улар миокард бўйлаб тарқаладиган қўзғалишни таъминлаш учун хали етарли бўлмайди. Шу тарзда, рефлекторликни ўтиш муддати, қоидага биноан, ҳаракат потенциалини ўтиш муддати билан яқиндан алоқадордир. Агар ҳаракат потенциали қисқарса ёки узайса, унда бу ҳолатга яраша, рефлекторлик даврини ҳам худди шундай ўзгаришлари мос келади.

Яқин реполяризация фазасининг қисқа вақт оралиғида миокард бўсаға қўзғатувчисидан ҳам анча кучли локал жавобларга қодирдир, лекин ҳаракат потенциалининг амплитудаси ва муддати кескин пасайган бўлади. Мембрана потенциалини 60 мВ гача тикланиши билан бирга Na^+ —

каналлари ҳам шундай миқдорда фаоллашадими, унда тарқалувчи қўзғалишнинг ривожланиш имконияти пайдо бўлади. Нисбий рефрактерлик фазаси 50 мс атрофида давом этади. Ўтказувчи тизимнинг фаол ҳужайраларида миокарднинг (яъни, нормал қўзғалувчанликни тиклангунига қадар) ва ишчи миокарднинг рефрактерли ҳолатини умуимий давомийлиги ҳаракат потенциалининг давомийлига тенгдир. Сусти ҳужайраларда қўзғалувчанликнинг тўлиқ тикланиши реполяризациянинг тугашидан кейин 100 мс ўтмагандан кейингина тикланиши мумкин. Рефрактерли даврнинг бундай узоқ давом этиши, сусти жавобли ҳужайра мембраналарининг Ca^{2+} – каналлари инактивация ҳолатидан фаол ҳужайраларнинг Na^{+} – каналига нисбатан секинроқ чиқади.

Узоқ муддатли рефрактерлик миокардни жуда тез қайтариладиган қўзғалишдан сақлайди. Бундай қўзғалиш юракнинг ҳайдовчи функциясини бузиши мумкин эди. Рефрактерлик даври миокардни қайта қўзғалиш ва қисқариши мумкин бўлган қўзғатувчилар таъсиридан ҳимоя қилади. Шунинг учун, рағбатлашнинг жуда катта частотаси пайтида ҳам, юрак қисқаришлари частотасида рефрактерли давр юқори бўлмайди.

Рефрактерли давр, қўзғалишни миокард бўйлаб айланма ҳаракатини ҳам олдини олади, акс ҳолда у, қисқариш ва бўшашишни ритмик кетма–кетлигини бузишга олиб келар эди. Қўзғалиш тўлқини миокардни тўлалигича қамраб олгандан сўнг, сўнади. Ушбу тўлқинни қайтадан киришини имкони йўқ, чунки юрак рефрактерлик ҳолатида бўлади. Шу тарзда, юрак камералари бўшалиб, қон билан тўлишга улгуриши учун зарур бўлган минимал заҳира вақт сақланади.

Юрак мушагининг қўзғалиши уни қисқаришини, яъни унинг кучланишини ортишини ва мушак толалари узунлигини қисқаришини чақиради. Навбатдаги қўзғалиш, олдинги ҳаракат потенциалининг абсолют рефрактерлик даври тугагандан сўнг пайдо бўлади. Юракнинг алоҳида мушак толаларини қисқариш даври ҳаракат потенциалини ўтиш муддати таҳминан мос келади.

Қисқариш, актин ва миозин оқсилларини ҳамкорлиги натижасида содир бўлади («Кардиоцитларнинг тузилиши ва

уларни қисқарувчан оқсилларининг молекуляр структураси» номли бобни ўқинг). Қисқариш, актин ва миозин молекулалари ораллигидаги бўшлиқда Ca^{2+} концентрацияси етарли миқдорда бўлгандагина содир бўлиши мумкин. Мушакларнинг бўшашган ҳолатида Ca^{2+} ионлари эндоплазматик тўр элементлари — узунчоқ найчаларда жойлашадилар, бу ерда улар оқсиллар билан мустаҳкам боғланган ва саркоплазмада фосфатлар ва оксалатлар кўринишида намоён бўлади. Эндоплазматик тўр мембраналарининг ўтказувчанлиги ўзгарган пайтда Ca^{2+} ионларининг бир қисми ажралиб чиқади. Бу жараён плазматик мембрананинг деполяризациясидан бошланади.

Плазматик мембрананинг мембрана потенциали деполяризация пайтида 4 мВ гача етганда, сусти потенциалга боғлиқ Ca^{2+} каналларининг ўтказувчанлиги ортади. Бу каналлар орқали, ҳужайра ташқарисидаги муҳитдан ҳужайранинг ичига унча кўп сонли бўлмаган триггерли (ишга тушириб юборадиган) Ca^{2+} ионлари кириб келади ва улар Ca^{2+} ни тўловчи эндоплазматик тўр мембраналарининг ўтказувчанлигини оширади. Бунда, узунчоқ найчалар цистернасидан ажралиб чиқадиган Ca^{2+} ионларининг сони триггерли ионлар сонидан ўн мартага кўп бўлади. Актин ва миозин миофиламентлари ораллигидаги бўшлиқда Ca^{2+} ионларининг концентрацияси 10^{-7} дан то 10^{-5} М гача ортади.

Ca^{2+} ионлари тропонин С билан ҳамкорлик қилади ва унинг конформациясини ўзгаришини чақиради, у, тропонин — тропомиозинли мажмуанинг, жумладан тропонин Т нинг бошқа молекулаларига кооперативланган ҳолда узатилади.

Уни конформацион ўзгариши натижасида, таркибида АТФ бўлган миозин молекуласининг бошчаси актинли филамент мономери билан алоқа ҳосил қилади. Актиниозинли мажмуа ҳосил бўлади. Бу эса, ўз навбатида, миозин молекуласининг глобуляр қисмини конформациясини ўзгартиради ва у, ўқ йўналишидан маълум бир бурчак остида четга оғади ва ўзининг орқасидан актинли филаментни тортади.

Кирувчи кальцийли ток кардиомицитлар ҳаракат потенциалининг «плато» фазаси вақтида максимумга эришади.

Ушбу фазани меъёрида ўтиш муддатининг узунлиги қисқариш кучини белгилайди.

Скелет мушакларидан фарқли равишда юрак мушаги —нинг қисқарувчанлиги кўпроқ даражада ҳужайра ташқа —рисидаги Ca^{2+} концентрациясига боғлиқ ҳамда биологик фаол моддаларнинг таъсирига, масалан кардиомицитларнинг плазматик мембранасини Ca^{2+} ионларини ўтказувчанлигига таъсир қилувчи катехоламинларнинг таъсирига боғлиқ. Скелет мушакларининг қисқаришларини ривожлантириш учун Ca^{2+} ионларини ҳужайра ичида бўлишининг ўзи кифоя.

Энгельгард В.А. ва Любимова М.Н. (1942) миозин АТФ фазали фаолликка эга ҳамда АТФ нинг якуний фосфат гуруҳини гидролизини катализлашга қодир эканлигини очганлар. Ушбу кузатув турли тадқиқотлар орқали кўп марта тасдиқланган (С.А.Северин 1961; W.F.Momperets, 1974). Мушак қисқаришларини энергетик таъминланишида миозиннинг АТФ азали фаоллиги марказий ўринни эгаллайди. У Ca^{2+} ионлари томонидан раббатлантрилади 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. Мио – фибриллаларга кўзғалиш пайтида кальций катиони қанчалик кўп тушса, қисқариш шунчалик кучли бўлади.

«Плато» фазаси тугагандан сўнг плазматик мембранани Ca^{2+} каналлари инактивацияланади ва Ca^{2+} ионларини мио – фибриллаларга келиб тушиши тўхтайтиди. Унинг концентрацияси фибриллалар орасидаги бўшлиқда 10^{-7}M гача камайган пайтида мушак элементларини бўшашиш жараёни бошланади. Бу ҳол, Ca^{2+} ионларини эндоплазматик тўрға қайтадиган 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, митохондрияларда азроби фосфорилланиш воситасида синтезланадиган АТФни келиб тушиши билан таъминланади. Ушбу жараённи лимитловчи омил келиб тушадиган кислороднинг миқдори ҳисобланади. Миокард, скелет мушакдан, таркибида митохондрияларни кўплиги (умумий ҳажмнинг 36% гача) билан фарқ қилади.

Ўтказувчанлик – бу тўқимани кўзғалиш импульсларини ўтказиш қобилиятидир. Бу функция юракнинг ўтказувчи тизимига ва қисқарувчи миокардига хосдир. Нармал ўтказувчанлик пайтида юрак бўлимлари маълум бир кетма – кетликда кўзғаладилар. Физиологик шароитларда импульслар синусли тугунда бўлади. Бу ердан, кўзғалиш тўлқини Т – ҳужайралар ва юраколди бўлмаларнинг мушакли деворлари бўйлаб тарқалади кейинчалик эса атрио – вентрикуляр 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 кўзғалишга олиб келади. Бунда, Пуркине толаларининг жойлашишига мос равишда кўзғалиш тўлқини, аввалам бор, эндокардиалости мушак қатламларида пайдо бўлади ва у ердан эпикард йўналиши бўйлаб тарқалади. Кўзғалиш тўлқинини Гис боғламнинг оёқчаларига ўтиш билан, энг аввал кўзғалиш, меъдачалараро тўсиқнинг эндокардиалости қатламларининг

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 ўтқа – зиш тезлиги турлича бўлади. Максимал тезлик Пуркинье ҳселлари 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. Деполяризация ва реполяри – зация 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 ҳу – жайра, элементар электрни ҳаракатлантирувчи кучни ишлаб чиқарувчи элементар дипол кўринишида намоён бўлиши мумкин. Электрни ҳаракатлантирувчи кучни маълум бир катталиқда ва йўналиши билан тавсифла – нади. Юракда қўзғалишининг тарқалиш кетма – кетлиги схемаси 27 – расмда келтирилган. Вектор стрелка билан тасвирланган, унинг ориентацияси йўналишни кўрсатади, масштабни бирликларда олинган узунлиги эса электрни ҳаракатлантирувчи кучни катталигини кўрсатади. Стрел – канинг йўналиши диполни минусдан плюсга қараган ориентациясини кўрсатади.

Юрак фаоллашувнинг ҳар бир лаҳзасида миокард – нинг кўп сонли толалари қўзғалади, кўпсонли элементар диполлар пайдо бўлади. Ушбу диполлар, бўлиқда тур – лича жойлашган элементар векторлар кўринишида на – моён бўлади. Қандайдир лоҳзада пайдо бўладиган барча векторларни параллелограмма қويدаси бўйича териш мумкин. Шу тариқа ҳосил қилинган суммар вектор,

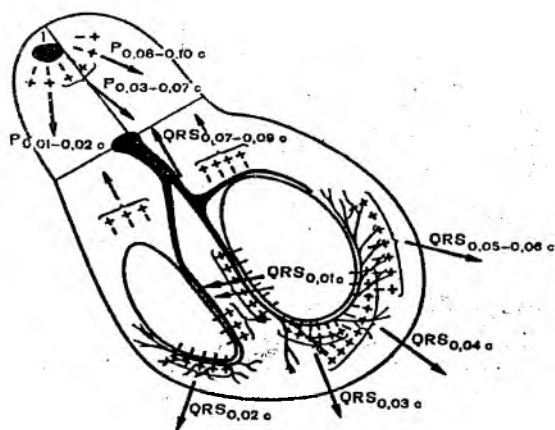
юррак томонидан ушбу лаҳзада ривожлантириладиган электрли ҳаракатлантирувчи кучни ўзида тавсифлайди.

Миокарднинг қўзғалган қисмларида электрон ҳара — катлантирувчи 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 даво — мида юракнинг суммар электрон ҳаракатлантирувчи кучини ўзгаришини кўрсатади.

ЮРАКНИНГ ЭЛЕКТРОН ҲАРАКАТЛАНТИРУВЧИ КУЧНИ ТАВСИФИ.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММАНИНГ ТАҲЛИЛИ

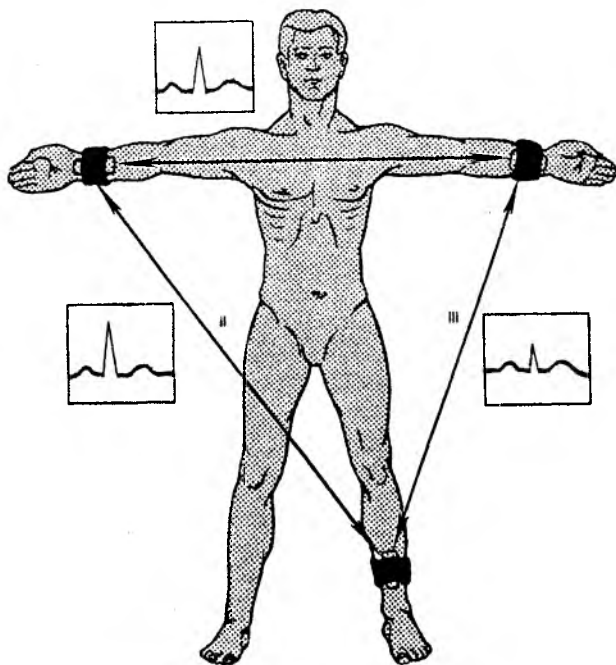
Қўзғалиш импульслари синусли тугунда пайдо бў — лади (27 — расм). Импульс ўнг юракоқди бўлмачага, кейин эса чап юракоқди бўлмачага тарқалади, сўнгра чапга, пастга ва орқага қараб тарқалади. Юракоқди бўлмачалар — нинг суммар электрон ҳаракатлантирувчи кучи вектори улар қўзғалган вақтда чапга ва ўнгга йўналган бўлиб, электрокардиограммада Р тишча кўринишида намоён бў — лади. Юракоқди бўлмачалари фаоллашгандан кейин им — пульс ўтказувчи тизим бўйлаб тарқалади ва меъдача — ларнинг қисқарувчан миокардигача етиб боради. Ўтка — зувчи тизим унга катта бўлмаган электрон ҳаракатлан — тирувчи куч ҳосил қилади ва электрокардиограмма ёзиш учун қўлланиладиган аппарат уни ёзиб олмайди.



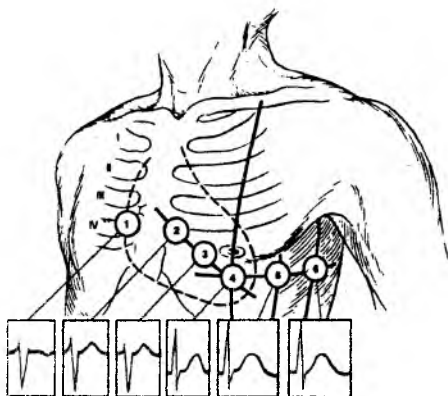
27—расм. Юракга қўзғалишнинг тарқалишини кетма-кетлиги.

Меъдачаларнинг миокарди субэндокардиал қатламларнинг турли бўлимларида бир вақтда қўзғалишни бошлайди, қўзғалиш эндокардан эпикард томон тарқалади. Меъдачаларо тўсиқ меъдачаларнинг деворларидан олдин фаоллашади. Меъдачалар қўзғалишининг учта векторини ажратиш қабул қилинган бўлиб, улар QRS мажмуасини ҳосил қилади. Бошланғич (тўсиқнинг) вектор меъдачалар деполяризация биринчи 0,015–0,03 с давридаги юрак электрон ҳаракатлантирувчи кучини ҳарактерлайди. У, меъдачаларо тўсиқнинг қўзғалишини ҳамда ўнг меъдачанинг қўзғалишини бошланишини кўрсатади ва ўнгга, олдинга ва юқорига йўналтирилган. Асосий вектор меъдачалар қўзғалишининг 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. Охири вектор меъдачалар деполяризациясининг охири 0,06–0,08 с давридаги юрак электрон ҳаракатлантирувчи кучини кўрсатади. У, меъдачалар асосидаги миокардни қўзғалиши билан белгилади ва юқорига, орқага ва озгина ўнгга ёки чапга йўналган. Меъдачалар реполяризацияси даврида юрак векторларининг йўналиши тахминан деполяризация век-

торлариники кабидир. Бу векторлар Т–тишчани ҳосил қилади ва у ҳам QRS мажмуаси билан бирга бир хил тамонга йўналган. Электрокардиограмма ёзиб олишнинг ҳар қандай вариантыда (28–ва 29–расмлар) қуйидаги элементлар: тишчалар, сегментлар – иккита қўшни тишчалар оралиғидаги электрокардиограмма бўлаклари ва интерваллар – бир нечта қўшни сегментларни ўз ичига олган электрокардиограмма бўлаклари ажратилади.



28–расм. Электрокардиограмма (I–III) ёзиб олишнинг стандарт ҳолатида электродларни жойлаштириши ва бунда ёзиб олинган электрокардиограмма шакллари



29-расм. Электрокардиограммани (1-6) кўрак қафасидан ёзиб олиш пайтида электрогларни жойлаштириш ва бунда ёзиб олинган электрокардиограмма шакллари (I-IV-қовурғалараро оралиқлар).

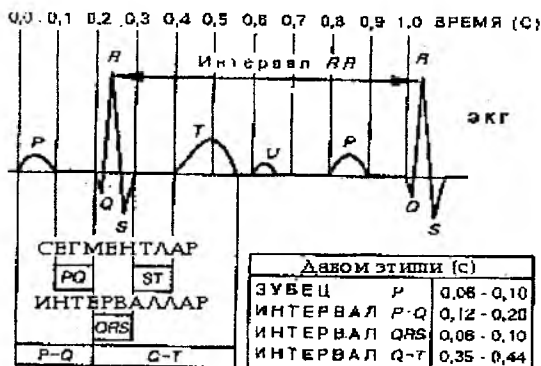
Ёзиб олинган чизиқлар миокардда потенциаллар фарқи бўлмаганда изоэлектрик чизиқлар (изочизиқ) дейилади. Нормада, электрокардиограмманинг барча элементлари изочизиқда жойлашади. Нормал электрокардиограмманинг асосий элементлари 30-расмда келтирилган. Электркардиограмманинг турли элементлари, кўзғалиш вақти бўйича миокарднинг маълум бир бўлимлариникига мос келади. Тишчалар P, Q, R, S, T, U каби лотин ҳарфлари билан белгиланади. Юқорида жойлашган тишчалар мусбат (P, R, T) пастда жойлашганлари — манфий (Q, S) ҳисобланади.

Изочизиқдан ва ёзиб оладиган аппаратларда, миллиметрли қоғоз 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 юраккоди бўлмачаларининг кўзғалишини кўрсатади. Биринчи 0,02—0,03 с ларда фақат ўнг юраккоди бўлмача кўзғалади (P-тишчанинг кўтарилиб борувчи тиззаси), кейинги 0,02—0,03 с да кўзғалиш юраккоди бўлмачалар оралиғидаги тўсиққа ва чап юраккоди бўлмачага ўтади (P тишчанинг тепаси), охириги 0,02—0,03 с да кўзғалиш фақат чап юраккоди бўлмачани қамраб олади (P тиш—

чанинг пастга тушувчи тиззаси). P тишчасининг умумий давомийлиги 0,06—0,10 с ни ташкил қилади. P тишга мусбат ва манфий ҳам икки фазали ва изоэлектрик бўлиш мумкин. Юраколди бўлмачалар реполяризацияси (Tp) жараёнини кўрсатувчи тишча электрокардиограммада кўринмайди, чунки у кейинги QRS билан қўшилиб кетади.

P - Q интервалга кетган вақт давомида қўзғалиш синоаурикуляр—тугундан атриовентрикуляр—тугун, Гисс тизими ва Пуркинье талалари орқали кордиомиоцитларга қадар ўтади. У, электрокардиограммада P тишчанинг бош—ланишидан то Q тишчанинг бошланишига қадар бўлган изочизиқ бўлагидан иборат. P - Q интервалининг давом—лиги 0,12 с дан то 0,20 гача бўлади ва юрак қисқаришларининг частотасига боғлиқ. 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 индекси ҳисоблаб чиқилади. Бу, P тишчанинг давоми этишини PQ сегментини давомийлигига нисбатидир. У, нормада 1,1—1,6 ни ташкил этади, лекин, масалан юраколди бўлмачаларнинг гипертрофияси пайтида кат—талашиши мумкин.



30-расм. Иккинчи стандарт ёзиб олишда типик электрокардиограмманинг асосий элементлари ва уларни юрак қисқаришларининг дақиқасига 75 марта уриш частотаси вайтидаги давомийлиги. Юқоридagi рақамлар вақт кўрсаткичлари.

