

Ә. А. Бәйімбет

ИХТИОЛОГИЯНЫҢ НЕГІЗДЕРІ

1-бөлім

ОҚУ ҚҰРАЛЫ



ӘЛ-ФАРАБИ атындағы
ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Қарағұл
Зығаси и ихтиология

Ә. А. Бәйімбет

ИХТИОЛОГИЯНЫҢ НЕГІЗДЕРІ

1-бөлім

Оқу құралы

Алматы
"Қазақ университеті"
2005

ББК 28.693я73
Б 40

*Баспаға әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті биология факультетінің
Ғылыми кеңесі және Редакциялық-баспа кеңесі ұсынған*

Пікір жазғандар:

биология ғылымдарының кандидаты, доцент *Б. Е. Есжанов*;
биология ғылымдарының кандидаты, доцент *Н. Ш. Мамилов*

Бәйімбет Ә.А.

Б 40 Ихтиологияның негіздері. 1-бөлім: Оқу құралы. - Алматы: Қазақ университеті, 2005. - 84 б.

ISBN 9965-12-976-2

Оқу құралының 1-бөлімінде балықтардың сыртқы-ішкі құрылысының ерекшеліктері, органдар жүйесінің атқаратын қызметі, сезім мүшелері, эндокринді бездер, қысқаша даму тарихы, адам үшін және табиғаттағы маңызы көрсетілген.

Оқу құралы “Балық шаруашылығы” бойынша мамандар дайындайтын университеттер мен институттардың студенттеріне арналған. Биологиялық білімдерді қажет ететін басқа да мамандық иелеріне пайдалы болары сөзсіз.

Б 1907000000-328 21-05
460(05)-05

ББК 28.693я73

ISBN 9965-12-972-2

© Бәйімбет Ә.А., 2005
© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2005

Алғы сөз

Қазақстан ТМД елдерінің ішінде құрлықтағы суларға Ресейден кейінгі бай ел. Осы жағдай ескеріліп 1961 ж. Қазақ мемлекеттік университетінің (кәзір әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті) биология факультетінде «Гидробиология және ихтиология» кафедрасы ашылған болатын. Бұнда мамандар дайындау орыс тілінде жүргізілді. Кәзір университетімізде «Балық шаруашылығы» саласында мамандар дайындау факультетіміздің «Зоология және ихтиология» кафедрасында іске асырылуда.

Еліміз дербестік алып қазақ тілі мемлекеттік болып бекігеннен бері осы салада мамандарды дайындауда қазақ топтары да оқытылуда. Бірақ, бұл саланың ешбір пәндерінде қазақша оқулық жоқ. Осыған орай автор ең негізгілерінің бірі «Ихтиологияның негіздері» оқу құралын жазуды қолға алды. Ол төрт бөлімнен тұрады:

- 1 бөлім. Балықтардың құрылысының ерекшеліктері.
- 2 бөлім. Балықтар және тіршілік ортасы.
- 3 бөлім. Балықтардың систематикасы мен биологиясы (арнаулы ихтиология).
- 4 бөлім. Балықтардың географиялық таралуы (ихтиогеография).

Оқу құралын жазғанда автор орыс тіліндегі ескі-жаңа оқулықтарды негізге алып, өзінің 45 жылдай ғылыми-оқытушылық тәжірибесін пайдаланды. Әзірге ұсынылып отырғаны 1 бөлім. Бұнда пайдаланылған әдебиеттер шығарманың соңында келтірілді. Оқу құралындағы суреттер (кейбіреуі сәл түзетілген) аталған әдебиеттерден алынды.

Ұсынылып отырған еңбек туралы пікір-тілектерін білдіреміз дегендерге – мекен жайымыз: Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71, ҚазҰУ, биология факультеті, зоология және ихтиология кафедрасы.

Кіріспе

Ихтиология (гр. «ichthys» - балық, «logos» - сөз, ақыл, сана) – балықтар жайындағы ілім, омыртқалы жануарлар туралы ғылымның бір саласы. 43 мыңдай түр құрайтын омыртқалы жануарлардың 22 мыңдайы балықтардың үлесіне тиеді.

Академик Л.С. Берг берген анықтама бойынша: «Ихтиология дегенде балықтардың табиғи тарихы деп түсінеді. Ихтиология балықтардың сыртқы белгілері мен ішкі құрылысын (морфологиясы мен анатомиясын), балықтардың сыртқы ортаға – бейорганикалық және органикалық – қарым-қатынасын (экологиясын, кейде биологиясы деп те атайды), даму тарихын – жеке организмнің (эмбриологиясын), және түрлердің, туыстардың, тұқымдастардың, отрядтардың, т.т. (эволюциясын немесе филогениясын), сондай-ақ балықтардың географиялық таралуын (зоогеографиясын) зерттейді». Бұларға қоса ихтиология балықтар үйірінің санын және санының ауытқу заңдылықтарын зерттейді, балықтардың өндірістік қорын анықтау әдістерін жетілдіреді, қысқа және ұзақ мерзімді балықты аулау көлемін болжайды. Ихтиология балықтардың мінез-құлығын (этологиясын), өзара қалай қатынаста болатынын, ұрпағына қамқорлық түрлерін зерттейді.