QRS мажмуаси, қўзғалиш меъдачалар миокардини тўлиқ ҳамраб 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 апо-страфлар 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, г ҳарфи билан белгиланади. Одатда у, кўп ҳолларда 10–20 мм ни таш-

кил қилади. R тишчанинг тепасини икки ёки ундан кўшга бўлиниши (парчалаш) меъдачалар миокардида ёки юракнинг ўтказувчи тизимида патологик ўзгаришлар борлигини кўрсатади.

S - T сегмент — бу QRS мажмуасининг охиридан T тишчасининг бошланишига қадар бўлган бўлақдир. У, миокардни барча хужайралари тўлиқ деполяризация ҳолатида бўлгандаги ва уларнинг қутбларида фарқлар бўлмагандаги ҳолатини кўрсатади. Шунинг учун S - T сегмент амалда деярли изочизиқда 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 изопотенциалининг, меъдачаларни тез тўлиши пайтида миокардни чўзилиш потенциалларининг, сўргичсимон 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 қўзғалишининг барча даврини давомийлигига мос келади ва меъдачаларнинг электрик систоласи дейилади. S - T бўлагининг катталиги юрак қисқаришлари частотасига боғлиқ 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 узоқлиги ўртасидаги нисбатни ҳам аниқлаш зарур.

R - R интервали (R тишчанинг битта тепалигидан иккинчи тепалигигача) юрак қўзғалиши циклининг умумий давомийлигини тавсифлайди. Унинг давомийлигини меъдачалар қўзғалиши 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 суммар электрон ҳаракатлантирувчи кучнинг йўналиши ва катталигини юрак қўзғалишини ҳар қандай моментда аниқлашдан иборат. Нормда юрак бўлимлари бўйича қўзғалишни тарқалиш кетма-кетлиги ва йўналиши маълум бўлганлиги туфайли, юракнинг қайси бўлимида электрон ҳаракатлантирувчи куч йўналиши ва катталигини меъеридан ўзгарганлигини айтиш мумкин.

Электрокардиограммани вақт бўйича таҳлилини юрак қисқаришлари частотасини аниқлашдан бошласа бўлади. Иккита - R - R тишчалар тепалиги ўртасидаги масофа ўлчанади ва электрокардиограмма ёзиб борилаётган қоғоз лентани тезлигига боғлиқ ҳолда иккала тишчалар ўртасидаги вақт ҳисобланади. Масалан, улар орасидаги масофа 40 мм дейлик, агар қоғоз 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 = 40 мм \times 0,02 = 0,8 с), унда юрак қисқаришлари частотасини 60 с ичида ҳисоблаш лозим, яъни 1 минутда юрак 75 марта қисқаради. Қониқарли аниқликдаги статистика учун R - R катталиги ўнта қисқаришларнинг ўртачаси сифатида олинади. Юқорида айтилганидек, меъдачалар систоласининг катталиги юрак қисқаришлари частотасини катталигига боғлиқ, шунинг учун нафақат муҳимдир, балки зарурий электронли тизим деб номланган, систоланинг давомлиги ва юрак циклини давомийлиги ўртасидаги нисбатни ҳам аниқлаш зарур. Базет бўйича, ушбу иккита катталиклар

Ўртасидаги боғлиқлик қуйидаги формула билан ифода – ланади:

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

Константа К нинг катталиги Базет бўйича ўртача эркакларда 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 биоддиради. Хусусан, Q - T узайиши гипопаратиреоз, миокард инфаркти ва бошқалар пайтида қонда Ca²⁺ миқдорини пасайиши билан кузатилади. Юракнинг нормал ҳолатида ҳақиқий ва талаб этилган систола ўртасидаги фарқ у ёки бу томонга 15% дан ортиқ бўлмайди. Агар бу катталиқлар ушбу параметрларга тўғри келса, у қўзғалиш тўлқинини юрак мушаги бўйлаб нормал тарқалишини кўрсатади.

Қўзғалишнинг тарқалиши нафақат электрли систола давомийлиги билан, балки систолик кўрсаткич (СК) билан ҳам тавсифланади. Систолик кўрсаткич – бу электрли систола давомийлигини юракнинг бутун цикли давомийлигига нисбатиدير (фоизларда).

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

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

53 га тенгдир.

Агар, юқорида келтирилган мисолдаги маълумотларни ушбу жадвал билан солиштирилганда, юрак қисқаришлари частаси 80 бўлган пайтда систолик кўрсаткич 43 га тенг бўли – шини 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.

Меъёридан четга чиқиш ҳам шу формула билан билан аниқланади, лекин $Q - T$ заруридан фойдаланилади ва у систолик кўрсаткичнинг катталигини келтирилган 4-жадвал бўйича ҳам аниқлаш мумкин.

4 – жадвал.

Систолик кўрсаткични ҳисоблаш жадвали
(Л.И.Фогельсон ва И.А.Черногоров бўйича).

Юрак қисқа-ришлари частота – си.	R - R, с	Базет формуласи бўйича Q – T, с		Систолик кўрсаткичлар, %	
		Эркакларда	Аёлларда	Эркакларда	Аёлларда
40	45	0,45	0,48	30	32
50	1,2	0,40	0,44	33	36
60	1,0	0,37	0,40	37	40
70	0,86	0,34	0,37	40	43
80	0,75	0,32	0,35	43	47
90	0,66	0,30	0,32	45	48
100	0,60	0,28	0,31	47	50
110	0,55	0,27	0,30	50	54
120	0,50	0,26	0,28	52	56

Электрокардиограммани вақт бўйича таҳлил қилинганда маълумотлар жадвалга ёзилади, унинг варианти қуйидагича бўлиши мумкин.

С Й	Р, с	Р,с	Т,с	П-Q,	QPC	Q-T,с	Б К С	СК%	Б С	R-R,с	ЮҚЧ, Дақи – қа
I											
II											
III											

Эслатма: Стандарт йўналишлар, БКС – бўлиши керак бўлган систола, БС – бўлган систола

Электрокардиограммани векторли таҳлили унинг тишчаларини катталигини ва йўналишини аниқлаш им-кониятини беради. Юрак мушагида пайдо бўладиган патенциаллар, атрофдаги ўраб турган тўқималар орқали тери қатламларигача ўтказилади. Бу, юрак потенциалла-

рини тана юзасининг турли нуқталаридан ёзиб олиш имкониятини беради. Бу ҳақда, «Юрак ишини тадқиқ қилишнинг айрим усуллари» номли бўлимда яқиндан та- нишиш мумкин.

Юқорида ёритилгандек (дипол назариясида), юрак қўзғалиши пайтида унда пайдо бўладиган ҳаракат токи,

5 Жадвал

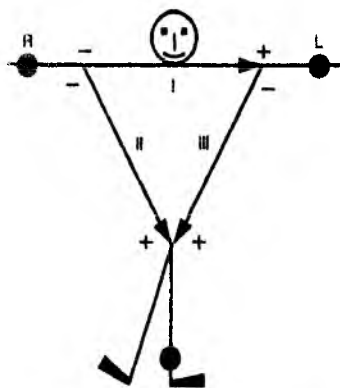
Иккинчи стандарт ёзиб олишда нормадиги элек- трокардиограммани элементларини вақт бўйича кўрсат- кичлари.

ТИШЧАЛАР					
P	Q	R	S	T	U
Давом этиши, с					
0.06–0.1	0.0–0.04		0.0–0.04	0.1–0.25	0.1–0.24
Баландлиги, Мв					
0.03–0.3	0.0–0.2	0.5–2.0	0.0–0.2	0.3–0.5	0.0–0.2

СЕММЕНТАЛАР			ИНТЕРВАЛАЛАР		
P–Q	S–T	T–U	PQT	QRS	Q–T
Давом этиши, с					
0.04–0.1	0.0–0.15	0,02–0,04	0.12–0.2	0.06–0.1	K=0.38

алоҳида мушак элементларида содир бўладиган кўпсонли элементар диполлар билан тенг ҳаракатланувчи сифа- тида намоён бўлади. Ушбу тенг ҳаракатланувчининг йўналиши юракнинг электрли ўқи деб номланган. Элек- трли ўқни, ҳар бир ушбу моментдаги юракнинг электрон ҳаракатлангирувчи куч йўналиши сифатида ҳам белги- лаш 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 элек- трокардиограм манинг ҳар қандай нуқтаси тўғрисида гапириш мумкин. Одатда, электрли ўқ тўғрисида гапи- рилганда, QRS мажму анинг 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 электрокардиограмма ёзиб олинган пайтда, стандарт ва кучайтирилган ҳолдаги ёзиб олишда қўл-оқлардан олиш ўқига юракнинг электрли ўқи проекциясигина фойдаланилади. Олиш ўқи — бу гипотетик чизиқ бўлиб, ушбу тармоқларда электрокардиограммани ёзиб олиш пайтида электродларни бирлаштирувчидир.



31—расм. Эйнтговен уч-бурчаги ўқларнинг йўналиши ва I, II, ва III стандарт тармоқлардаги электродларнинг қутблари кўрсатилган; R, L, F — ўнг қўл, чап қўл ва чап оёқ.

Стандарт ва кучайтирилган тармоқларда ўқлар, мусбат 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.

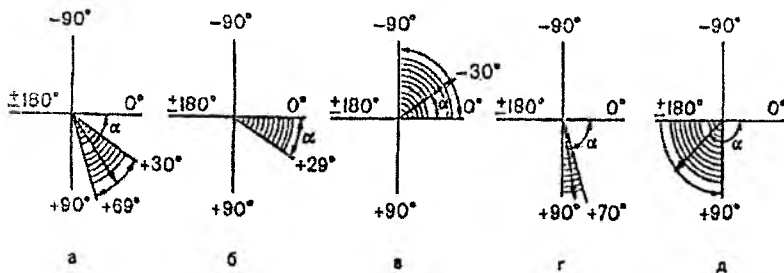
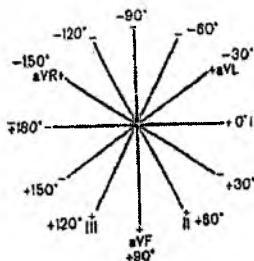
Қўл-оёқлардан тармоқлар 6-ўқ тизими кўринишида тасвирлаш қабул қилинган бўлиб, унда тармоқларнинг ўқ-лари юракнинг нольлик марказида кесишади (32-расм). Бу схемада, иккита қўшни тармоқларнинг ўқлари ўр-тасидаги бурчак 30 градусни ташкил қилади. Электрли ўқнинг йўналишини бурчак катталиги \angle (\angle) билан белгилаш қабул қилинган бўлиб у, тармоқни (электрли ўқни) горизонтал чизиқ (I стандарт тармоқ

ўқига параллел бўлган) билан кесишиши натижасида ҳосил бўлади. Бунда, горизанталдан настроқ жойлашган бурчаклар плюс, горизанталдан юқориси – минус белгилари билан олинади. Ушбу чизиқнинг чап охири (тадқиқот қилинаётганига нисбатан) 0^0 , ўнги эса -180^0 билан белгиланади. Агар $< \text{Л}$ катталиги $+30^0$ дан то $+69^0$ фарқланиб турса, унда электрли ўқнинг йўналиши норма сифатида белгиланади (32а – расм). Агар, $< \text{Л}$ катталиги $+29^0$ дан то 0^0 гача фарқланиб турса юракнинг электрли ўқи горизантал ҳисобланади (32 б – расм). Электрли ўқ $< \text{Л} - 90^0$ гача бўлганда чап томонга оғади (32 в – расм). Агар $< \text{Л} + 70^0$ дан то $+90^0$ гача фарқланиб турса вертикал йўналиш деб аталади (32 г – расм). Ўқ, $< \text{Л} + 90^0$ дан то $+180^0$ гача катталиқда бўлганда ўнг томонга оғади (32д – расм).

Соғлом одамларда юракнинг электрли ўқининг йўналиши юракни кўкрак қафасида жойлашишига боғлиқ 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. Соғлом одамларда, уларнинг конституциясига боғлиқ равишда, $< \text{Л}$ 0^0 дан то $+90^0$ гача бўлган секторда жойлашади. Юракнинг электрли ўқини сезиларли даражада чапга ($< \text{Л} - 30^0$ дан ортиқ) ёки ўнгга ($< \text{Л} + 110^0$ дан ортиқ) оғиши 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 (33 – расм) бўйича L бурчагини QRS мажмуаси амплитудасининг I ва III тармоқлардаги катталиқларини нисбати асосида ҳисобланади. Бунда, QRS , амплитудасининг катталиги горизантал чизиқ (0 дан ён томонга $+ ёки -$), QRS_{III} нинг амплитудасини эса – вертикал чизиқ бўйлаб олиб қўйилади. Ундан кейин, QRS , амплитудасига мос келадиган нуқтадан вертикал чизиққа параллел чизиқ, QRS_{III} амплитудасига мос нуқтадан эса горизантал чизиққа па –

раллел чизиқ ўтказилади. Ушбу чизиқларни кесишган жойи <L катталигини кўрсатади.

Масалан: $R_1 = 2$; $S_1 = -16$; $R_{III} = 13$; $S_{III} = -1$ га тенг бўлса. Бунда, $QRS_1 = -14$; $QRS_{III} = +12$ га тенг бўлади. Иккала рақамни 2 га бўлиш орқали $QRS_1 = -7$; $QRS_{III} = +6$ ни оламиз. Мос равишдаги бурчак $L +160^0$ га тенг. Бошқа мисол: $R_1 = 11$; $S_1 = -3$;



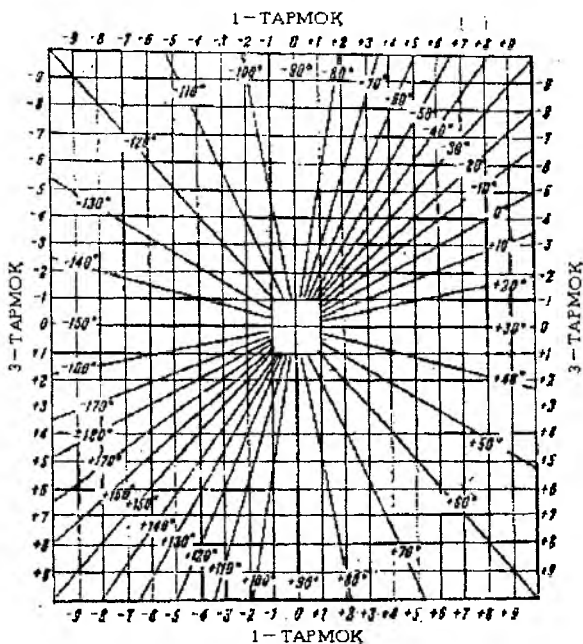
32—расм. 1—клиник электрокардиографияда умумий қабул қилинган тармоқларнинг қутблилиги ва жойлашиш схемаси; 2—юракнинг электр ўқи йўналишларининг вари-антлари

$R_{III} = 4$; $S_{III} = -10$ га тенг бўлса. Бунда $QRS_1 = +8$; $QRS_{III} = -6$ га тенг бўлади. Мос равишдаги чизиқларни ўтказиб, бурчак L тахминан -16^0 га тенг эканлигини топамиз.

Шу билан бирга юрак ўқининг оғишларини ҳисоблаш учун жадваллар ҳам мавжуд (6,7,8—жадваллар).

ЮРАКНИНГ ИШЛАШИ

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)



33—расм. Электрли ўқнинг йўналишини аниқлаш учун схема (Дъэд бўйича).

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 ўрғача босимга тенгдир. $(A - P \times V)$, бунда P граммларда, V эса см³ да ифодаланади. Чап меъдачада ҳосил қилинаётган босим ўнг меъдачадагидан 5 марта катта бўлгани, қоннинг ишни ҳисоблаш учун битта циклда бажариладиган ишни юрак қисқаришлари често—

тасига кўнайтириш керак. Ма минутли ҳажми эса ик — кала меъдачада ҳам тенг бўлгани туфайли чап меъдачанинг иши ўнг меъдачани ишидан 5 марта кўп бўлади. Юрак вақт бирлиги ичида бажарадиган иши масалан, одам юраги чап меъдачасининг иши $P = 100$ мм, симоб. усту — нида (135 г/см^2) ва $V = 5000 \text{ см}^3$ дақиқада бўлганда $5000 \times 135 = 675000 \text{ г/см} = 6,75 \text{ кг.м}$ (1 дақиқада) га тенгдир.

Юрак бўшлиқларидаги қоннинг босими юрак цикли фазасига боғлиқ равишда ўзгаради. Юраколди бўлмача — ларда P тебранишлари нисбатан катта эмас. У, юра — колди бўлмачалар систоласининг юқорисида 5—8 мм симоб устунига тенгдир. Диастола вақтида P нолга қадар пасаяди, кейин эса, меъдачалар систоласининг ўртала — ридан 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 сис — толасини бошланишидан 0,1с аввал юраколди бўлмача — ларнинг систоласи бошланади. Систола пайтида, юраколди бўлмачалардаги P даражаси нафас олиш фазасига боғлиқ. Нафас олиш вақтида, юраколди бўлмачаларининг диастоласи билан бир вақтда, уларда P манфий бўлади, бу эса веналардан қонни оқиб келишини кўпайтиради. Нафас чиқариш вақтида, у нолга тенг бўлади. Чап меъдачадан қоннинг ҳайдалиши P даражаси 65—75 мм. симоб устунига, ўнг меъдачадан эса 5—12 мм. симоб ус — тунига тенг бўлганда бошланади. Ҳайдашнинг биринчи дақиқасида қоннинг босими чап меъдачада 115—120 мм. симоб устунигача ва ўнг меъдачада 25—30 мм. симоб ус — тунигача ортади. Қоннинг миқдори камайган сари меъдачалардаги босим пасаяди. Аорта ва ўпка арте — риясидаги қоннинг босими, уни мос равишдаги меъда — чаларда ўзгариши орқасидан содир бўлади. Меъдачалар бўшашган пайтда, аортадаги босим меъдачаларникидан юқори бўлади. Барча клапанлар ёпиқ бўлганда ҳам меъдачалар маълум вақт ичида бўшашишда давом этади.

Юрак ўқини четта оғиш даражасини ҳисоблаб топиш

Асосан юқорига йўналтирилган QRS I комплекси йўналиши катта – лиги (+), мм.	Асосан пастга йўналтирилган QRS III комплекси йўна – лиши катталиги (-), мм							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Юрак ўқини четта оғиши градусларда.							
1	-30	-57	-70	-73	-78	-82	-83	-84
2	+5	-30	-47	-60	-65	-70	-73	-77
3	+10	-8	-30	-41	-51	-60	-63	-67
4	+20	+8	-13	-30	-38	-47	-54	-60
5	+20	+7	-5	-18	-30	38	-45	-51
6	+22	+11	+2	-10	-19	-30	-36	-43
7	+23	+15	+5	-4	-13	-23	-30	-36
8	+24	+16	+10	+1	-7	-16	-22	-30
9	+24	+18	+11	+6	-3	-10	-17	-24
10	+25	+19	+13	+7	+1	-7	-13	-19
11	+25	+20	+15	+10	+4	-3	-9	-14
12	+26	+21	+16	+11	+6	0	-5	-11
13	+26	+22	+17	+12	+8	+3	-2	-7
14	+27	+22	+18	+14	+10	+5	+1	-5
15	+27	+23	+20	+15	+12	+7	+3	-3
16	+27	+24	+20	+16	+13	+8	+4	0
17	+27	+24	+20	+17	+13	+10	+6	+2
18	+27	+24	+21	+18	+15	+11	+8	+3
19	+27	+25	+21	+18	+15	+12	+9	+5
20	+27	+25	+22	+19	+17	+13	+10	+6

N	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Юрак ўқини четта оғиши градусларда.												
1	-85	-86	-86	-86	-86	-86	-87	-87	-87	-87	-87	-88
2	-78	-79	-81	-82	-82	-83	-84	-84	-84	-85	-85	-85
3	-70	-72	-74	-77	-77	-78	-79	-79	-80	-81	-81	-81
4	-63	-66	-69	-71	-73	-74	-75	-75	-77	-78	-78	-79
5	-56	-60	-62	-65	-67	-69	-71	-72	-74	-74	-75	-75
6	-49	-53	-57	-62	-62	-68	-68	-68	-70	-71	-72	-73
7	-42	-46	-51	-54	-57	-60	62	-64	-66	-68	-69	-70
8	-35	-40	-45	-49	-52	-55	-58	-60	-62	-64	-65	-67
9	-30	-34	-39	-44	-47	-50	-53	-56	-58	-60	-61	-63
10	-24	-30	-35	-39	-42	-45	-49	-51	-54	-56	-58	-60
11	-20	-25	-30	-34	-38	-41	-44	-47	-50	-53	-54	-57
12	-16	-21	-25	-30	-34	-37	-41	-43	-46	-49	-51	-53
13	-12	-17	-22	-26	-30	-33	-37	-40	-43	-45	-48	-50
14	-9	-14	-18	-22	-26	-30	-33	-37	-39	-42	-44	-47
15	-7	-11	-15	-19	-23	-26	-30	-33	-36	-39	-42	-44
16	-6	-8	-12	-16	-19	-23	-26	-30	-33	-36	-39	-41
17	-2	-5	-9	-14	-17	-20	-24	-27	-30	-33	-36	-38
18	0	-4	-7	-11	-14	-18	-20	-24	-27	-30	-33	-35
19	+2	-2	-5	-9	-12	-15	-18	-22	-25	-27	-30	-32
20	+3	0	-3	-7	-11	-13	-16	-19	-22	-25	-27	-30

Юрак ўқини оғиш даражасини ҳисоблаш

Асосан пастга йўналтирилган QRS I комплекси йўналиши катталиги (-), мм	Асосан юқорига йўналтирилган QRS III комплекси йўналиши катталиги (+), мм								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Юрак ўқини оғиши градусларда								
1	+150	+120	+110	+105	+102	+99	+98	+97	+96
2	+180	+150	+130	+120	+112	+109	+106	+102	+101
3	-170	+168	+150	+135	+127	+120	+116	+112	+109
4	-164	-179	+163	+150	+139	+131	+124	+120	+115
5	-161	-175	+173	+161	+150	+140	+134	+128	+124
6	-158	-170	+180	+168	+58	+150	+142	+136	+129
7	-158	-167	-175	+175	+166	+157	+150	+143	+138
8	-157	-164	-172	+180	+170	+164	+156	+150	+144
9	-156	-162	-169	+177	+176	+169	+161	+155	+150
10	-155	-161	-168	-174	+180	+173	+167	+160	+155
11	-155	-160	-165	-172	-177	+177	+171	+165	+160
12	-154	-160	-164	-169	-175	+180	+174	+169	+164
13	-154	-160	-163	-168	-173	-178	+177	+172	+167
14	-154	-158	-162	-167	-171	-175	+180	+175	+170
15	-154	-157	-161	-165	-169	-174	-178	+178	+173
16	-153	-157	-161	-164	-168	-172	-179	+180	+176
17	-153	-156	-159	-163	-166	-169	-173	-178	+178
18	-153	-156	-159	-162	-166	-169	-173	-177	+180
19	-153	-156	-159	-162	-165	-168	-171	-175	-178
20	-153	-155	-158	-160	-164	-167	-170	-173	-177

N	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Юрак ўқини оғиши градусларда										
1	+95	+95	+94	+94	+94	+93	+93	+93	+93	+93	+92
2	+100	+99	+99	+98	+97	+97	+97	+96	+96	+95	+95
3	+107	+105	+104	+102	+102	+101	+100	+99	+99	+98	+98
4	+113	+110	+109	+107	+106	+105	+104	+103	+102	+101	+101
5	+119	+117	+114	+112	+110	+109	+108	+107	+106	+105	+104
6	+125	+122	+120	+117	+115	+113	+112	+110	+109	+108	+107
7	+138	+129	+125	+122	+120	+117	+116	+114	+113	+112	+101
8	+139	+134	+131	+127	+124	+122	+120	+118	+116	+115	+113
9	+145	+140	+136	+132	+129	+126	+124	+122	+120	+118	+117
10	+150	+145	+141	+137	+134	+131	+128	+126	+124	+122	+120
11	+155	+150	+145	+141	+142	+135	+132	+130	+127	+125	+123
12	+159	+154	+150	+146	+142	+139	+136	+133	+131	+132	+127
13	+163	+158	+154	+150	+146	+143	+140	+137	+134	+132	+130
14	+168	+161	+157	+153	+150	+146	+143	+140	+138	+135	+133
15	+169	+164	+161	+157	+153	+150	+146	+144	+141	+138	+136
16	+172	+168	+164	+160	+156	+153	+150	+147	+144	+142	+139
17	+174	+170	+166	+163	+159	+156	+153	+150	+147	+144	+142
18	+176	+172	+169	+166	+162	+159	+156	+153	+150	+147	+145
19	+178	+175	+171	+168	+165	+162	+158	+156	+153	+150	+147
20	+180	+176	+173	+170	+167	+164	+161	+158	+155	+152	+150

Асосан юқорига йўналтирилган QRS I комплекси йўналиши катталиги (-), мм	Асосан юқорига йўналтирилган QRS III комплекси йўналиши катталиги (+), мм								
	N	1	2	3	4	5	6	7	8
	Юрак ўқини оғиши градусларда.								
1	+60	+70	+75	+78	+81	+82	+83	+84	+85
2	+50	+60	+67	+71	+74	+76	+78	+79	+80
3	+43	+54	+60	+65	+68	+71	+73	+75	+76
4	+41	+50	+56	+60	+64	+67	+69	+71	+73
5	+39	+46	+52	+57	+60	+63	+66	+68	+69
6	+37	+44	+49	+53	+57	+60	+63	+65	+67
7	+36	+42	+47	+51	+55	+57	+60	+62	+64
8	+35	+41	+45	+49	+53	+55	+58	+60	+62
9	+35	+40	+44	+47	+51	+53	+56	+58	+60
10	+34	+39	+43	+46	+49	+52	+55	+57	+59
11	+34	+38	+42	+45	+48	+50	+52	+55	+57
12	+34	+38	+41	+44	+47	+49	+52	+53	+55
13	+34	+38	+41	+43	+46	+48	+50	+52	+54
14	+33	+37	+40	+42	+45	+47	+49	+51	+53
15	+33	+36	+39	+41	+44	+46	+48	+50	+52
16	+33	+36	+38	+41	+43	+45	+47	+49	+51
17	+33	+35	+38	+40	+43	+45	+47	+48	+50
18	+33	+35	+38	+40	+42	+44	+46	+47	+49
19	+32	+35	+37	+39	+42	+43	+45	+47	-
20	+32	+35	+37	+39	+41	+43	-	-	-

N	Юрак ўқини оғиши градусларда.										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	+85	+86	+86	+86	+87	+87	+87	+87	+87	+87	+87
2	+81	+82	+82	+83	+83	+84	+84	+84	+85	+85	+85
3	+77	+78	+79	+80	+81	+81	+82	82+	82+	+83	+83
4	+74	+75	+76	+77	+78	+78	+79	+80	+80	+80	+80
5	+71	+72	+73	+74	+75	+76	+77	+77	+78	+79	+79
6	+68	+70	+71	+72	+73	+74	+75	+76	+76	+77	+77
7	+66	+67	+69	+70	+71	+72	+73	+74	+75	+75	+76
8	+64	+66	+67	+68	+69	+70	+71	+72	+73	+73	+73
9	+62	+63	+65	+66	+67	+68	+69	+70	+71	+71	+72
10	+60	+62	+63	+65	+66	+67	+68	+69	+70	+70	+71
11	+59	+60	+62	+63	+64	+65	+66	+67	+68	+69	+70
12	+57	+59	+60	+62	+63	+64	+65	+66	+67	+68	+68
13	+56	+57	+59	+60	+61	+63	+64	+65	+65	+67	+67
14	+54	+56	+58	+59	+60	+61	+63	+63	+64	-	-
15	+53	+55	+56	+59	+60	+61	+62	-	-	-	-
16	+52	+54	+55	+57	+58	-	+61	-	-	-	-
17	+51	+53	+54	-	-	-	-	-	-	-	-
18	+50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Бу ҳол, то улардаги босим юраколди бўлмачалардаги босимдан паст бўлмаганча давом этади. Бўшашиш оқибатида босим нолга тенг бўлиб қолади. Уларни юраколди бўлма-

чалардан 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 ус-тунида, 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 қисқаришлари сонига бўлиш орқали меъдачаларни бир марта қисқарган пайтида ҳайдайдиган қоннинг миқдорини яъни қоннинг систолик ҳажмини ҳисоблаб топish 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 ҳажми фақатгина артериал қони веноз қондан ажратилган ҳайвонлардагина (сут эмизувчилар, қушлар) аниқлаш имконияти бор. Бу усул амфибиялар ва рептилиялар учун тўғри келмайди, аммо балиқлар учун тўғри келади.

Қоннинг систолик ва дақиқалик ҳажми доимий ҳисобланмайди. Улар, ҳайвонлар яшаётган ва улар бажараётган ишга боғлиқ ҳолда ўзгаради. Танани горизонтал ҳолатдан вертикал ҳолатга ўтказиш, гравитация таъсири остида систолик ҳажми горизонтал ҳолатдаги ҳажм катталигига нисбатан 30–40 % камайиши билан бирга содир бўлади. Бунинг сабаби, вертикал ҳолатда тананинг пастки қисмларидаги сифими томирларда қоннинг тўпланиши (депо) туфайли юракка веноз қонни қайтарилишини 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 ҳажми сезиларли даражада ортиши мушак ишлаган пайтда содир бўлади. Ишлаётган мушак қўшимча кислородни талаб қилади. Ушбу эҳтиёж фақат қон оқимини ортиши, яъни юрак ишини унумдорлигини ўзгариши ҳисобига компенсация қилиниши мумкин. Қонни дақиқадаги ҳажмини (ҚДҲ) катталиги билан мушак иши пайтида кислород истеъмоли ўртасида чизиқли боғлиқлик мавжуд. Beveqard В. S. Sherpherd J. T. тажрибаларда кўрсатишганки, қонни дақиқалик ҳажми (Q, л/дақиқа) горизонтал ҳолатда бажариладиган мушак иши пайтида кислород истеъмоли катталигига (V_{O_2} , л/дақиқа) боғлиқ ва $Q = 0,0661 \times V_{O_2} + 6,24$ тананинг ҳолатида эса $Q = 0,0057 \times V_{O_2} + 4,60$ 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 механизмининг 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 ҳажми ўзгаришларини анализи шуни кўрсатадики, у ўзининг максимумига енгил иш пайтидаёқ эришади ва иш қувватининг кейинчалик ортиши систолик ҳажмининг катталигига сезилари даражада таъсир кўрсатмайди.

Юракни турли қувватга эга иш режимига мослашиши асосан юрак қисқаришлари частотасининг ўзгариши ҳисобига амалга оширилади. Ўта оғир иш бажарилаётган вақтда юрак қисқаришлари частотаси кескин катталашади (тахикардия) ва қоннинг систолик ҳажми камая 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 тезлаштириши ҳисобига, машқ қилиб юрган одамларда эса систолик ҳажми ортиши ҳисобига содир бўлади. Юракнинг абсолют катталиги тана ўлчамларини катталашини билан ортади. Унинг нисбий катталиги тахминан бир хил ва тана массасининг 0,59 % ни ташкил қилади, яъни тана ўлчамларига боғлиқ 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 ўндан ҳам кичкина бўлиб, танаси вазнининг 0,2 % ни ташкил қилади. Бундан кейин чиқадики, кислородга бўлган эҳтиёжнинг турлилиги биринчи навбатда юрак қисқаришлари частотасига таъсир қилиши керак, чунки зарбли ҳажми юракнинг катталигига боғлиқ, ушбу қон ҳажмидаги ки-

слороднинг миқдори эса юрак катталикларига боғлиқ эмас.

Юрак қисқаришлари частотаси юрак ўлчамларига қарама—қарши боғлиқликда бўлади. Масалан, филнинг (оғирлиги 3 тонна) юрак қисқаришлари частотаси 1 дақиқада 25 марта урса, юмронқозиқда эса (оғирлиги 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 узоқ 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 му—собақаларида, ҳаттоки яхши машқ қилган спортчиларда ҳам систолик ҳажми катталаниши билан биргалиқда юрак қисқаришларининг ҳам тезлашиши аниқланади. Бу қоннинг дақиқалик ҳажмини жуда катта ортишини бел—гилайди ва бундан келиб чиққан ҳолда ишлаётган му—шакларни қон билан таъминланишини ҳам ортишини белгилайди, яъни уларнинг иш қобилиятини ортиши учун шароитлар яратилади.

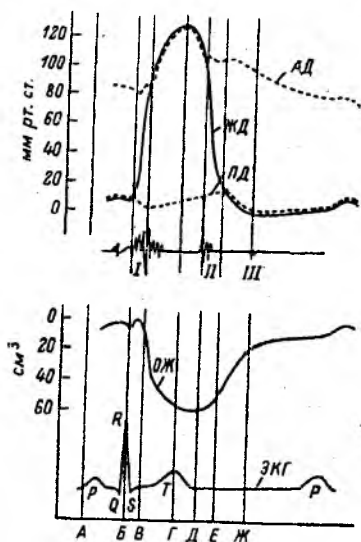
Юрак тўғрисида, организмда қоннинг оқшини жадаллигига боғлиқ бўлган аъзо сифатида гаширилганда, унинг ишини турли ҳайвонлар организмдаги алмашув жараёнларини жадаллигига боғлиқлигига ҳам эътибор қаратиш зарур. Қоидага биноан, майда ҳайвонлар, йирик ҳайвонларга нисбатан тана массасининг бирлигига нис—батан кислородни кўп истеъмол қиладилар ва шу са—бабли уларнинг юраклари кислород билан яхшироқ таъминланади. Агар, қоннинг кислородли сифими майда ва йирик ҳайвонларда тахминан бир хил эканлигини ҳисобга олсак, унда майда ҳайвонларнинг юраги қонни каттароқ тезликда ҳайдаши лозим. Бунга турли восита—лар орқали эришиш мумкин: қисқариш частоталарини

ва зарбли ҳажми кўпайтириш билан.

ЮРАК ЦИКЛИНИ ВАҚТ БЎЙИЧА ТАШКИЛЛАНИШИ

Юрак фаолиятининг бутун цикли умумий тасаввурда қисқариш (систолик) ва бўшашиш (диастолик) қисмдан иборат. Уларнинг ҳар бирини батафсил кўриб чиқиш, юракколди бўлмачалар ва меъдачаларни алоҳида қисқариш ва бўшашиш давлари ва фазаларини ажратиш имконини беради. «Даври» деганда систола ва диастоланинг асосий этаплари тушунилади. «Фаза» атамаси даврларнинг алоҳида қисмларини билдиради. «Интервал» атамаси фазалараро ҳолатларни тавсифлаш учун ишлатилади. Юрак циклининг фазали таҳлили, юрак бўшлиқлари ва йирик томирлардаги қон босими катталиклари кўрсаткичларини электрокардиограмма билан солиштириш асосида амалга оширилади (34—расм).

Расмда ҳарфлар билан белгиланган вертикал чизиклар юракнинг 5 та циклини алоҳида фазаларини вақтини чегаралайди ва А чизик юракколди бўлмачалар



Расм 34. Юрак фаолияти циклида юрак бўшлиқлари ва аортада қон босимининг ўзгаришлари.

АБ—артериал босим; ЧМБ—чап меъдачадаги босим; ЧЮББ—чап юракколди бўлмачадаги босим; I, II, III—юрак тонлари; МХ—меъдача ҳажми.

систоласининг бошланишини кўрсатади. У, меъдачалар систоласидан 0,1 с илгари бошланади ва маълум бир миқдордаги қон билан диастолик ҳажми тўлдиради.

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 (Б чизик). Бу фаза вақт жиҳатдан 0,05 с ни эгаллайди ва барча мушак толалари кўзгалиш 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 қувватланишнинг 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 суст ҳайдалиш фазаси дейилади (Г дан то Д гача). Тез ва суст 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 цик —

лининг шундай қисмини характерлайдики, у ўтадиган вақтда миокардда қисқариш жараёни амалга оширилади. У, ўз ичига кучланиш ва ҳайдалиш даврларини киригади. Механик систола ўз ичига фақатгина изометрик қисқариш ва ҳайдалиш фазасини киритади. У, умумий систоланинг шундай қисмига мос келадик, 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 ажраллади. Миокардни бўшашиши даври протодиастолик интервалдан бошланади. Унинг бошланиши миокарднинг бўшашини бошланиши билан тўғри келади ва яримойсимон клапанларни тўлиқ беркилиш моменти билан яқунланади. Интервалнинг давомийлиги 0,04 с. Миокарднинг бўшашиши меъдачаларда босимнинг пасайиши билан бирга ўтади ва у юраколди бўлмачалардаги босим даражасигача пасайгандан сўнг табақали клапанли очилади. Бу, изометрик бўшашиш фазасини яқунланганлигини билдиради (34—расмда Д дан то Е гача бўлган интервал). Табақали клапанлар очилгандан кейин ҳам яна бир қанча вақт миокарднинг бўшашиши давом этди. Меъдачаларнинг тўлиш даври диастоланинг энг давомли даври. У, меъдачалар тўлишининг тез (Е дан то Ж гача) ва суст (Ж дан то А гача) фазаларидан, юраколди бўлмачаларнинг систоласидан (А дан то Б гача) ва интерсистолик интервалдан иборат. Меъдачаларнинг тўлишини биринчи 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 меъдачаларни 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 ҳисобланмай —

ди. 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 диастола 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 гипертонияси 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 ИШЛАШИ ПАЙТИДАГИ МЕХАНИК ВА ТОВУШ ҲОДИСАЛАРИ

Юрак иши — механик, яъни юракнинг уриши товушли, яъни юрак тони кўринишидаги ҳодисалар билан бирга кузатилади. Юрак уриши, одамнинг кўкрак қафасини олдинги соҳасини юрак қисқариши пайтидаги титраши кўринишида намоён бўлади. У, 4—5 қовурғалараро бўшлиқда сезилади. Юрак уришини пайдо бўлишини

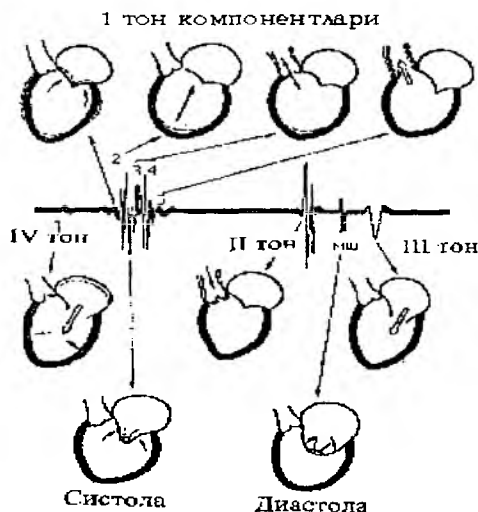
сабаби миокард қисқариши пайтида юрак шаклининг ўзгариши ва унинг зичлигини ортиши ҳисобланади. Меъдачалардан қоннинг ҳайдалиши ва уни йирик то—мирлар бўйлаб ҳаракатланиши тананинг барча қисмларини тебранишларини чақиради. Уларни, юрак қисқаришларининг кучи ва мувофиқлашганлигини ба—ҳоллаш мақсадида ёзиб олиш мумкин. Ушбу усул бали—стокардиография (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 очила—ётган ёки ёпилаётган клапанлар, қоннинг ҳаракатланиши миокарднинг ва қон томирлар деворининг тебранишлари чиқараётган шовқинлар ҳисобланади.

Юрак тонининг учта асосий категориялари фарқ—ланади: 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 ҳаммиша эшитилади, III ва IV тонлар ҳамма одамларда ҳам аниқланавермайди, кўпроқ график равишда (аускультация билан эмас) ёзиб олиб аниқланади (35—расм). Биринчи тон систоланинг бошланишида пайдо бўлади ва систолик тон деб аталади. У, юрак соҳасининг барча жойида эшитилади, айниқса 4—5 қовурғалараро 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 узоқроқ давом этади. Биринчи тонни графикали ёзиб олинганда, меъдачалар мушакларининг

қисқариши билан боғлиқ бўлган бошланғич 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 атриовенрикуляр клапанларнинг ёпилиши оқибатида пайдо бўлади. Биринчи тон, аорта ва ўпка артериясининг яримойсимон клапанларини очилиши, улар деворларининг тебраниши билан белгиланган паст амплитудали ва паст частотали тебранишлар билан тугайди.



Расм 35. Юрак тонлари. Рашир схемаси қўшимчалари билан.

Биринчи тон элементлари: 1—сегментолди—меъдачалар трансформацияси билан бирга ўтувчи бошланғич тебранишлар; 2— митрал (учкуспидал) клапанни кучланиши компоненти; 3—аортал (пульмонал) клапанни очилиши компоненти; 4—ҳайдаш компоненти—аортал, пульмонал; 5—сегментусти.

Биринчи тоннинг умумий давомийлиги, ёзиб олиш усули ва частотата диопазонига боғлиқ 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 компоненти камайиши кузатилади. Биринчи тоннинг амплитудаси миокарднинг қисқарувчанлигига ва атриовентрикуляр клапанларнинг табақаларини ҳолатига, яъни миокард ҳаракатининг амплитудасига боғлиқдир. Масалан, миокард меъдачалари жароҳатланганда, клапан табақалари бузилганда биринчи тоннинг амплитудалари пасаяди.