Ихтиология табиғат тану ілімдерінің басқа салаларымен, әсіресе гидрология және гидробиология, тығыз байланысты. Аталған пәндер гидробионттардың тіршілігінің физикалық және экологиялық, яғни тіршілік ортасының абиотикалық және биотикалық жағдайларын зерттейтіндер. Ихтиологияның дамуы онан балықтар физиологиясы, биохимиясы, балықтар генетикасы, селекциясы және будандастыру, тоғандарда және табиғи суларда балық өсіру, балық аулау, балықтардың эмбриологиясы, балық өндірісінің шикі зат қоры, балық тағамдарының технологиясы, балықтардың ауруы сияқты ғылым салаларының бөлінуіне себепші болды.

Адамзат балықты, басқа су объектілерімен қоса, өте ерте заманнан бері маңызды тамақтық зат есебінде пайдаланып келеді. Сондықтан олар өзен, көл, теңіздердің жағасына қоныстанған. Кейіннен балық аулау өнеркәсіптің бір саласына айналды. Балық аулау кәсібінің маңызы жыл сайын артуда, себебі адам тамағындағы жануарлар белогінің, Жер жүзі бойынша шамамен, 20%-нің көзі балықта. Ал, кейбір ел тұрғындары жануарлар белогіне қажеттілігін (мыс., Жапония) су жануарларынан, негізінен балықтан қанағаттандырады. Бұндай жағдай біршама, әсіресе теңіз жағалауларындағы, елдерде қалыптасқан. Бұған Жер жүзінде адам санының көбеюін ескерсек, балыққа деген қажеттілік ешбір даусыз. Бұның мысалын төмендегі кестеден байқауға болады.

ФАО дерегі бойынша әлемдік балық аулау динамикасы

Тұқымдастар	1970		1980		1986	
	млн т	%	млн т	%	млн т	%
Майшабақтар, анчоустар	21,15	40	15,50	21	23,94	26
Трескалар	10,32	19	10,75	15	13,49	15
Ставридалар	2,59	3	7,32	10	7,18	8
Тунецтер	1,35	3	2,63	4	3,41	4
Камбалалар	1,24	2	1,08	1	1,30	1
Скумбриялар	2,89	5	4,63	1	4,03	4
Албырттар	0,52	1	0,82	1	1,01	1
Қалғандары	14,52	27	29,39	47	37,09	41
Барлығы	54,58	100	72,12	100	91,45	100

Балық тек тамақтық зат емес, олардың қайсыбірі науқастарға диетикалық ас, ал бауырынан алынатын балық майы – дәрі, соңғы жылдары акуланың қанатынан ракқа қарсы қолданылатын дәрі жасалды (АҚШ), ал өндеуден қалған балық қалдықтарынан (басы, органдары, т.т.) балық ұнын өндіріп құс өсіретін шаруашылықтарда, жер өндеуде органикалық тыңайтқыш ретінде пайдаланылуда. Бұрын акула терісінен егеу (өндірістікке дейін), қымбат киетін, қолға ұстайтын әсемдік заттар, ал қабыршақты балықтардың қалың қабыршағынан бижутериялар жасаған.

Балықтардың табиғаттағы маңызы ерекше. Себебі, Жер жүзіндегі 43 мыңдай омыртқалылардың 50% шамасын құрайтыны балықтар. Планетамыздың 2/3 бөлігін алып жатқан судағы өсімдіктер мен басқа организмдер жинаған энергия қорын өндеуде балықтардың орны бөлек. Бұлар сулардағы қисапсыз санды фитопланктондардан бастап, қоректік спектрінің әртүрлілігінен, барлық қоректік тізбектерге әсер етеді. Сонымен қатар балықтар судағы, құрылықтағы көптеген жануарлардың қоректік қоры. Негізі паразиттік көптеген аурулардың аралық немесе аяққы иесі.

Ихтиологияның дамуына қысқаша шолу. Адамзат өте ертеден су объектілерін және әсіресе балықты өте маңызды, кейде тіптен негізгі тамақ құрамы ретінде пайдаланып келеді. Тарихтан бұрынғы адамдардың қонысындағы «асханалық қалдықтарда», заңдылық ретінде, балықтардың сүйектері мен моллюскалардың бақалшақтары молынан кездеседі. Кейінгі дәуірлерде планетамыздың тұрғындарының теңіздер мен ішкі сулардағы биологиялық қорларды пайдалану масштабы мен оның әртүрлілігі бірте-бірте артып келеді. Біздің заманымызға дейінгі 3700-3600 жылдардан бастап Ерте Египеттің папирустары мен жартастарында балықтардың түрін анықтауға болатын, сондай-ақ оларды сою және тұздау процестерін көрсететін суреттерді көруге болады. Көптеген мемлекеттердің тарихы, біршама географиялық жаңалықтардың ашылу себептері, көптеген жаңа