Электркардиограммада QRS мажмуасининг бошланишидан то биринчи тоннинг марказий қисмини бошланишига қадар бўлган масофани «Q - I» тон интервали ёки трансформация даври дейилади. Ушбу интервал меъдачаларни электрли қўзғалишини бошланиши ва қисқараётган меъдачалардаги ортиб борувчи босим патриовентрикуляр клапанларни ёпаётган вақт лаҳзаси билан чегараланган. Нормада «Q - I тон» интервалининг давомийлиги 0,04—0,06 с дан ошмайди. Ушбу вақтнинг ортиши юраколди бўлмачаларда босимни ортиши оқибатида атриовентрикуляр клапанларни ёпилишини кечикиши тўғрисида 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 қовурғалараро бўшлиқнинг чапида ва тўшнинг ўнгида баралла эшитилади. Иккинчи тоннинг келиб чиқиши яримойсимон аорта ва ўпка артериясининг клапанларини ёпилиши пайтида пайдо бўладиган тебранишлар билан боғлиқ. Ушбу товушлар иккинчи тоннинг асосий амплитудасини белгилайди.

Иккинчи тонда аорта ва ўпка компонентлари фарқланади. Аорталик тони бирозгина илгарироқ пайдо бўлади ва у, чап меъдача систоласининг эртароқ тугаши билан белгиланади. Унинг амплитудаси ўпка компонентианикидан катта ва фонокадиограммада улар алоҳида кўринади. Аускультация пайтида иккинчи тоннинг пар—

чаланиши эшитилади. Бу нормал физиологик ҳодиса бўлиб, болаларда ва айниқса лабил вегетатив асаб ти — зимига 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 боғлиқдир. Иккинчи тоннинг амплитудаси ярим ойсимон клапанларнинг ҳолатига ҳамда аортада ва ўшқа устундаги қоннинг босимига боғлиқ. Босим ошган пайтда клапанларнинг ёпилиши катта куч билан содир бўлади ва иккинчи тон кампонентларининг амплитудасини ортишига олиб келади.

Учунчи тон аускультация пайтида кучсиз, бўғиқ товуш сифатида қабул қилинади. Учунчи тон кўпчилик ҳолларда юракнинг тепасида яхшироқ аниқланади. Уни аниқланишига ва кучайишига жисмоний оғирлик кўмаклашади. Учунчи тонни пайдо бўлиши, мушак деворларини диастолада қон билан тўлиш пайтида уларни чўзилиши лаҳзасидаги тебранишлари билан боғлиқ. 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, соғлом одамларнинг 50—90 % да намоён бўлади. Уни қари ва ўрта ёшдаги одамларда пайдо бўлиши меъдачалар миокардини, уларнинг таранг — эластик хусусиятларини ўзгариши билан зарарланиши тўғрисида далолат беради. Тўртинчи тон юраколди бўлмачалар тони номини олган, чунки у юраколди бўлмачаларнинг қисқариши билан боғлиқ. 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 соғлом ёш одамлар фонокардиограммасида яхши ёзиб олинади. Тўртинчи тон учунчи тонга нисбатан айрим ҳоллардагина ёзиб олинади. Фонокардиограммада тўртинчи тон, ёзиб олинган электрокардиограм —

мада синхрон равишда Р типчанинг бошланишидан кейин 0,04–0,06 с ўтгач ёки пресистоланинг бошланиши кўрсатадиган биринчи тон бошланишидан 0,05 с илгари 1–2 паст частотали тебранишлар кўринишида намоён бўлади. Кўп ҳоларда аускультация пайтида тўртинчи тонни пайдо бўлиши юрак фалиятини бузилиши тўғрисида далолат беради.

ЮРАК ИШИНИ БОШҚАРИЛИШИ

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 кузатилса. Ушбу ўзгаришларга жавобан, юракнинг ўзида қоннинг кириб келиши ва чиқиб кетишидаги (ёки тескариси) номутоносибликни тартибга солувчи маълум бир жараёнлар содир бўлади. Ушбу ҳодисалар юракнинг ўзи томонидан белгиланганлиги туфайли улар ўз–ўзини бошқариш ёки аутобошқариш дейилади. Ўз–ўзини бошқаришни бошланишини асосий ҳаракатлантирувчиси юракнинг мушак толаларини хусусиятлари ҳисобланади. Уларда икки тур реакциялар: толалар узунлигини ўзгариши (гетерометрик) билан боғлиқ бўлган реакциялар ва боғлиқ бўлмаган (гемометрик) реакциялар фарқланади

Гетерометрик бошқарилиш.

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 боғлиқлигини хужайра механизларини ўрганиш, одатда юракдан узунасига кесиб олинган миокарднинг бўлакчаларини ва папилляр мушакларни турли даражада 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 тола—

сини чўзилиши имкониятининг маълум бир чегараси бўлиб, унда қисқаришнинг кучи ортади. Аста—секин шундай ҳолат юзага келадики, унда миокард толалари—нинг янада чўзилиши фаол кучланишнинг ортишига олиб келмайди ва ҳаттоки уни пасайиши ҳам кузатилади. Шундай қилиб, Франк—Старлинг қонунини қўйидагича ифодалаш мумкин: мушак қисқаришининг кучи ушбу мушакнинг қисқаришидан олдинги саркомери узунлигини функцияси ҳисобланади. Starling E. H. ай—рим тажрибалар вақтида шундай ҳолат юзага келадики, унда меъдачаларни дистолик тўлишини янада ортиши юрак қисқаришлари кучининг кучайишига эмас, балки пасайишига олиб келишини кўрсатган. Хакслининг сир—паниш назариясига биноан актин ва миозин иplarини бир—бирдан 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 тезлашини 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 юракколди 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 боғлиқлиги умумий, доимо намоён бўладиган қонуният ҳисобланади.

Гомеометрик бошқарилиш

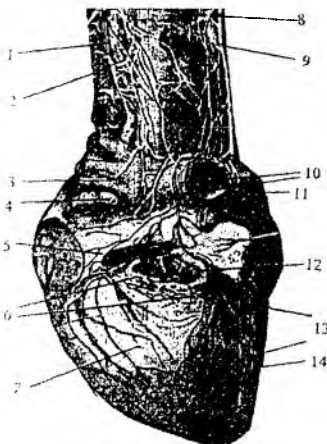
Толалар узунлигининг ўзгаришлари билан боғлиқ бўлмаган қисқарувчанликнинг ўзгаришларини гомеомет—

рик сифатида белгилашни илк бор Sarnoff S. J. таклиф қилган. Улар, аортада босимни ўзгариши (Анреп сама—раси) ва юрак қисқаришлари ритмининг ўзгаришлари (Боудич самараси) билан чақирилиши мумкин.

Ангер 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 узунлиги—ни оширади. Уларнинг кучланишини гемеометрик ор—тиши 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. Ангер G.V. самараси, аортада юқори босим сақланган пайтда бир—бирининг кетидан келадиган бир неча систолярнинг натижаси сифатида намоён бўлади. Демак у, олдинги қисқаришлар томонидан қолдириладиган оқибатларнинг йиғиндиси ҳисобланади. Шундай қилиб, Анреп самараси юрак ишининг адаптацияси механизмига гетерометрик сама—рани қўшилишини оқибати ҳисобланади, чунки бошла—нишида мушак толаларининг чўзилишини ортиши содир бўлади. Кейинчалик эса, кучайган қаршиликка қарамасдан ишлаётган юракда миокардиал толаларни, уларнинг иш шароитларини ўзгариши билан боғлиқ бўлган ҳолати ўзгаради, яъни аортада босимнинг ортиши коронар қон оқимини кучайишига ва тўқимадаги ал—машинувни ўзгаришига олиб келади. Бунда самара тўқималардан ҳужайра метаболизм маҳсулотларининг чиқиб кетишини кучайиши ва юқори босим таъсирида миокарднинг илгари фаолият кўрсатмаётган микроцир—куляр ўзани соҳаларининг очилиши натижасида чақирилиши мумкин. Бунга, миокард қатламларининг эн—докардга ёндош жойларида кислороднинг кучланишини

ортиши далолат бўлади. Лекин, қонни таркибида оксигемоглобин бўлмаган эритма билан алмаштирилса самара сақланади. Юқори босим таъсири остида миокардда қоннинг қайта тақсимланиши аввалом бор, хужайраларни илгари фаолият кўрсатмаётган капиллярлар соҳаларидаги метаболитлардан озод бўлишига кўмаклашади деган эҳтимол бор.

Гетеро-гомеометрик бошқариш жараёнлари ўзаро боғлиқ, лекин шу билан бирга мухторликка ҳам эгадир. Мускак толаларининг чўзилувчанлиги актин ва миозин толаларни ўзаро жойлашишини ўзгариши йўли билан ҳаракатланади. Лекин, қисқарувчанликни ўзгартириш қобилиятига эга бўлган бошқа омилар (хужайра мембраналарининг ўтказувчанлиги, Ca^{2+} 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 ҳажми кўпайтиради, аортада босимни оширади ва Анреп самарасини ишга туширади. Аортадаги босимни



Расм — 36. Юрак асаблари (олдинги томони) ўпка артерияси: 4—юқориги ковак вена; 5—аорта; 6—артериал конус соҳасидаги тугунли майдон, 7—ўнг меъдача; 8—чап симпатик устун; 9—чап адашган асаб; 10—чап юраколди бўлмачанинг ўрамини; 11—чап ўпка артерияси; 12—ўпка устун; 13—чап олдинги ўрам; 14— чап меъдача.

бирламчи ошишидаги қарама-қарши ҳолатда меъдачалар миокардининг иши кўпаяди ва миокард толалари чў-

зилишининг ўзгаришларига, яъни гетерометрик бошқаришни бошланишига олиб келади.

Юрак ишини асаб томонидан бошқарилиши

Юрак вегататив асаб тизимининг симпатик ва парасимпатик бўлимлари томонидан иннервацияланади. Симпатик асаб тизимнинг марказий бўлими орқа миянинг 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 ҳужайралари 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 X жуфти) жойлашган. Адашган асабларнинг преганглионар толалари, юракнинг деворларида, интрамурал ганглияларнинг нейронлари билан синаптик контактлар ҳосил қилиб тугайди. Кўпчилик ҳолларда, бундай нейроннинг ҳар бири битта парасимпантик аксон билан иннервацияланиб, унинг коллатераллари ҳужайра танасида 27 тагача синапслар ҳосил қилиб, унинг юзасини 3 % гача қоплайди. Синапслар терминал типида бўлиши мумкин, яъни бир–биридан авжралувчи ингичка шохчаларнинг охирлари кенгайиб тугунча–тугмача кўринишида ёки «тегиб турган» типини бўйича – ҳужайрани ўраб турган ингичка аксоннинг йўли бўйлаб кўп сонли (варикоз) кенгайган жойлар кўринишида бўлиши мумкин. Ушбу ҳосилаларда, таркибида ацетилхолин медиатори 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

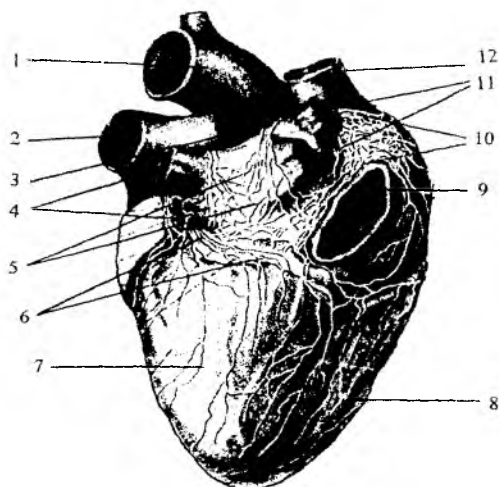
уларни ўзаро уланишлари билан характерланади. Синель – ников Р.Д. бўйича, иккита олдинги ва иккита кейинги ўрамлар фарқланади. Биттаси юраколди бўлмачаларнинг олдинги юза соҳасида, иккинчиси – чап юраколди бўл – мачанинг орқа юзасида жойлашган. Асаб толалари, ўзи – нинг жойлашган жойида эпикарднинг тагига кириб боради, чап ва ўнг юраколди бўлмачалар ва меъдачаларнинг юза – ларида шохланади, миокардга, эндокардга ва томирларга кириб боради (36 – 37 – расм).

Иккита олдинги ўрамларнинг тугунли майдони ар – териал конус соҳасида, кетинги ўнг – юқориги ва па – стки ковак веналар оралигида чап – асаб қатлами со – ҳасида жойлашган. Юраколди бўлмачаларнинг олдинги ва кетинги ўрамларини тугунли майдонлари унча катга эмас. Вегетатив асаблар ўтказувчи тизимнинг пейсме – керларини қўзғалувчанлигига таъсир кўрсатади. Шу билан бирга қисқаришнинг частотаси ва кучини, кардио – миоцитларнинг қўзғалувчанлиги ва ўтказувчанлигини ўз – гартиради. Частотага (хронотроп) (юнон. Chronos - вақт, tropos - йўналишлар) ва кучга таъсир қилиш (инотроп) (юнон. Inos - мушак, пай) деб номланган юрак қисқаришларининг 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 - югу – риш), юракнинг қўзғатувчанлигига таъсири – батмотроп (юнон. Bathmos - бўсаға, зина) сифатида белгиланади. Уларнинг ичида ҳам ижобий ва салбий самаралар фарқланади.

1921 йилда Loewi O. томонидан вегетатив толалар – нинг учларида медиаторларнинг микросекрецияси мавжуд бўлиши ва улар асиб импульсларини гуморал ўтказили – шини таъминлаши очилган. Чунки парасимпатик тола охирларида ацетилхолин, симпатик тола охирларида но – радреналин ажралади, биринчилари холинэргик, иккин – чилари 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 қўзғатиш, юракни денервация қилиш ва алоҳида асаблар фаолиятини фармакологик тўхтатиш ҳисобланади. Юрак асабларининг ва уларнинг медиаторларини таъсир кўрсатиш механизми ўтказувчи тизимнинг алоҳида толаларида ва ишчи миокардада микроэлектродли техникадан фойдаланган ҳолда ўрганилади.

Хронотроп таъсири. Парасимпатик асаб толаларини қўзғатган пайтда ёки синоаурикуляр — тугунга бевосита ацетилхолин билан таъсир қилинганда юрак

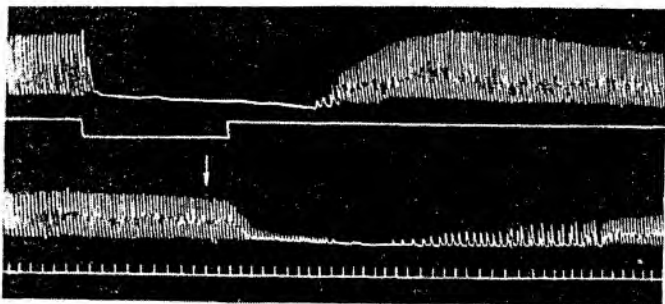


Расм 37. Юрак асаблари (дифрагмали юза) 1—аорта ёйи; 2—чап ўпка артерия; 3—ўнг ўпка артерия; 4—ўпка устуни; 5—чап ўпка веналари; 6—юраколди бўлмачаларнинг кетинги ўрамлари; 7—асаб тахлами; 8—ўнг меъдача; 9—юқориги кавок вена; 10—ўнг ўпка веналари; 11—ўнг юраколди бўлмачаларнинг ўрами; 12—пастки ковок вена; 13—ўнг меъдача.

қисқаришларини камайиши ёки вақтинчалик тўхташи, яъни салбий хронотроп самара кузатилади (38—расм).

Адашган асаб 5 с вақт ичида 1 марта частота билан қўзғатилган пайтдаёқ, электрокардиограммада юраколди

Бўлмачаларининг қисқаришлари фазаси 1,5 мартага узади, P—Q интервали эса 1,3 марта қисқаради. Ҳаракат потенциални микроэлектродли ёзиб олиш шуни кўрсатадики, ушбу самара, диастолик депполяризацияни ўтказувчи тизимнинг синоатриал тугунида секинлашиши билан боғлиқ ва шунинг учун мембрана потенциали кейинчалик бўсаға даражасига етади. Яъни адашган асаб, аввалам бор, реполяризация жараёнини ўзгартиради. Адашган асаб кучли қўзғатилган пайтда (200—250 гц) юрак тўхташи мумкин. Бу ҳолатда диастолик депполяризация йўқолади ва синоаурикуляр тугун ҳужайраларининг гиперполяризацияси башланади. Гиперполяризациянинг ривожланиши ушбу ҳужайраларнинг қўзғалувчанлигини пасайтиради ва навбатдаги қўзғалиш импульсини пайдо бўлишини қийинлаштиради. Адашган асаб қўзғатилган пайтда ритмни ўтказувчи тизимнинг бошқа қисмлари еки хаттоки Гис тутамларининг толалари ҳам ўз зиммасига олишлари мумкин.



Расм 38. Адашган асабнинг қўзғалишини қурбақа юрагига таъсири.

Юқориги эгри чизиқ — ажратиб олинган юрак қисқаришини ёзуви; эгри чизиқ остидаги белги юракка келаётган адашган асабнинг қўзғалишини кўрсатади. Пастки эгри чизиқ — иккинчи юракнинг қисқаришларини ёзуви. Стрелка билан кўрсатилган лаҳзада, қўзғалиш вақтида ўнг юракни озиклантириб турган суюқлик иккинчи юракка ўтказилган. Бу, юрак фаолиятини тормозланишини ҳам вужудга келтиради.

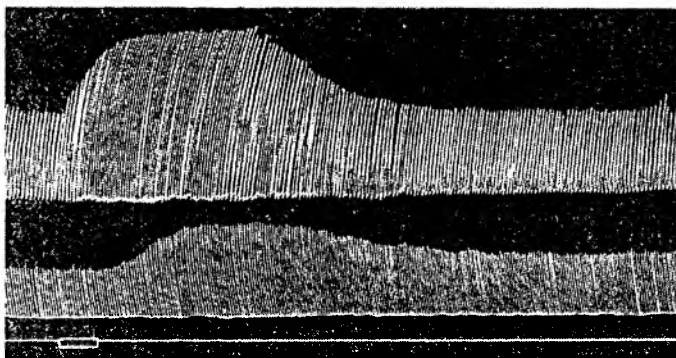
Хужайраларнинг қўзғалувчанлигини Фролькис В.В., аце – тилхолин таъсири остида ёки адашган асаб қўзғатилган пайтда миокардиал толаларнинг кутбланиш даражалари – ни ўзгариш механизмларини таҳлил қилиб, бунда, уларнинг мембраналарида калий ионларининг кирувчи ва чикувчи тоқларини ўтказувчанлигини ортиши муҳим аҳамиятга эга эканлигини кўрсатган. Хужайралараро бўшлиқда адашган асаб қўзғатилган пайтда калий кон – центрациясининг кўпайиши гиперполязациянинг ривож – ланишига, яъни синусли ритмни сўнишига кўмаклашади.

Юракнинг фаолиятига симпатик асаб тизимнинг таъсир кўрсатиш самараси, илк бор, 1866 йилда ака – ука Цион (Суон) 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 бўсага даражасигача кўтарилади (39 – расм). Сампатик асаблар юракнинг ўтказувчи тизимини барча бўлимларини автоматизмини оширади ва синоаурикуляр тугуннинг функцияси сусайтирилган пайтда яққинчи тартибли пейсмеркерлар ўз зиммасига ритм бошловчиси функциясини тезроқ олиши ва унинг самараси қанчалик таъсирли бўлиши ушбу асабларга боғлиқдир.

Симпатик асабни рағбатлантирилган пайтда юрак қисқаришларининг тезлашиши юрак уришларининг бирламчи ритмига боғлиқдир. Бирламчи ритм қанчалик кам бўлса, рағбатлантириш пайтида унинг тезлашиши шунчалик аниқ бўлади.

Симпатик толалар таъсири остида юрак қисқариш – ларининг тезлашиши норадреналин медиаторини ажра – лишига ва унинг постсинаптик мембранада адренорецеп – торлар билан ўзаро ҳамкорлик қилишига боғлиқ. Нати – жада, ритм бошловчиси бўлган хужайраларнинг бўсага потенциалини пасайиши ва диастолик деполяризация тезлигини ортиши кузатилади. Бу, потенциални критик даражага тез эришишга кўмаклашади ва бунда, ритм бошловчисининг тўқималарида тарқалувчи қўзғалиш ҳосил бўлади. Симпатик таъсирлар пайтида суст деполяризацияни тезлашиши хужайра мембранасини натрий учун ўтказув – чанлигини ортиши ва калий учун уни камайиши билан

боғлиқ. Симпатик асаб толалари юракоқди бўлмачалар ва меъдачаларнинг миокардларида сершоҳланган бўлади. Симпатикларда ажраладиган норадренамин ацетилхолинга нисбатан секин парчаланеди ва хужайралараро бўшлиқ бўйлаб диффузия қилиши ва хаттоки қонга ўтиши ҳам мумкин. Шунинг учун адренэргик таъсирлар нисбатан узоқ давом этади ва симпатик рағбатлантиришдан кейин яна бир неча ўн секунд сақланади.



Расм 39. Симпатик асабнинг қўзғатилишини қурбақанинг юрагига таъсири

Пастки чизиқда, ажратиб олинган юракка келаётган симпатик асабни белгиланган лаҳзада қўзғатиш амалга оширилган. Бу, юрак қисқаришларини кескин кучайишини ва тезлашинишни чақиради (юқоридаги эгри чизиқ). Рингер суюқлиги билан юракни қўзғатилганда унда норадреналин бўлади ва қўзғатувчини таъсир кўрсатилмаган иккинчи юракка таъсири пайтида симпатик асабни қўзғатишига ўхшаш самара чақиради (пастки эгри чизиқ).

Инотроп таъсир. Юрак ритмининг ўзгаришлари ўз-ўзидан қисқаришлар кучига сезиларли таъсир кўрсатади, лекин, бундан ташқари, юрак асаблари бевосита қисқарувчанликка таъсир кўрсатиши мумкин. Адашган асаб-

лар таъсири остида юраколди бўлмачаларнинг қисқаришлари кучи камаяди, 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 юра — колди бўлмачаларникига қараганда камроқ даражада на — моён бўлади.

В.В. Фролькиснинг маълумотларига кўра, холинэргик медиатор нафақат постсинаптик мембранага, балки ҳужайра ичидаги метаболизмга ҳам таъсир қилади. У, кар — диомиоцитларнинг қисқариш кучига қуйидаги механизм: ҳужайра мембаранаси — холинорецептор — ионли ток — ларнинг ҳаракати — толаларнинг қисқарувчанлик қобилияти бўйича таъсир қилиши мумкин. Бундан ташқари, ҳужайра ичидаги ацетилхолин кардиомиоцит — ларнинг қисқарувчи оқсиллари хусусиятларига тўғридан — тўғри таъсир кўрсатиши мумкин, масалан, миозинни АТФ фаолигини ўзгартириши орқали. Ушбу фаолият ацетилхолиннинг кичик дозаларида рағбатлантирилади ва катта дозаларида эса аксинча су — сайтирилади. Симпатик асаб толалари қўзғатилган пайтда икки хил самара: қисқаришларнинг кучайиши ва тезлаши — ши кузатилади. Ижобий инотроп самара қисқаришларнинг кучайишида, ўпка артериясида, юраколди бўлмачалар ва меъдачалар аортасидаги босимнинг ортишида намоён бўлади. Изометрик қисқариш фазаси, ҳайдаш фазаси қисқаради ва анча тез бўшашиш кузатилади. Юрак симпатик рағбатлантирилган пайтда диастоланинг даво — мийлиги узаяди ва бу, меъдачаларни кўпроқ диастолик тўлишига кўмаклашади. Венде W. ва бошқалар (Фролькис В. В. бўйича келтирилган) симпатик асабларни максимал қўзғатиш юрак қисқаришларнинг кучини 60—70 % га кўпайтирса, уларни сўндириш эса 10—20 % га камайти — ради. Симпатик рағбатлантириш пайтида Франк — Старлин боғлиқлиги кучлироқ намоён бўлади. Электро — кардиограм мада P—Q интервал қисқаради, бу ҳол юра — колди бўлмача — меъдачали ўтказишнинг тезлигини ку — чайиши тўғрисида далолат беради. Ушбу барча ўзгариш —

лар юрак қисқаришларни тезлашиши билан боғлиқ эмас.

Миокардни қисқарувчанлик имкониятларини кучай— иши, адренэргик таъсир алоҳида кардиомиоцитларнинг қисқаришини синхронлаштириши билан ҳам белгиланади.

Дромотроп таъсир. Нормада, юрак асаблари, кўзга— лишни ўтказилишига фақат АВ—тугун соҳасигина таъсир кўрсатади. Симпатик асаблар атриовентрикуляр ўтка— зишни рағбатлантиради ва шу туфайли юракоқди бўлма— чалари ва меъдачаларнинг қисқаришлари ўртасидаги ин— тервални қисқартиради — ижобий дромотроп. Адашган асабнинг (айниқса, чап томондагисининг) таъсири остида эса атриовентрикуляр ушланиш асаб импульсини ўтка— зишни тўлиқ блокада бўлишига қадар катталашади, яъни салбий атриовентрикуляр самара кузатилади. Вегетатив асаб тизимининг ва унинг медиаторларини бундай таъсирлари АВ—тугун ҳужайраларининг алоҳида хусусият— лари билан тушунтирилади: диастоладаги мембрана по— тенциали ва ҳаракат потенциални ортиш тезлиги, юра— коқди бўлмачалар миокардининг ва меъдачалар ўтказув— чи тизимининг ҳужайраларидагига нисбатан уларда па— строқ бўлади. АВ— тугун ҳужайраларининг ҳаракат по— тенциалини ортиши тезлиги адашган асаблар таъсири остида пасаяди ва симпатик асаблар таъсири остида эса кучаяди. Ўтказиш тезлиги ҳаракат потенциални ортиши— нинг кескинлиги билан боғлиқ бўлганлиги учун, унинг ўзгаришлари ўтказувчанликда ўз аксини топади. Кўп сонли маълумотлар далолат берадики, АВ—тугун ҳужай— раларида тез кирувчи натрийли ток паст тинчлик по— тенциали туфайли инактивация қилинган. Шу туфайли, ушбу ҳужайралардаги ҳаракат потенциалининг кўтари— лувчи фазаси кальцийнинг суст кирувчи токи билан белгиланади. Эҳтимол, вегетатив тизим медиаторларининг потенциални ортиши тезлигига таъсири уларни ки— рувчи кальций токига таъсири билан боғлиқ. Ишчи миокард толалари юқори тинчлик потенциалига эга ва улардаги ҳаракат потенциални натрийнинг тез кириши билан бошланади. Бундан келиб чиққан ҳолда, вегетатив асаблар ёки уларнинг медиаторлари ушбу толаларда ҳаракат потенциални ортиши тезлигига тўғридан—тўғри таъсир кўрсатишганини тасаввур қилиш қийин. Шу би—

лан бирга, адашган асаблар таъсири остида юраколди бўлмачалари миокарди хужайраларининг тинчлик потенциалли бирмунча катталашади, бу ҳаракат потенциалнинг кўтарилишини иккиламчи тезлашиши билан бирга содир бўлади.

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.

АДАШГАН ВА СИМПАТИК АСАБЛАР МАРКАЗЛАРИНИНГ ТОНУСИ

Кўпчилик сут эмизувчилар ва инсонда ҳам, юрак меъдачаларининг фаолияти фақат симпатик асаб тизими томонидан назорат қилинади. Юраколди бўлмачалар ва айниқса, 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 туради. Айниқса, аорта ёйидан ва каротид синусдан ке--

ладиган 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 кўтарилди, 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 қоңда ҳисобланмайди. Масалан, кучланмасдан иш бажариш пайтида вагусли тонусни сусайиши доминанта ролини ўйнайди ва симпатик таъсирнинг кучайиши содир бўлмайди. Лекин, Бейнбридж рефлекси пайтида (ўнг юраккоди 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 шоҳчалари ҳосил қилган нейронлар орасида 80% мия устунининг пастки қисмини кўзғатилишига 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 фасллигини 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 самардорлигини ошишига кўмаклашади. Қисқариш частоталарининг сусайиши диастолани узайишига, юрак бўшлиқларини қон билан тўлдирилиши зарбли ҳажмни кучайишига олиб келади. Тажрибада, бир вақтда кўзғалишнинг самарасини вегетатив асабларни қурбақа фаолиятига 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 кўзғатиш кучи таъсирида юракнинг тўхташи) ўзгариши кўринишида намоён бўлади. Лекин, бу пайтда, агар кўзғатиш давом эттирилса, унда «юракни вагус таъсиридан қочиши» самарасини кузатиш мумкин, чунки симпатик асабни кўзғалиш 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 сабабларидан бири сифатида миокард холинорецепторларининг сезгирлигини пасайиши диққатга сазовардир, яъни уларни медиаторларга энгил адаптацияси оқибатида узоқ муддат қўзғатилганда унинг самараси йўқолади. Ундан ташқари, ушбу ҳодисанинг сабабларидан 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. Удельновнинг лабораториясида, масалан, вагусли иннервация тоник қўзғалишнинг симпатик самарасини пасайтириши ва бунда тормозловчи таъсир кучи бўлиши аниқланган. Шу билан бирга, юрак ишини фаоллашуви пайтида вагусли тонуснинг сусайиши адренэргик таъсирларни бирмунча тезлашишига кўмаклашиши ҳам мумкин. Лекин, вагусли таъсирнинг тескари самараси борлиги ҳам кўрсатилган, яъни бу ҳол, айрим маълумотларга кўра, ацетилхолинни ажралиб чиқиши норадреналинни ажратилишига кўмаклашиши ёки унинг қайтар ташилишини симпатик асаб толаларининг терминаллари томонидан камайтириши мумкин.

ЮРАК ФАОЛИЯТИНИ БОШҚАРИШНИНГ МЕДИАТОР ВА ГУМОРАЛ МЕХАНИЗМЛАРИ

Юрак фаолиятини симпатик ва парасимпатик назарот қилишнинг медиаторли механизлари, нейромедиаторлар бўлмиш норадреналин ва ацетилхолинни юрак ичидаги ганглияларни ёки миокардиал ҳужайраларни нейронларининг мембранасидаги ўзига хос рецепторлари билан ўзаро ҳамкорлик қилишига асосланган. Юрак ишини бошқаришда буйракусти беши мағизининг гармонлари – катехоламинлар (адреналин ва норадреналин) ҳам муҳим аҳамиятга эга. Улар қонга келиб тушганда, симпатик

асаб тизими кўзгатиладиган самаралар (юрак қисқаришлари ритмининг тезлашиши ва амплитуданинг катталлашиши) кузатилади. Нормал шароитларда норад – реналин адреналинга нисбатан кам миқдорда ажралади ва шу туфайли, одатда адреналиннинг самараси тўғрисида гап юритилади. Адреналин ва норадреналин миокарднинг бета – адренорецепторлари билан ўзаро ҳамкорлик қилади ва бунинг оқибатида АТФ ни циклик аденозинмонофосфатга (цАМФ) айланишини катализловчи аденилатциклаза энзимининг фаолашуви содир бўлади. цАМФ миқдорининг кўпайиши, АТФ нинг фосфати ҳи – собига кардиоцитларнинг оқсилани каталитик фосфо – рилланишини амалга оширувчи протеинкиназалар тўп – ламини фаоллашувига олиб келади. Оқсилларнинг фос – форилланиши 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 жа – раёнларида 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 парча – ланишига ва қисқарувчи кардиоцитлар учун энергия бўлиб хизмат қилувчи глюкозани ҳосил бўлишига кў – маклашади. Иккинчи томондан, ҳужайра мембраналари – ни кальций ионлари учун ўтказувчанлигини ва каль – цийни ҳужайра ичидаги деподан озод бўлишини ку – чайтиради. Натижада, миокарднинг кўзғалиши ва қисқаришини электромеханик ҳамкорликдаги жараёнлари ривожланади. Суст кўтарилувчи кальций токини ўсиши ва ҳаракат потенциалини «плато» фазасини давомийли – гини кўпайиши ёзиб олинади. Натижада, миокарднинг қисқарувчанлиги ортади, яъни ижобий инотроп самара кузатилади.

Катехоламинларнинг ижобий хронотроп таъсирида цАМФ нинг иштирок этиши исботланган. Каламуш юрагининг тўқималари ҳужайраларидан тайёрланган культурада цАМФ ($10^6 - 10^5$ г мол/л) юрак қисқаришлари частотасини тез ва турғун оширади (Krause D.G. et all.). Пуркинъе 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.

Барабанов С. В, Евлахов В.И. ва бошқаларнинг маълумотига кўра, миокард ҳужайралари юзасидаги бета-рецепторларнинг миқдори кўпчилик омилларга боғлиқ ҳолда ўзгариши мумкин. Хусусан, симпатик асаб тизими фаоллиги даражаси ошган ёки қонда катехоламинлар (адреналин, норадреналин, дафамин) миқдори кўпайган пайтда бета-рецепторларнинг сони камаяди, аксинча ҳолатда эса кўпаяди. Қалқонсимон безнинг гормонлари (айниқса, тироксин) ва буйрақусти безларининг гармони (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 юракколди 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 боғлиқ бўлмаган ҳолда (медиагатор сифатида ёки апликация пайтида кимёвий модда сифатида), синусли тугун ҳужайралари ҳаракат потенциалнинг пасайиши, тиңчлик потенциални ошиши, ҳаракат потенциали амплитудасини пасайиши кузатилади. Қўзғалиш кучининг ортиши ёки ацетилхолин миқдори кўп бўлган апликация пайтида ҳужайраларнинг гиперполяризацияси 20–30 мВга ривожланади. Бунда ҳаракат потенциали ривожланмайди ва юрак тўхтади.

Юраколди бўламачалар ишчи миокардининг қисқа-ривчанлиги унга парасимпатик толалар бўйлаб импульслар келиб тушган пайтида пасаяди. Бу, кардиомиоцитлар ҳаракат потенциалнинг давомийлигини юраколди бўламачаларнинг рефрактерли даврини камайиши ҳисобига қисқаришида намоён бўлади.

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

Ацетилхолин М-холинорецепторлар билан ҳамкорликда ингибирловчи гуаниннуклеотиднинг фаоллигини кучайтиради ва у аденилатциклаза фаоллигини пасайтириб, гуаниннатциклазани фаоллигини эса аксинча кучайтиради. Охиргиси гуанозинтрифосфатни (ГТФ) циклик гуанозинмонофосфатга (цГМФ) ўтказди. Ҳужайра ичида цГМФ миқдорининг ортиши ацетилхолинга боғлиқ калийли каналларни фаоллашувига ва калий ионларининг кичирувчи токини ортишига олиб келади. Бу билан, мбраналарда пайдо бўлган гиперполяризация ҳолатини тунтириш мумкин, ушбу ҳолат бундай ҳужайраларда ихтисослашмаган толалардагига нисбатан кучли намоён

бўлади. Калийли ўтказувчанликни ортиши билан юра – колди бўлмачалар толаларининг ҳаракат потенциалини қисқариши, қисқариш кучини пасайиши, уларни спонтон диастолик деполяризацияси тезлигини камайиши ва юрак қисқаришлари частотасини камайишига ҳам боғлиқдир.

Ацетилхолинни ва адашган асаб бўйлаб юрувчи импульсларнинг гиперполяризацияловчи самараси, тўқиманинг мембранали потенциалли калий ионлар учун мувозанат потенциалига нисбатан қанчалик таъсир кўрсатиши билан аниқланади. Мембрана потенциалли калийли мувозанат потенциалидан 10–20 мВ ортиқ бўлган синоаурикуляр тугун толаларида гиперполяризация кучли намоён бўлади. Бунга тескари ҳолда юраколди бўлмачаларининг ихтисослашмаган толаларини мембранали потенциалли 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 ҳужайрага киришини камайиши билан боғлиқ бўлса керак деб ўйлашган. Ацетилхолин томонидан чақирилган калийли ўтказувчанликни ортиши толанинг реполяризациясини тезлаштириб ва мембрана потенциаллини кўпайтириб, кирувчи 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 қўзғалиши 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 қўзғатилган 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 гармонлар ва катехоламинлар таъсири остида юрак фаолиятидаги функционал ўзгаришларнинг ўхшашлиги 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 рағбатланиши ёки адренорецепторларнинг сенсibiliлашуви кузатилмайди. Ундан ташқари, юрак мушагининг папилляр мушакларини қисқариш функциясини кўтарилиши, тўқималарни катехоламинлардан тўлиқ озод бўлиши шароитида тиреоид гормонларнинг таъсири остида ёзиб олинади.

Тиреоид гормонлар таъсирининг самараси ваготомия пайтида кузатиладиган ўзгаришга ўхшашдир. Бундан ташқари, гипертиреоз бўлган ҳайвонларда адашган асабларни қўзғатиш, назарат гуруҳидаги ҳайвонларни кига 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. Тиреотоксикоз пайтида ва адашган асаб бўйлаб импульслар кучайганда ҳам тахикардия бўлади. Тиреоид гормонларнинг ортиқча бўлиши ҳужайра мембраналарига

қутбсизлантирадиган таъсир кўрсатади. Юрак мушаги ташқаридан киритилган тироксин ва трийодтиронинни жуда тез тўплайди, бунда, улар энг кўп миқдорда юракнинг ўтказувчи тизими элементларида топилади. Тиреоид гормонлар миозинда АТФазани фаоллаштиради деган маълумотлар мавжуд. Ушбу маълумотлар катта қизиқиш уйғотади, чунки гормонларнинг ушбу хусуси — ятлари, қалқонсимон без гормонларининг ижобий хроно — троп самарасини ривожлантириш механизми тушунти — ришга бевосита алоқадордир.

Барабанов С.В., Кельман Я. ва бошқалар, тиреоид гормонларни таъсир қилиш механизмини, 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 ошири — шида қатнашишидан далолат беради. Ушбу гормонлар ҳаддан ташқари кўпайганда (тиреотоксикоз), қайдага кў — ра, тахикардия юзага келади, юрак ритми бузилади, аритмияда кўпинча миокардда дистрофия ривожланади (тиреотоксик юрак).

Юрак фаолиятини гуморал бошқариш механизmidан тиреоид гормонларнинг кенг спектрли таъсирини олиб ташлаш эҳтимол мумкин бўлмаса керак. Уларнинг асосий самаралари турли алмашинув жараёнларига таъсир қилишдан иборат. Уларнинг таъсири энзимларни ин — дукция қилиш ва митохондрия энзимларини фаоллаш — тириш йўли билан амалга оширилади. Бу ҳол, оқсил синтезини, ёғлар ва углеводларни оксидланиб парчала — нишини кўпайтиради. Минераллар алмашинувида, хусусан, ҳужайра ташқарисидаги ва ичкарасидаги муҳит ўрта — сида электролитлар градиентини сақланишида уларнинг роли борлиги исботланган. Тиреоид гормонларни, мио — карднинг қисқарувчи оқсилларини электромеханик ҳам — корлиги учун зарур бўлган кальций алмашинувида роли борлиги кўрсатилган.

Юрак фаолиятига буйракусти безининг кортико – стероид гармонларини таъсири носпецифик ҳисобланади, чунки у, глюко – ва минералокортикоидларнинг самараси билан боғлиқдир. Глюкокортикоидлар, катехоламинлар – нинг таъсирини, уларга бета – адренорецепторларни сезувчанлигини ошириш йўли билан кучайтиради. Минералокортикоидлар 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 ҳужайраларо бўшлиқда кўпайиши пайтида тинчлик потенциалини пасайиши кузатилади. Бу эса калий концентроцияси градиентини камайишига ва мембраналарни калий учун ўтказувчанлигини ортишига (ацетилхолинни юракдаги бўлмачалар миокардига таъсири пайтидаги каби) олиб келади. Калий ионлари миқдорини (то 8 ммоль/л гача) икки марта ортиши қўзғалувчанликни ва импульсларни ўтказиш тезлигини ортиши билан бирга содир бўладиган аҳамиятсиз даражадаги деполяризациясига олиб келади. Калий концентрациясини анча кўпроқ ортиши пайтида қўзғалувчанлик, ўтказувчанлик тезлиги ва ҳаракат потенциалининг давомийлиги пасаяди. Бунинг натижасида қисқарувчанлик камаяди ва синоаурикуляр тугун ритмининг етакчиси сифатида фаолият қилишдан тўхтайдди. 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 қўзғалиши ва қисқаришини электромеханик туташтириш (бириктириш) бирлиги учун зарур. Улар, ҳаракат потенциалининг таъсири остида саркоплазматик тўрдан чиқадилар ва бошқарувчи кальций, яъни реактив оқсил тропонин с (TR – с) билан бирикишади. Натижада, миозиннинг кўндаланг кўпикчаларини АТФ азали фаоллиги ортади ва бу. актиомиозинли мажмуани ҳосил бўлишини ва мушаклар қисқаришини таъминлайди. Шунинг учун, қонда кальций

концентрациясини ортиши юрак қиқаришларини кучи ва частотасини ортишини рағбатлантиради (норадреналин таъсир этган пайтдагидек).

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

ЮРАК ФАОЛИЯТИНИ РЕФЛЕКТОРЛИ БОШҚАРИЛИШИ

Юрак фаолиятини рефлекторли бошқаришда узун — чоқ ва орқа миялар ҳамда оралиқ миянинг гипоталамик соҳаси катта яримшарларнинг мотор ва премотор соҳалари ҳам қатнашади. Марказий асаб тизимига импульслар юракнинг барча бўлимларидаги туташ томирлар ва магистрал томирларнинг рефлексогон соҳаларидаги рецепторлардан келади.

Ўтган асрда Dogiel A.S. томонидан юракда юза бирлигига, бошқа аъзолардагига нисбатан кўп рецепторлар тўғри келиши топилган.

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

Юрак рецепторларидан келувчи афферент адашган толаларнинг ва яқин жойлашган томирларнинг рефлексоген соҳаларининг бир қисми уларни узунчоқ мия билан боғлайди. Уларнинг бошқа қисми, кўрсатилган рецепторларни орқа мия билан боғлайди. Толалар, орқа мияни орқа томонидаги илдизчалари таркибида биринчисидан то еттинчи кўкрак сегментларигача ўтади.

Юраколди бўлмачаларнинг якка парасимпатик толаларидан ажратилган: бета — рецепторлар, пассив чўзилиш жавоб беради ва альфа — рецепторлар, миокарднинг фаол кучланишига реакция қилади. Альфа — рецепторлардан келувчи импульслар юраколди бўлмачалар систола — сига 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 юракколди бўлмачаларнинг систоласидаги босимга пропорционалдир. Юракколди бўлмачаларининг бета-рецепторларидан чиқадиган импульслар, унинг диастола фазасида пайдо бўлади. Бета-механорецепторлар юракколди бўлмачалари қон билан тўлганда, уларни пассив чўзилишига реакция қилади. Юракколди бўлмачаларнинг бета-рецепторли соҳасидан келувчи импульслар частотаси ва уларни қон билан тўлишининг катталиги ўртасида бевосита боғлиқлик мавжудлиги топишган. 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 юракколди бўлмачалардагига нисбатан кам. Механорецепторлар меъдачалар эндокардида, аортанинг ва ўпка артериясининг ёнида жойлашган. Рецепторларининг 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 рағбатлантирилади. 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 топишган. Ушбу рецепторларнинг фаоллиги меъдачаларнинг систоласига синхрон бўлади ва миокардни қисқаришини кучайиши пайтида ортади.

Афферент импульслари симпатик устунлардан ёзиб олинадиган рецепторлар юракколди бўлмачаларнинг ва

айрим ҳолларда меъдачаларнинг юзасида жойлашган бўлади. Улар айниқса, чап коронар артерия, аортанинг кўкрак қисми, ўпка артериясининг устуниди, ўпка вена — лари, перикард ва плевра соҳаларида кўп.

Рецепторлар, юраколди бўлмачалар ва меъдача — лардаги босимни ҳар бир кўпайиши ёки камайишида коронар артериялар тонусини ўзгаришида фаоллашади. Ипульслар, юраколди бўлмачаларининг систоласи ва диастоласига, меъдачаларнинг систоласига синхрон бў — лади. Уларни ортиши ёки камайиши коронар артерия — ларни 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 аф — ферент толалар импульсларининг сони ва частотаси меъдачалардаги максимал босим катталигига тўғри про — порционал эканлиги кўрсатилган. Худди шундай боғлиқлик, коронар артериянинг рецепторларини фаол — лиги билан улардаги босим ўртасида ҳам топилган.

Юрак ишидаги рефлекторли ўзгаришлар, аортанинг бошланғич бўлимида ва умумий уйқу артериясини ташқи ва ички қисмларга шохланган соҳаларида жой — лашган рецепторларни қўзғалиши пайтида ҳам пайдо бўлади. Умумий уйқу артериясини бўлиниш жойида кенгайган қисмини каротид синус (*sinus caroticus*) ёки уйқу синуси деб аталади. Юрак — томир тизимининг ре — цепторлар 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 тарки — бида узунчоқ мияга киради.

Аортал рефлексоген соҳа — бу барорецепторлар ва хеморецепторларни аорта ёйида ва унинг параганглияла — ри атрофида тўпланган жойидир. Ушбу соҳанинг асо — сий афферент асаби депрессор (аортал) асаб ҳисобла — нади. Ушбу асабни ҳосил қиладиган нейронларнинг та — наси узунчоқ мияда адашган асабнинг ганглияларида жойлашган. Аортани рефлексоген соҳасининг афферент

иннервацияси орқа миyanинг юқори кўкрак сегментлари -- даги орқамия толаларини ҳам ўз ичига олади. Аорта -- даги ва синокаратиддаги соҳалар ўхшашдир, аммо охир -- гисининг қўзғалиш бўсағаси анча паст.

Рефлексоген соҳаларнинг механорецепторлари то -- мирлар деворининг чўзилиши учун қўзғатувчи бўлиб хи -- собланади ва қон босимини ошишида хизмат қилади. Бо -- симнинг ўзи механорецепторларга қўзғатувчи 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 тўхтайдди. Шундай қилиб, аорта ва каротид соҳаларнинг афферентларида импульсларнинг частотаси ва умумий қувват, маълум бир даражада бир -- бирига қарам бўл -- маган омилларга: артериал босимни систолик ошишининг катталигига, уни ортиб бориш тезлигига ва артерия -- лардаги ўртача босим даражасига боғлиқ. Аорта ёйида ва каротид синусда қон оқимининг ортиши ушбу со -- ҳаларнинг рецепторларини рағбатлантиради ва рефлек -- тор йўл билан томирларни кенгайтириши ва брадикардияни тезлаштиради. Қон оқимининг камайиши ва бо -- симнинг пасайиши аорта ёйининг рецепторларини ва каротид синусни рағбатланиши орқали чақирилиши мумкин. Артериал босимнинг пасайиши томирлар то -- нусини рефлекторли ортишини ва тахикардияни ву -- жудга 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 синус -- ларни чўзилувчанлигини ўзгартириб у жойдаги механоре -- цепторларнинг 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 ке -- ладиган импульслари узунчоқ миёга ўтади ва адашган

асаб ганглияларининг нейронларини ва орқа мияга тушувчи толаларни ҳамда симпатик преганглионар марказларда таъсир кўрсатувчи нейронларни қўзғатади. Шундай қилиб, аортанинг механорецепторлари ва коротид синусдан келаётган импульслар юракни тормозловчи вагус нейронларини тоник қўзғалишини шакллантиришда қатнашади ва спинал вазоматарли симпатик нейронларни бирозгина тормозлайди.

Артериал босим пасайган пайтда юқорида айтилган соҳаларнинг рецепторларини рағбатлантириш 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 каротид 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 оғир 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 кислотанинг кучланишига сезгирлиги жуда юқори, аммо карбонат ангидрид газининг кучланишига ва уларни юиб турган қондаги водород ионларининг концентрациясига сезгирлиги анча паст. И.С. Бреславнинг умумлаштирувчи маълумотларига кўра қонда кислород миқдорини камайишини ёрқин намоён бўлишининг бир кўриниши юрак қисқаришларини тезлаштириш ҳисобланади ва у, артериал қонни кислорад билан тўйинишини пасайишига чиқарилишда боғлиқликда бўлади. Кислородга бой газ аралаш—

масини нафас орқали олиш юрак уришларини су- сайишига олиб келади.

Организмни гипоксия шароитларига мослашувини ўрганишга бағишланган кўп сонли тадқиқотлар, юрак- томир тизимини функционал ҳолатини ўзгаришлари иккиламчи эканлигидан далолат беради, чунки улар на- фас олишни тезлашишига олиб келади. Ўпка вентилля- циясини ортиши ҳам рефлексоген соҳаларнинг хеморе- цепторларини ва тезлашган нафас олиш фонида ўпкани чўзилиш рецепторларидан келувчи эфферент импульс- ларнинг фаоллашуви билан боғлиқ. 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 сези- ларли бўлмаслиги тажрибада исботланган. И.С. Бреслов, ҳарижий муаллифлар Daly J., de Burgh, Daly M. de Burgh маълумотларига асосланган ҳолда, аортал ва синокаротид соҳалар хеморецепторларидан келадиган рефлекслар ўр- тасида сифат жиҳатидан фарқлар мавжудлигини кўрсат- ди. Каротид соҳа рағбатлантирилган пайтда брадикардия, аорта хеморецепторлар рағбатлантирилганда эса — типик тахикардия ўпка томирлари тизимининг қаршилигини ортиши билан бирга ривожланади.

Юрак фаолиятини рефлекторли бошқаришга бирга- ликда содир бўлувчи кардиал рефлекслар ҳам киради. Улар, рефлексоген соҳаларни кўзғатилишига жавобан пайдо бўлиб, қон айланишини бошқаришда бевосита иштирок этмайдилар. Мисол тариқасида Гольтц рефлекс- сини (Holtz F.L.) келтириш мумкин. Қорин бўшлиғини ин- терорецепторларини (Гольтц тажрибаларида қурбақанинг ичаги ва меъдаси жойлашган соҳага зарба бериш) кўзғатиш, юрак қисқаришлари частотасини, токи юрак фаолиятини тўхтатишига қадар, рефлекторли пасайишга олиб келади. Ушбу рефлекснинг марказга интилувчи йўллари меъда рецепторларидан келади ёки ичакнинг ре- цепторларидан чаноқ асаби бўйлаб орқа миёга боради ва

узунчоқ миядаги адашган асаб ядроларигача етиб бора — ди. Бу ердан, юракка борувчи адашган асаблар ҳосил қилган рефлексларнинг марказдан узоқлашувчи йўллари бошланади. Юрак фаолиятини ўхшаш ўзгаришлари айрим экстрорецепторлар қўзғатилган пайтда содир бўлади. Юракни рефлекторли тўхташи қорин соҳасидаги териси кескин совутилган пайтда кузатилиши мумкин.

Юрак фаолиятининг секинлашишини ва артериал босимнинг пасайишини Данини — Ашнернинг соматовис — церал кардиал рефлексда кузатиш мумкин (Dagnini G., Aschner B.). Кўз косаси босилган пайтда, қисқа муддатта юрак қисқаришлари частотасини дақиқада 10 — 20 уриш — гача камайиши кузатилади. Ушбу рефлексда эфферент звеноинг ролини адашган асаблар ўйнайди. Данини — Ашнер рефлекси клиникада беморлардаги тахикардияни тўхтатиш учун қўлланилади. Бир қатор кардиал реф — лекслар, амалий тиббиётда, вегетатив асаб тизимининг ҳолати тўғрисида фикр юритиш учун қўлланилади. Уларга, юқорида айтилган Данини — Ашнернинг кўз — юрак рефлекси, нафас — юрак рефлекси (юрак уришла — рини 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.

ШТОМИР ҚОН АЙЛАНИШИНИ БОШҚАРИЛИШИ

Миокарднинг қон билан таъминланишини кундалик эҳтиёжларга мослашиши, бир — бири билан мураккаб ўзаро алоқада бўлган бир неча механизмларни бир вақтда таъсир кўрсатиши, яъни метоболик (миокардаги энергетик алмашинув ва томирларни ўтказувчанлик қобилияти ўртасидаги алоқа), миоген (қон босими ва то — мирлар тонуси ўртасидаги алоқа), гуморал (қонда айланиб юрувчи биологик фаол моддалар ва томирлар тонуси ўртасидаги алоқа) ва асабли (қон оқимини гемодинамика — нинг ўзгарувчан шароитларига ва ички муҳитнинг бошқа параметрларига тез мослашуви, кўпчилик ҳолат —

ларда эса, аввалдан мослашиб олдини олиш) билан амалга оширилади.

Юрак циклининг турли фазалари вақтида таъсир кўрсатадиган механик омиллар миокардни қон билан таъминлаш учун катта аҳамиятга эга. Миокарднинг қисқариши, қоннинг миокарднинг қалин қатламларида жойлашган томирларга етиб келишига қаршилик кўрса – тади. Қон оқимини чегараловчи бош омил чап меъдача – даги босим ҳисобланади. Чап коронар артериядаги қон оқими диастола вақтида максимал ва систола вақтида минимал бўлади. Чап меъдача деворининг чуқур қатламларида миокарднинг кучланиши систолик артериал босимдан ортиқ бўлиб, бу ҳол қон оқимини кескин чегаралайди. Ўнг коронар артерияда бундай фарқлар кузатилмайди, чунки ўнг медача ривожлантирадиган кучланиш артериал босимдан анча пастдир. Лекин, меъдачалар субэндокардининг гипоперфузияси содир бўлмайди, чунки нормада бунга, чуқур қатламлардаги интрамурал томирларнинг анча қалин тўри, катта даражадаги кислород экстракцияси ва қон оқимини метоболик бошқаришнинг бир қатор бошқа омиллари қаршилик кўрсатади. Систолик қисқаришлар миокарда, асосан веналардан қонни оқиб кетишига кўмаклашади. Шунинг учун, юрак веналарида максимум қон оқиши худди капиллярлардагидек систола пайтига тўғри келади. Артериолаларни систолик қисилиши нафақат уларни қаршилигини оширади, балки қонни иккала томонга ҳам ҳайдайди (бу интрамиокардиал ҳайдовчи насос яъни миокард перфузиясининг қўшимча омили).

Мушак структураларида интрамурал томирларни жойлашиши шундайки, уларни босилиши ҳисобкитоблардагига нисбатан ёки интрамурал босим ўлчамларидан камроқ. Томирлар деформациясининг катталиги томир деворини силлиқ мушак элементларини фаоллаштириши даражасига ҳам боғлиқ: фаоллашган силлиқ мушаклар томирларни анча қаттиқ холатга келтиради.

Охирги йилларда, коронар тизимни сиғимли таркибини қон билан миокардни перфузия қилиш учун аҳамиятига катта эътибор берилмоқда. Эпикардиал артерия сиғими артериал босим катталигига боғлиқ, барча

калибрдаги ва аҳамиятдаги интрамурал томирлар сифими фарқланади. Уларнинг сифими миокардиал босимни кучланиш вақтида салбий таъсири билан ва перфузияли босимни ижобий таъсири билан белгиланади. Диастола вақтида умумий сифим, перфузияли босим 90—60 мм.с.у. га тенг бўлган пайтда 5,5 мл /100 г тўқимада атрофида бўлади. Бу, кучланмаган ҳажм дейилади. Бу сифим, қисман диастола вақтда пайдо бўлади ва систола вақтида сарфланади. Бу, субэндокарднинг систолик перфузияси учун ҳам муҳим омил ҳисобланади.

Босим - қон оқими нисбатининг асосида томирлар деворининг миоген ўз—ўзини бошқариш ётади. У шундан иборатки, коронар томирлар босим ортган пайтда актив тораяди ва у пасайганда кенгаяди. Томирларнинг пассив ҳолати босимни кескин ўзгаришларини фақат биринчи сонияларида кузатилади. Ушбу хусусият, томирларни ўз—ўзини бошқариш қобилиятини сон жиҳатдан баҳолаш имкониятини берди. Унинг кўрсаткичи сифатида, индекс, яъни пассив ва актив реакциялар катталиклари фарқини пассив реакцияга нисбати хизмат қилади. Идеал ҳолатда, индекс 1 га тенг (босим ўзгарган пайтда қон оқимини бирламчи даражасига тўлиқ қайтиши). Ўз—ўзини бошқариш бўлмаганда, индекс нольга тенг бўлиб, бу томирлар тонусини йўқотганда пайдо бўлади. Босимнинг физиологик катталиклари чегараларидан кейин томирлар ўзгаришлари пассив жавоб беради. Ўз—ўзини бошқариш асосида Остроум Бейлис феномени; қон босими ўзгарган, яъни уларни тортилишини ўзгариши пайтида томирлар силлиқ мушакларини спонтан фаоллигини ўзгаришлари ётибди деб ҳисобланади. Шундай фикр ҳам мавжудки, ўз—ўзини бошқаришни миогенли бошқарилиши, айниқса қон босими ўзгарганда метоболлик бошқариш билан тўлдирилади.

МИОКАРДНИ ҚОН БИЛАН ТАЪМИНЛАНИШИНИ БОШҚАРИШДА МЕТОБОЛИК ОМИЛЛАРНИНГ РОЛИ

Миокарднинг энергетик ҳаражатлари тўғрисида уерда кислородни истеъмол қилиниши бўйича хулоса қилиш мумкин. Эҳтиёжга мос равишда кислородни (қондаги) етказиб берилишини бошқарувчи механизм метобализм билан яқиндан алоқадор деб ҳисоблаш табиийдир. Кўп сонли тадқиқотларда, миокард томонидан кислородни истеъмол қилиш ва коронар қон оқими ўртасида қатъий чизиқли боғлиқлик мавжудлиги кўрсатилган. Томирларни кенгайтиришга бевосита масъул метоболитлар қаторига калий ионлари, CO_2 , ноорганик фосфот, лактат, аденозин, водород ионлари, келиб чиқиши юракка мансуб биологик фаол моддалар (простагландинлар, кининлар), тўқима суюқлигининг осмотиклигини ўзгариши ва бошқалар киради (Feigl E.O).

Коронар томирларнинг кенгайиши, нафақат юрак ишини кучайиши ва кислород истеъмолини ортиши пайтида, балки турли шаклдаги гипоксия (кислород етишмаслиги), у ёки бу даражадаги ишемия (кислород ва субстратларнинг етишмаслиги) пайтида ҳам содир бўлади. Бу, Bernel R.U. томонидан қуйидаги гипотезани айтиш имконини берди: коронар вазоматорика «қон оқими кислородга эҳтиёж» нисбати билан аниқланади, реакциянинг бевосита медиатори бўлиб эса аденозин хизмат қилади. У, кальцийни келиб тушишини ва утилизациясини пасайтирар экан, томир деворларининг силлиқ мушакларини бўшаштиради. Қойдага кўра, коронар веноз қонда гипоксия ва ишемия пайтида миокарднинг ўзида кўп миқдорда аденозин топилади. Коронар оқимга кiritилган аденозин диаметри 100 мкм дан катта бўлган йирик томирларни кенгайтиради. Аденозинли механизм юрак иши кучайган шароитлардагина намоён бўлади. Бунда, ишчан гиперемия кузатилади, кенгайётган томирлар эса деворнинг қаттиқлигини сақлайди.

Қон оқимини қисқа муддатли (10–20 с) тўхташига жавобан содир бўладиган реактивли гиперемия учун томирларни ўз қаттиқлигини йўқотиши хосдир, улар

пассив найлар бўлиб қолади ва систола пайтида осон қисилади. Ишчан гиперемия пайтида АТФ ни кучли парчаланиши кузатилса, реактивли гипоремияда эса, уни етарли бўлмаган даражада ресинтези содир бўлади (Ли – сенко А.Т ва бошқ.).

Коронар қон оқимини бошқаришда, юрак ишини тезлашишида ёки ишемия пайтида миокардда, мембрана фосфолипидларнинг турли хил тўйинмаган ёғ кислоталардан ҳосил бўладиган простаноидларга (простаглицинларга) катта аҳамият берилади. Улар коронар томирларни кенгайтиради ва аденозин чақирган вазомотор реакцияларни модуллаштиради. Охириги йилларда, кучланиши ортган пайтда коронар томирларнинг эндотелийси ажратадиган релаксирловчи омилларга катта эътибор берилмоқда. Ушбу омилларнинг табиати хали аниқланмаган, лекин томирларнинг эндотелийга боғлиқ кенгайиши тажрибада кўрсатилган. Вазодилатация эндотелий бузилиши пайтида содир бўлмайди ва унинг регенерациясидан сўнг тикланади. Қонда кислород миқдорини камайиши, коронар томирларнинг эндотелиал ҳужайраларидан релаксация қилувчи омилни ажралишига кўмаклашади.

Юрак, автоматик ўз – ўзини бошқарувчи мослашувчан тизимига эга бўлиб, коронар томирларнинг ўтказувчанлик қобилиятини кислородни етказиб бериш ёки эҳтижига мос равишда таъминлашни мослаштиради. Ушбу тизимни қандайдир бир механизмга олиб келиб тақаш мумкин эмас, ҳар бир конкрет ҳолат бошқарув компонентларининг ўз иерархиясини қуради ва унга нейрогуморал таъсирлар юклатилади.

ЮРАК ИШНИ ТЕКШИРИШНИНГ АЙРИМ УСУЛЛАРИ

Қўл – оёқлардан урта стандарт икки қутбли тармоқни ёзиб олишда электрокардиограммани рўйхатга олиш техникаси.

W. Einthoven (1908) томонидан электрокардиограммани ёзиб олишда, ҳозирги пайтда стандарт деб номланадиган

учта стандарт тармоқ таклиф қилинган. У, одам танаси — ни, барча соҳаларида (бир хил қаршиликка эга) бўлган муҳит сифатида, чап қўлини, ўнг қўлини ва чап оёғини учта бир — биридан тенг узоқликдаги ва учбур — чак марказдан бир хил узоқликдаги нуқталар сифатида қарашни таклиф қилган. Учбурчакнинг марказида ток манбаи сифатида юрак жойлашган. Эйнтговен томонидан, учбурчакнинг бурчакларини (қўлларнинг панжалари ва чап товон) электрокардиограммани тармоқларини асосий нуқталари сифатида фойдаланиш таклиф қилинган. Электрокардиограммани ёзиб олиш учун қўлланиладиган электродлар, кўпинча, 30 x 60 мм катталиқдаги тўғрибурчакли латун пластинкалар кўринишида бўлиб, электрокардиограф кабелининг симларига уланиш учун мўлжалланган клеммалари бор. Электрокардиограммани ёзиб олиш учун одам чалқанчасига ётқизилади, елкаол — диларининг ички юзалари ва сонларнинг олдинги юза — ларининг терисини ёғсизлантириш мақсадида спирт ёки эфир билан артилади. Ушбу юзаларга резина бинтлар ёрдамида электродлар ўрнатилади, бундан олдин улар — нинг тагига натрий хлорнинг 5%ли эритмаси билан ҳўл — ланган бинт ёки пахта бўлаги қўйилади.

Электрокардиограммани ёзиб олиш учун стандарт ишлаб чиқарилган электрокардиографлар ишлатилади, улар бир ва кўп каналли ҳамда фото —, иссиқлик — ёки сиёҳли ёзгичли бўлади. Ҳар бир электрокардиографнинг кучайтиргичи, калибратори, чўзилувчи механизми ва ёзиб олувчи мосламаси бўлади. Электродларнинг коммутатори электрокардиограммани турли тармоқлардан, олдиндан электродларни мос равишдаги нуқталарга жой — лаштирган ҳолда ёзиб олиш имконини беради. Кирувчи симлар электродларга мос равишда белгилаб қўйилган.

Тармоқ кабели вилкасининг штепселлари ҳар хил рангларга бўялган бўлиб, уларни қўл — оёқдаги электро — дларга улаш пайтида ушбу рангларга эътибор бериш керак: қизил ранглиси — ўнг қўл, яшили — чап оёқ, са — риги — чап қўл, қораси — ўнг оёқ учун мўлжалланган. Оқ рангли электрод кўкрак тармоғи учун мўлжалланган ва стандарт тармоқларда ундан фойдаланилмайди. Симлар —

нинг вилкалари электродларнинг уяларида зич жойла-
шиши зарур.

Принципиал жиҳатдан электрокардиограммани тана юзасининг ҳар қандай иккита нуқтасини вольтметр ёр-
дамида улаш орқали ёзиб олиш мумкин. Лекин, амали-
ётда энг катта потенциаллар фарқини берадиганларидан-
гина фойдаланилади. Мумтоз (стандарт) тармоқлар, W
Einthoven томонидан таклиф қилинган, қуйидаги икки
қутбли учтаси ҳисобланади: I—ўнг қўлдан (-) ва чап
қўлдан (+), II—ўнг қўлдан (-) ва чап оёқдан (+) III—чап
қўлдан (-) ва чап оёқдан (+) (27—расм).

Қўлланмада кўрсатилгандек ишга тайёрлангандан
кейин приборда ёзиб олиш бошланади. Электрокардио-
граммани кейинчалик таҳлил қилиб ўртача маълумотни
топиш учун ҳар бир тармоқдан камида 10 циклни ёзиб
олиш зарур.

Кўкрак тармоқ ҳам кенг қўлланилади, бунда элек-
традларнинг биттасини юрак соҳаси устидаги кўкрак
қафаси юзасига ўрнатилади, иккинчиси эса юракдан
анча узоқ бўлган соҳага ўрнатилади. Юрак соҳасининг
устидаги потенциал қўл—оёқларникидан анча(5—10 марта)
юқоридир. Кўкрак тармоқларини V харфи (кучланиш)
билан белгиланади. Кўкрак тармоқларининг бир нечта
вариантлари мавжуд, кўпинча Wilson F. таклиф этган
қуйидаги 6 та тармоқ қўлланилади (28—расм).

1—ҳолат (V_1)—тўшнинг ўнг чеккасидан тўртинчи
қовурғалараро қисми.

2—ҳолат (V_2)—тўшнинг чап чеккасидан тўртинчи
қовурғалараро қисми.

3—ҳолат (V_3)— 2 ва 4—нуқталарни бирлаштирувчи
тўғри чизиқнинг ўртасида.

4—ҳолат (V_4)—ўрта ўмров чизиқ бўйлаб бешинчи
қовурғалараро қисми.

5—ҳолат (V_5)—4—ҳолат билан чап олдинги қўлтиқ
чизиғи кесишган жой билан битта горизантал чизиқ.

6—ҳолат (V_6)—ушбу чизиқни чап ўрта қўлтиқ чи-
зиғи билан кесишган жойда.

Потенциалларни тармоқларни юқорида келтирилган
усулларидан ташқари, қўл—оёқлардан потенциаларни
кучайтирилган бир қутбли тармоқ вариантыни E. Голдбер-

гер таклиф қилган. Бир қутбли тармоқларда битта электродни тананинг ўзгарувчан электрли потенциали бўлган (фаол) соҳасига ўрнатилади ва вольтметрнинг мусбат қутбли уясига уланади. Индиферентли электродни ўлчов асбобининг манфий қутбли уясига ва тананинг потенциали ўзгармайдиган нуқтасига ўрнатилади. Фаол электродни навбат билан ўнг қўлга ва чап оёққа ўтказилади. Индиферентли электрод, қўл-оёқлардаги иккита электродларни тўғридан-тўғри қўшиб уланиши бўлиб, уларда шу лаҳзада фаол электрод ўрнатилмаган. У, асбобнинг манфий қутбига уланади. Бунда электрокардиограмма амплитудаси 1,5 марта кучайтирилган бўлади.

Учта кучайтирилган тармоқлар қўлланилади: ўн қўлдан (aVR), чап қўлдан (aVL), чап оёқдан (aVF). Бундаги «a» ҳарфи augmented (кучайтирилган) сўздан олинган, R - инглизча right (ўнг), F - foot (оёқ), L - left (чап) сўзларига мос келади.

Ҳозирги вақтда тўлиқ электрокардиографик тадқиқот 12 та: 3 та стандарт икки қутбли ва 3 та кучайтирилган бир қутбли қўл-оёқлардан келувчи ва 6 та кўкрак бир қутбли тармоқни ўз ичига олади.

Апексокардиография

Апекскардиография — бу, юрак иши томонидан юқори уруш соҳасида чақирилган, кўкрак қафасини паст частотали тебранишларини график ёзиб олиш усули.

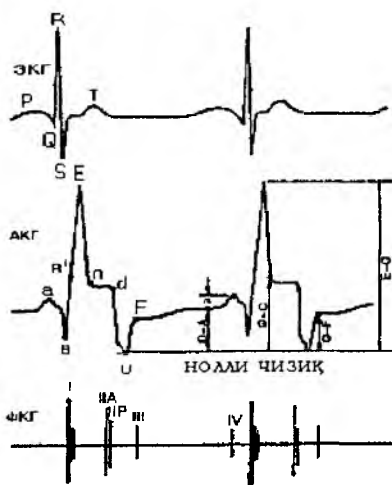
Юқори уриш эгри чизигини шаклланишига қуйидаги омиллар: юракни қон билан тўлиши ва уни ҳайдалиши жараёнларида юрак ичидаги ҳажми ўзгариши, миокардни қисқарувчанлиги, уриш ҳажми фаолияти жараёниларида содир бўладиган юрак ичидаги ҳажм ва босимни ўзгаришлари сезиларли таъсир кўрсатади.

Апексокардиографияни ёзиб олиш кўп каналли электрокардиографда механик тўлқинларни электрли тўлқинларга айлантирувчи пьезокристал датчик (датчик — қабул қилувчи ва узатувчи мослама) ёрдамида амалга оширилади. Ёзиб олишдан аввал, кўкрак қафасининг олдинги деворини бармоқлар билан пайпаслаш орқали максимал уриш нуқтаси аниқланади ва кейин эса, ушбу

нуқтага резинали лента ёрдамида датчик ўрнатилади. Юқори уришнинг эгри чизиғи турли амплитуда ва йўнашлишга эга бўлган бир қатор тўлқинлардан иборат бўлади. Чап меъдачанинг электрокардиограмма, апексокардиограмма ва фонокардиограммаларининг синхрон ёзувларини схематик тасвири 40 – расмда келтирилган.

Электрокардиограмманинг Р тишчасидан кейин апексокардиограммада юраколди бўлмачаларига мос келадиган ижобий «а» тўлқин ёзиб олинади. Ушбу тўлқинни, юраколди бўлмачаларнинг фаол қисқариши ва меъдачаларни кеч диастолик тўлишини кўрсаткичларнинг ҳажмини ўзгариши натижасида «а» тўлқини пайдо бўлади, «а» тўлқинидан кейин, унча катга бўлмаган амплитудали «в» тўлқин келади, ундан кейин эгри чизиқ кескин юқорига кўтарилади ва «Е» чўққисига етади. «Е» нуқта, чап меъдачадан қонни ҳайдалиши даврийи бошланишига мос бўлади ва фонокардиограммадаги биринчи тоннинг якуний паст амплитудали тебранишлари билан бир вақтга тўғри келади. Апексокардиограмманинг кўтарилувчи тиззасидаги «в» нуқта фонокардиограмманинг I тонини биринчи юқори амплитудали тебранишларига мос келади.

Меъдачалардан қон ҳайдалишининг бошланиш мamenti билан апексограммада, кўпчилик ҳолатларда, эгри чизиқ йўналишини «с» нуқта ўзгариши билан узиладиган тушувчи тизза ёзиб олинади. Систолик тушиш «д» нуқта билан якунланади, у аортал клапанни ёпилишига мос келади. Апексокардиограммани кейинчалик тушиши эрта содир бўладиган диастолада «о» нуқтасига қадар давом этади.



Расм. 40 Электрокардиограмма (ЭКГ), апекскардиограмма (АКГ) ва фонокардиограмма (ФКГ).

Инвазив усул билан олинган эгри чизиқларни солиштириш шуни кўрсатадики, апексокардиограмманинг «о» нуқтаси ва митрал клапанларнинг очилиши юрак ичидаги босимнинг эгри чизиқларида бир вақтга тўғри келади. Фонокардиограммада «о» нуқта аорта клапаннинг очилишига мос келади.

Апексокардиограмманинг «о» нуқтасидан F тишча билан тугайдиган кескин кўтарилиш ёзиб олинади ва у фонокардиограммада III чи тонга мос келади. O—F тўлқин, бу меъдачаларни тез тўлиши тўлқини бўлиб, юраколди бўлмачалардан атриовентрикуляр клапанлар очилишидан кейин дарҳол оқиб чиқадиган қон томонидан чап ёки ўнг меъдачалар деворларини чўзилиши натижаси ҳисобланади. Бу вақтда, босимнинг энг катта юраколди, бўлмачали—меъдачали градиенти аниқланади. «F» нуқтадан то юраколди бўлмачаларнинг ижобий «а» тўлқингача секин—аста кўтарилиш бошланади.

Клиник амалиётда апексокардиография юрак циклини фазага таркибини таҳлил учун кўпинча

қўлланилади. Ушбу усулнинг катта имконияти юрак ишини дистолик фазасини аниқлаш ва баҳо бериш имконияти ҳисобланади. Апексокардиограммада изометрик қисқариш фазаси—бу в—Е интервалидир. У, ўртача 0,03 с га тенг. Ҳайдаш даври «Е» нуқтадан бошланади. Максимал ҳайдаш фазасига Е—с интервал, редуцирланган ҳайдалиш даврига — с—d интервал мос келади. Чап меъдача учун изометрик бўшашиш фазаси иккинчи тонни аортал компонентидан апексокардиограмманинг «о» нуқтасигача бўлган интервалга, ўнг меъдача учун эса иккинчи тонни ўпка компонентидан ўнг меъдачани апексокардиограмманинг «о» нуқтасигача бўлган интервалга мос келади. О—F интервал меъдачаларни тезкор тўлиши фазасига мос келади. Унинг кетидан меъдачаларни секин—аста тўлиш фазаси F - а келади.

Апексокардиограмма тўлқинларини амплитудали таҳлилини апексокардиограмманинг энг паст жойлашган «о» нуқтаси орқали тўғри чизиқ (ноль чизиғини) ўтказиш билан бошланади. Ноль чизиғидан «Е» тўлқинини тепалигини 100 % деб қабул қилинади. Юраколди бўлмачаларининг «а» тўлқини амплитудаларини аниқлаш учун, меъдачаларни тезкор тўлдириш тўлқинлари О—F ва О—А стаз тўлқинларининг абсолют катталиклари ўлчанади ва Е—О тўлқинларини абсолют катталикларига нисбатан фоиз ҳисобида ўлчанади. Нормада «а» тўлқинининг амплитудаси О—Е тўлқинлари амплитудасининг 5—6% га, меъдачаларни тезкор тўлиши тўлқинлари амплитудасининг 6—8 % га, стаз тўлқинлари амплитудасининг 24—28 % га мос келади.

ФОНОКАРДИОГРАФИЯ

Фонокардиография деб, юрак иши пайтида пайдо бўладиган товушларни график ёзиб олишнинг инструментал усулига айтилади. Товуш (акустика) тўлқинлари—бу, эшитиш диопазонида ётган механик тўлқинлардир. Диагностик жиҳатдан муҳим бўлган юқори частотали товушларни ажратиш учун уларни кучайтириш зарур. Ушбу кучайтириш ҳар хил частоталарда бир хил бўлиши керак эмас ва кўпроқ юқори частотали

тўлқинларни кучайтириш лозим. Бунда паст частотали тўлқинлар пасайтирилади (фильтрланади).

Фонокардиограммани ёзиб олиш учун фонокардиография ишлатилади. Унинг асосий функционал қисмлари микрофон, кучайтириш ва фильтрация блоки, ёзиш мосламаси ҳисобланади. Микрофон келаётган механик тўлқинларни кучсиз электр сигнаliga айлантиради ва улар кучайтирилиб ёзиш мосламасига узатилади. Фонокардиографнинг частотали тавсифи кучайтириш характеристикасини танлаш билан соланади. Шундай қилиб, кучайтириш блоки бир вақтнинг ўзида фильтрация блоки ҳам ҳисобланади. Замонавий филтрацион фонокардиография фонокардиограммани турли частотали тавсифи билан ёзиб олишни кўзда тутаяди, бу эса, турли баландлиқдаги ва жадаллиқдаги юрак товушларини аниқлаш ҳамда уларнинг частота таркиби тўғрисида тасаввур ҳосил қилиш имконини беради.

Фонокардиограммани ёзиб олиш билан бир вақтда, синхрон равишда электрокардиограммани 12 та тармоқлардан ёзиб олишни амалга ошириш зарур. Фонокардиографиянинг асосий вазифаси юракнинг кучсиз аускультатив қабул қилинмайдиган товушларини аниқлаш эмас, балки эшитиш пайтида юракда мавжудлиги аниқланган товушлар тўғрисида анча тўла ва аниқ равишда товуш тавсифлари: уларнинг кетма – кетлиги, давомийлиги, конфигурацияси (товуш сигнали амплитудасини вақт бирлигида ўзгариши хусусияти – ортиши, максимуми, пасайиш вақти ва ҳ.к) ҳақида улар ораллиғидаги интервалларнинг мавжудлиги ва давомийлиги тадқиқ қилинади.

Аускультацияга нисбатан фонокардиографиянинг асосий афзаллиги юрак фаолиятининг акустик кўришиларини электрокардиография элементлари, сфигмограмма ва бошқалар билан вақт бўйича солиштириш имконияти ҳисобланади. Ушбу солиштириш юрак товушларини юрак цикларининг фазалари билан нисбатини кўриш имконини беради. Фонокардиография элементларини ифода этиш ва таҳлил қилиш, сезиларли даражада юрак цикларининг фазали таҳлиliga суянади.

Микрофонни жойлаштириш нуқталари, тадқиқот қи — линаётган юрак товушлари энг яхши эшитиладиган, энг катта диагностик аҳамиятга эга бўлган ёки таҳминан яхши аниқланадиган жойлардан танланади. Кейин эса кучайтириш даражаси аниқланади. Фонокардиографиянинг кучсиз элементларини топиш учун кучайтириш шундай бўлиши зарурки, фонли «шовқинли йўлча» нинг кенглиги паст частотали ёзишда 2—3 мм ни ва юқори частотали ёзишда 1—2 мм ни ташкил қилиши керак.

Фонокардиографияни ифода этиш ва таҳлил қилишда юрак товушларини (тонлари ва шовқинлари) ифодаловчи осцилляцияларга (тўлқинларга) эътибор бериледи. Тонлар ва шовқинлардан озод юрак цикллари — нинг интерваллари горизонтал ноли чизиқ (изочизиқ) билан ифодаланган. Нормда фонокардиографияга юракнинг биринчи ва иккинчи тонларига мос келувчи тўлқинлари ёзилади, учинчи ва айрим ҳолларда тўртинчи тонлар, баллистик табиатга эга паст частотали тўлқинлар ҳам кўриниши мумкин (34 ва 35—расмлар). Биринчи тоннинг бошланиши электрокардиограммада QRS мажмаусини иккинчи ярмига тўғри келади. Иккинчи тоннинг бошланиши Т тишчанинг охири билан тўғри келиб, одатда 0,02—0,04 с га кечикади.

ЭХОКАРДИОГРАФИЯ

Эхокардиография — бу ультратовушли тўлқинлар ёрдамида бўшлиқларни ва юраколди бўлмачаларнинг структураларини кузатиш усулидир. Ультратовуш оддий товушдан тўлқин узунлигини анча калталиги билан фарқланади ва шу туфайли бир қатор хусусиятларга — катта энергияга, боғлам сифатида концентрациялаш қобилиятига эга. Ультратовуш керакли даражада шимилмасдан туриб организмнинг юмшоқ тўқималарига кириб бориш ва зичликлардан, турли қалинликдаги тўсиқлардан акс—садо қайтариш қобилиятига эга. Бу усул, тиббиёт амалиётида ички аъзоларни ташхис қилиш учун ишлатилади. Ультратовушли ташхис тадқиқотларнинг асосий усулларини тўлдиреди ва юқори даражадаги сезувчанликка эга бўлганлиги туфайли афзалликка эга.

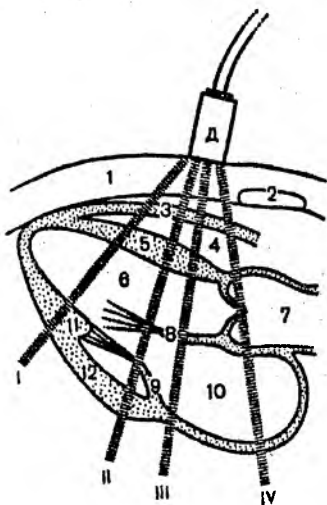
Ультратовушли ашпаратлар юмшоқ тўқималар эхограмма — сини олиш, ҳаракатланувчи объектларни кузатиш (юрак, қон) имконини беради. Ультратовуш ёрдамида ички аъзо — ларнинг ўлчамларини ва уларнинг қисмларини етарлича аниқлик билан билиш мумкин. Кардиологияда ультра — товуш асбобларини бир нечасини ишлаш тамойили мавжуд. Бир хил асбоблар юрак тасвирини унинг структурала — рини вақт ичида — М — сканерлашда (инглизчасига: motion — ҳаракат, scanning — ёйиш) ҳаракатланишини ёйиш билан бир ўлчамда беради. Бошқа асбоблар ёрдамида юрак — нинг тасвирини икки ўлчамда олиш мумкин бўлади. Бунда, ультратовушли датчикни кўкрак қафасининг юзаси бўйлаб ультратовуш «дарча» чегарасида чизиқли силжитиш (сканерлаш) ёрдамидан фойдаланилади. Шу билан бирга ушбу асбоблар ёрдамида ультратовушли секторли сканерлаш, яъни реал вақт масштабида юракни икки ўлчамли тасвирини ҳам олиш мумкин.

Барча ультратовушли асбоблар бир хил тамойилда тузилган. Бир вақтнинг ўзида ультратовуш сигналларини юборадиган ва акс этган импульсларни қабул қилиб оладиган мосламалар — ультратовуш датчиклар (транс — дюссерлар) қўлланилади. Асосан, импульсли таъсир кўр — сатадиган пьезокристалл датчиклар ишлатилади. Асбоб — нинг генератори, электр импульсларни маълум бир вақт оралиғида пьезокристалл датчикка юборади. Паузалаар даврида трансдюссер қабул қилувчи мослама сифатида ишлайди. Қабул қилинган эхосигнал электрон кучайтир — гичга келади ва ундан ахборот ёзиб оладиган мосламага ва осцилограф экранига етказилади. Экрандаги тасвир, ёзиб олувчи мосламадаги фотоапарати бўлган полеро — идли камера орқали ёзиб олинади. Асбобга маркер ўрнатилган бўлиб, унинг ёрдамида турли структуралар орасидаги масофанинг чуқурлиги ва вақт интерваллари аниқланади. Ультратовушли секторли сканер пайтида юрак структуралари тасвирини электрокардиограмма билан синхронлаштирилиши назарда тутилган. Ҳозирги вақтда Доплер самараси тамойили асосида ишлайдиган аппа — ратлар ҳам қўлланилмоқда. Улар, ўрганилаётган соҳада қон оқимининг хусусиятларини ўрганиш имконини бе —

ради, бу эса эхокардиография усулини ташҳис имкони — ятларини анча кенгайтиради.

Юрак структураларининг эхолокацияси.

Тадқиқотлар юрак структураларини танишдан бошланади, бунда датчик турли позицияларга йўналтирилади, яъни юракнинг тепасига, асос қисмига, ўқининг узунлигига. Бу, турли даражадаги «кесимлар» да эхокардиограммани олиш имконини беради ва турли ташҳис қийматига эгадир.



Расм 41. Юракнинг сагиттал кесими (схема). 1—олдинги кўкрак девори; 2—тўш; 3—ўнг меъдачанинг олдинги девори; 4—ўнг меъдача бўшлиғи; 5—меъдачалараро тўсиқ; 6—чап меъдача бўшлиғи; 7—аорта; 8—митрал клапаннинг олдинги табақаси; 9—митрал клапаннинг орқа табақаси; 10—чап юраколди бўлмача бўшлиғи; 11—папиляр мушаклар; 12—чап меъдачанинг орқа девори; I, II, III, IV—датчикнинг (Д) стандарт позициясида ультратовуш нурининг йўналиши.

Датчикнинг тўртта стандарт позициясидан фойдаланилади (41—расм).

I чи позициядаги локал зонасига ўнг меъдачанинг озгина қисми, меъдачалараро тўсиқ, митрал клапанларнинг пай иплари даражасидаги чап меъдачанинг бўшлиғи тўғри келади. Юрак олди томонидан ўнг меъдачанинг олдинги девори билан, орқа томонидан — чап

меъдачанинг орқа деворини эпикарди билан чегараланган.

II чи позицияда нур ўнг меъдача бўшлиғи, меъдачалараро тўсиқ, табақалар даражасида чап меъдача бўшлиғи орқали ўтади.

III чи позицияда ўнг меъдача бўшлиғи, меъдачалараро бўшлиқ, митрал клапанининг олдинги табақасини асоси ва чап юракколди бўлмача бўшлиғининг бир қисми рўйхатга олинади.

IV чи позицияда ультратовушли нур ўнг меъдачанинг чиқиш тракти, аорта илдизи, аортал клапанлар ва чап юракколди бўлмача бўшлиғи орқали ўтади. Датчикни I позициядан IV позицияга ўтиш, яъни юракнинг тела-сидан унинг асос қисмига ўтиши М-сканерлаш дейилади. Юрак бўшлиқларини баҳолаш, уларнинг ўлчам ва ҳажмларини юрак цикли давомида, миокарднинг қалинлигини ва массасини ҳамда унинг қисқариш функциясини тавсифлайдиган кўрсаткичларни ўз ичига олади. Меъдачалараро тўсиқларни баҳолашда унинг қалинлиги, изометрик бўшашиш ва суст диастолик тўлиш вақтида уни чап ва ўнг меъдачали қисмида ҳаракатининг амплитудаси ҳисобга олинади. Митрал ва трикуспидал клапанларнинг иши уларнинг табақаларини ҳаракати, конфигурацияси, амплитудаси, очилиши ва ёпилишнинг вақт интерваллари бўйича тавсифланади. Митрал клапанлар табақаларининг ҳаракатланишига қуйидаги омиллар: қон оқимининг тезлиги, митрал тешик орқали ўтадиган қон миқдори, чап меъдача деворининг ҳаракатчанлик даражаси, юрак ичидаги босимнинг ўзгариши таъсир кўрсатади. Аорта таҳлил қилинганда систола ва диастола вақтида деворлар ҳаракатланишининг амплитудаси, аорта илдизи бўшлиғининг ўлчамлари, унинг деворларини қалинлиги баҳоланади. Ҳудди шундай тавсифлар, ўпка артериясининг яримойсимон клананлари ишини баҳолашда ҳам қўлланилади, лекин ўпка артериясининг асосий устун аниқ ҳаракатланувчи деворга эга эмас.

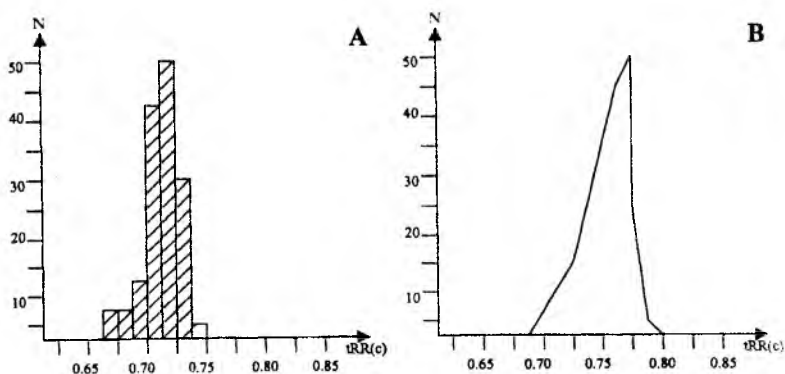
Вариацион пульсометрия

Вариацион пульсометрия усули юрак иши ритмини ҳар томонлама сон жиҳатдан тавсифлаш имконини беради. Юрак ритмининг вақт бирлигидаги ўзгаришлари синусли тугунда қўзғалиш импульсини шаклланишига таъсир қилувчи бир қатор компонентларни ўзаро ҳамкорлиги натижасида содир бўлади. Ушбу усулнинг амалий бажарилиши турли йўллар: кардиоинтервалнинг давомийлигини электрокардиограмма бўйича ҳисоблаш усули, махсус ўлчаш—ҳисоблаш мосламаларини ва электрон ҳисоблаш машинани қўллаш орқали бўлиши мумкин. Энг оддий ва осон қўлланиладиган усул юрак ритмини электрокардиограмма ёзуви бўйича ўрганиш ҳисобланади. Ушбу мақсадда ҳар қандай тармоқда (одатда II чи стандарти қўлланилади) узлуксиз 100—120 кардиоцикллар ёзиб олинади. Айрим ҳолларда, қўйилган вазифага боғлиқ равишда уларнинг сони 40 тадан то 3000 тагача ва ундан кўп бўлиши мумкин. Электрокардиограммани ёзиб олишнинг энг қулай тезлиги 50 % мм/с ни ташкил қилади. Циркуль, чизгич ёки миллиметрли қоғоз ёрдамида R - R интерваллар ўлчанади электрокардиограммани ёзиб олиш тезлигини ҳисобга олган ҳолда бир интервални вақт бўйича моҳияти ҳисобланади ва уларни бир хил вақт моҳияти бўйича гуруҳларга ажратилади. Кейин график тузилади, унда абсцисса ўқи бўйича вақт моҳиятлари, ордината ўқи бўйича эса — уларнинг сони қўйилади. Юрак ритми моҳиятларини гуруҳларини бундай тақсимлаш гистограмма ёки вариацион пульсограмма номини олган (42—расм А.В).

Қулай бўлиши учун вариацион пульсограммани абсолют моҳиятлари бўйича қуриш эмас, балки моҳиятларни фоизларда ҳисобланади. Бундай вариацион пульсометрия меъёрлаштирилган дейилади.

Юрак ритмини ўрганиш учун ихтисослашган ташҳис масламалари — юрак ритми анализаторлари қўланилиши мумкин. «АРС» типдаги асбоблар юрак ритмини автоматик таҳлил қилади, бу билан бир вақтда ёруғлик таблосида тақсимлаш функциясини гистограммасини

тузади, унда тадқиқ қилинаётган катталиклар, вақт бир — лигида тасодифан ўзгарадиган R - R интерваллар ҳисоб — ланади. Аппаратлар ҳар қандай турдаги кардиографга уланиши мумкин. Ёруғлик таблосида горизонтал бўйича бири иккинчисидан 0,050 с га минимал даражада фарқ қиладиган 15 та ёруғлик интервали мўлжалланган. Таҳлил қилинаётган вақт интерваллари кенг чегараларда теб — раниши мумкин. Интервал баҳосини аниқлашдаги хатолик 0,5 % дан ошмайди.



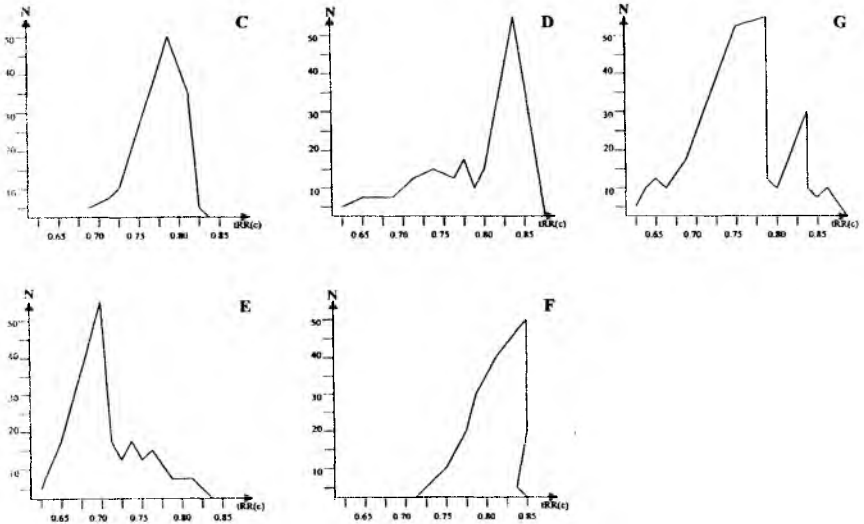
Расм. 42. А—гистограмма В—вариацион пульсограмма

Таблонинг вертикали бўйича, белгиланган вақт интерва — лига тўғри келадиган бир хил кардиоинтервалларнинг миқдори ёзилади. Вертикал колонкада ёзиладиган интервалларнинг максимал сони 60 та. Бир хил интервалларнинг максимал сонига етгандан кейин гистограммани кейинчалик ёзишдан тўхтатилади ёки янгитдан бошланади. Соғлом одамнинг гис — тограммасини ёзишда, одатда 120—170 та юрак циклари ҳи — собга олинади, юрак ритмини бузилиши пайтида эса, таҳлил қилинаётган кардиоинтервалларнинг сони анча кўпайтири — лиши мумкин.

Вариацион пульсограммалар турлари ва типлари бўйича фарқланади. Нормал пульсограмма деганда, ўзининг тури бўйича нормал тақсимланиш эгри чизигига яқин бўлган юрак ритми кўрсаткичларининг тақсимланиш эгри чизиги

назарда тутилади. Бундай эгри чизиқ соғлом одамлар учун типикдир (43—расм С).

Чап ва ўнг асимметрияли асимметрик эгри чизиқлар, одатда жарённинг стационарлигини бузилишини, уни ба—жариш режимини биридан бошқасига ўтишини кўрсатади. Ушбу эгри чизиқлар якка экстрасистолалар пайтида ва юрак қисқаришлари частотасини ўзгартирадиган фармако—логик препаратлар таъсири пайтида кузатилади (43—расм Д ва Е).



(43—расм, F). Нотўғри шаклга эга бўлган кўп қиррали эгри чизиқлар (бир нечта чўққилиг ва кенг асоси бўлган) — милтилловчи (мерцателли) аритмия пайтида учрайди (43—расм, G).

Экссессив эгри чизиқ жуда тор асос ва ва ўткир чўққи билан тавсифланади. У, кўп ҳолларда, ёрқин намоён бўлган кардиосклерози ва регидли пульсга эга қари одамларда ҳамда денервацияланган юракда фармакологик блокада шароитида ёки юрак трансплантация қилинганда уч—райди.

Вариацион пульсограммани учта: нормотоникли —

чўққи тепалиги 0,7–0,9 с орасида ва тебраниши 0,15 дан то 0,40 с гача; симпатикотоникли — тепалиги 0,5–0,7 с орасида ва тебраниши 0,10 с дан кам; ваготоникли — тепалиги 1,0–1,2 с орасида ва тебраниши 0,40 с дан ортиқ асосий типларга ажратилади.

Вариацион пульсметрияни сон жиҳатдан баҳолаш учун бир қатор статистик кўрсаткичлар ҳисоблаб чиқарилади. Бу кўрсаткичлар, юрак ритмини дискрет ўрганиш соҳаларидаги кардиоинтерваллар тақсимланишини маълум бир хусусият ларини ифодалайди. Ушбу кўрсаткичлар тиббий–биологик мазмунга эга.

1. Ардашникова Л.И. Значение механорецепторов и хеморецепторов синокаротидных зон в регуляции дыхания и кровообращения // Бюл. Экспер. Биол. и мед. –1966. –Т.49, № 4. –С.3–6.
2. Болезни сердца и сосудов. Руководство для врачей: В 4-х Т. / Алмазов И.И., Аронов Д.М., Атьков О.Ю.; Под. ред. Е.И.Чазова. –М.: Медицина, 1992. –Т.1. –С.104–113.
3. Бреслав И.С. Рефлекторные влияния на сердце с хеморецепторов аортальной и синокаротидной зон // Физиология кровообращения. Физиология сердца. –Л.: Наука. 1980. –С.487–492.
4. Геллер Л.И. Активность и обмен катехоламинов при гипертиреозе: (Обзор литературы) // Пробл. Эндокринолог. –1969. – Т.15, №2. –С.108–112.
5. Гистология: Учебник // Ю.И.Афанасьев, Н.А.Юрина, Б.В.Алешин и др.; Под.ред. Ю.И.Афанасьева, Н.А.Юриной. – 4-е изд., перераб. и доп. –М.: Медицина, 1989. – 672 с.
6. Дембо А.Т., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология: Руководство для врачей. –Л.: Медицина, 1989.– 464 с.
7. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы: Справочник // Под. ред. Т.С.Виноградовой. – М.: Медицина, 1986.–416 с.
8. Кандрор В.И. Действие гормонов на сердце. Значение эфферентной иннервации сердца. // Физиология кровообращения. Физиология сердца. –Л.: Наука, 1980. – С.404–407, 412 – 424.
9. Кольман Я., Рем К.– Г. Наглядная биохимия // Пер. с нем. – М.: Мир, 2000. – С.324–330.
10. Конради Г.П. Регуляция сосудистого тонуса. –Л.: Наука, 1973.–328 с.
11. Конради Г.П. Гомеометрическая ауторегуляция сокращений сердца // Руководство по физиологии. Физиология сердца. –Л.: Наука, 1980. –С.341–346.
12. Костюк П.Г., Преображенский Н.Н. Механизмы интеграции висцеральных и соматических афферентных сигналов. –Л., 1975.– 222 с.
13. Незлин В.Е., Карпай С.Е. Анализ и клиническая оценка электрокардиограммы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медгиз, 1959. – С.14–26.
14. Мусил Я., Новакова О., Кунц К. Современная биохимия в схемах / Пер. с англ. – 2-е изд., испр. –М.: Мир, 1984. – С.145–152.
15. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. Анатомия человека / Под. ред. М.Г.Привеса. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1985, –672 с.

16. Реактивность коронарных сосудов и адренергические воздействия. / Лысенко Л.Т., Кирищук С.И., Костенко Т.О. и др. // Бюл. Всесоюзн. кардиол. науч. центра. –1985. – №1. –С.82–88.
17. Северин С.А. Энергетический обмен сердца и его нарушение при коронарной недостаточности // Кардиология. –1961. – №2. – С.3–13.
18. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. – М.: Медицина, 1979.–Т.II. – С.237–264.
19. Физиология человека: В 4-х т. Вейс Ч., Антони Г., Вицлеб Э. и др.; Под. ред. Р.Шмидта и Г.Тевса. – Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – С.44–98.
20. Физиология сердца: Учеб. пособие / Барабанов С.В., Евлахов В.И., Пуговкин А.П. и др.; Под. ред. акад. Б.И.Ткаченко. – 2-е изд., испр. и доп. –СПб.: Спец.Лит. 2001. – 143 с.
21. Фролькис В.В. Эффекты раздражения сердечных нервов // Физиология кровообращения. Физиология сердца. –Л.: Наука, 1980. –С.350–368.
22. Хадорн Э., Венер Р. Общая зоология / Пер. с нем. – М.: Мир, 1989. –С.181–190, 455–456.
23. Хаютин В.М. Развитие представления о функции каротидно-аортальной и синокаротидных зон // Физиол. журн. СССР. – 1967. –Т.53, №11. –С.1469–1475.
24. Шмидт-Ниельсен К. Физиология животных. Приспособление и среда. – М.: Мир, 1982. – Кн.1. – С.139–142.
25. Bevegard B.S., Shepherd J.T. Цитировано по Г.П.Конради // Физиология кровообращения. Физиология сердца. – Л.: Наука, 1980. – С.277.
26. Feigl E.O. Coronary physiology // *Physiol. Rev.* – 1983. – V.63, №1. –P.1–206.
27. Feigl E.O. The paradox of adrenergic coronary vasa constriction // *Circulation.* –1987. –V.76, №4. –P.737–745.
28. Giles W., Tsien R.W. Effects of acetylcholine on membrane currents in frog atrial muscle // *J.Physiol.* –1975. –V.246. –P.64P–65P.
29. Hess C.L., Zuperku E.J., Coon R.L., Kampaine J.P. Sympatic afferent nerve activity of left ventricular origin. Цитировано по Ф.П.Ясиновской. Аfferентная система сердца // Физиология кровообращения. Физиология сердца. –Л.: Наука, 1980. –С.425–438.
30. Horwitz L., Atkins J., Leshin J. Role of the Frank – Starling mechanism in exercise // *Circul. Res.* –1973. – V.31, №6. – P.868–875.

31. Krause E.G., Halle W., Kallabis E., Wollenberger A. Positive chronotropic response of cultured isolated rat heart cells to N⁶, 2' - o - dibutyryl - 3' - 5' - adenosine monophosphate // J. Molec., Cell. Cardiol. - 1970. - V.7, №1. - P.1-10.

32. Mommaerts W.F. Chemical energy and cardiac work. - Adv. Cardiol. (Basel). - 1974. - P.427-508.

МУНДАРИЖА

Кириш.	3
Юрак — қон томир тизими асосий типларининг морфологик эволюцияси	4
Юрак — қон томир тизимининг функционал эволюцияси	19
Одам юрагининг анатомия ва морфологияси	26
Юрак деворининг тузилиши.	32
Кардиоцитларнинг тузилиши ва уларнинг қисқартирувчи оқсилларини молекуляр структураси.	34
Юрак мушагининг гипертрофия ва гиперфункцияси.	37
Одам юрагининг ўтказувчи тизими.	38
Юракни қон билан таъминланиши.	42
Юрак мушагининг хусусиятлари.	48
Юракнинг электрон ҳаракатлантирувчи кучини таъсифи. Электрокардиограмманинг таҳлили.	62
Юракнинг ишлаши.	75
Юрак циклини вақт бўйича ташкилланиши.	84
Юрак ишлаши пайтидаги механик ва товуш ходисалари.	87
Юрак ишини бошқарилиши.	92
Юракни миоген аутобошқарилиши.	92
Гетерометрик бошқарилиши.	92
Гомеометрик бошқарилиши.	94
Юрак ишини асаб томонидан бошқарилиши.	97

Адашган ва симпатик асаб марказларининг тонуси. . .	105
Юрак фаолиятини бошқаришнинг медиатор ва гуморал механизмлари.	108
Юрак фаолиятини рефлекторли бошқарилиши.	115
Шотомир қон айланишини бошқарилиши.	122
Миокардни қон билан таъминланишини бошқаришда метаболик омилларнинг роли.	124
Юрак ишини текширишнинг айрим усуллари.	126
Апекскардиография.	128
Фонокардиография.	131
Эхокардиография.	133
Вариацион пульсометрия.	136
Адабиётлар.	141

Босишга рухсат этилди 29.01.2003. Ҳажми 9,25 босма табок.
Бичими 60x84 1/16. Адади 300 нусха. Буюртма 166.
М.Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий Университети
босмахонасида чоп этилди.