біршама географиялық жаңалықтардың ашылу себептері, көптеген жаңа аудандарға қоныстану, кейбір халықаралық даудың тууы планетамыздың әртүрлі аудандарындағы сулардың көптүрлі биологиялық қорларын халықтың кеңінен пайдалануға ұмтылысынаан туғанын оңай түсінуге болады. Барлық елдердің тұрғындары балықты тамаққа бірте-бірте көбірек пайдалануда, ал олардың қайсыбірі, әсіресе Жапондықтар, жануарлар белогінің негізін балық кәсіпшілігінен алады.

Жануарлар әлемінің осы көптүрлі өкілін тыңғылықты зерттеу біздің заманымыздан 2300 жылдай бұрын ұлы философ және ғалым грек Аристотельден (384-322 жылдары өмір сүрген) басталады. Оның «История животных» шығармасы сол уақыттағы жануарлар әлеміне деген түсінікке алғашқы ғылыми шолу болатын. Аристотельдің, сол уақытқа сәйкес, желбезекпен тыныс алатын су жануары балықтар туралы түсінігі дұрыс болатын. Ол балықтарды шеміршектілер мен сүйектілер деп және органдар жүйесінің барлығын ажыратты. Кітабында кейбір балықтардың биологиясы мен миграциясы, уылдырық шашатын мерзімі мен жерлері туралы және т.б. мәліметтер болды. Осыдан кейін балықтарды ғылыми тұрғыдан зерттеу ұзақ уақыт тұралап қалды. Аристотельден тәрбие алғандар мен ізбасарлары оның еңбегін қайталаумен шектелді. Тек 16 ғасырдың ортасынан бастап басқа жануарлар мен балықтарды зерттеу іске аса бастады. Балықтардың сыртқы құрылысын сипаттау, олардың систематикасын құрастыру әрекеттері болды. Зоологтардан балықтардың сипаттамасын жазып қалдырған П.Белона, Г.Ронделе және И.Сальвиани ерекшеленеді. 17 ғ. Д.Рэй мен А.Виллугби балықтарды классификациялауға талаптанды.

18 ғ. швед ихтиологы П.Артедидің (1705 – 1734) жұмыстарымен ерекшеленеді. Ол бұрын жарияланған барлық жұмыстарға талдау жасап, систематикалық анализдің әдістері мен заңдылықтарын қалыптастырды. Оның «Ихтиология» деп аталатын еңбегі әділетті түрде ұзақ уақыт балықтарды пайымды зерттеген деп есептелді. Кейіннен К.Линней өзінің «Система природы» атты еңбегіне П.Артедидің балықтар систематикасын шамалы түзетулермен енгізді.

19 ғ. көптеген ғалымдар балықтардың салыстырмалы анатомиясы мен палеонтологиясын зерттеуге, сол уақытқа сәйкес балықтар систематикасын құрастыруға көңіл аударды (Ж.Кюве, И.Мюллер және т.б.). Осы ғасырдың екінші жартысында биология ғылымының, оның ішінде ихтиологияның, дамуына Ч.Дарвиннің ілімі үлкен әсер етті.

18 ғ. Ресейде балықтарды зерттеу В.Берингтің экспедициясына (1732-1743 ж.ж.) қатысқан С.И.Крашенинниковтың атымен байланысты. Ол «Описание земли Камчатки» шығармасында көптеген балықтарды сипаттады және олардың морфологиясы мен биологиясының ерекшеліктеріне көңіл аударды. Ресейдің басқа өңірлерінің (Еділ, Ақ теңіз, Жаңа жер, Обь, Солтүстік Двина) балықтарын Үлкен академиялық экспедиция құрамында И.Лепехин зерттеді. Осы экспедицияға қатысушы акад. П.Паллас Каспий теңізінің су алабын, Байкал көлі және Ертіс, Обь,

Енисей, Амур су алабын зерттеп 300-дей теңіз және тұщы су балықтарының сипаттамасын берді.

19 ғ. К.Бэр мен Н.Данилевскийдің Каспий, Азов, Қара теңіздеріндегі жүргізген зерттеулері ерекше орын алды, соның нәтижесінде балықтарды қорғаудың ғылыми негізделген шаралары мен балық аулауды ұтымды ұйымдастыру жолдары ұсынылды. Бұдан кейінгі уақытта ғылыми-кәсіптік зерттеудің дамуына атақты ғалым Н.М.Книповичтің жұмыстары өте маңызды роль атқарды – 1898-1908, 1912, 1913, 1915 жылдардағы Баренц, Каспий, Азов-Қаратеңіз экспедициялары. 19 ғ. аяғы мен 20 ғ. басында неміс ғалымы Ф.Гейнке, дат ғалымы К.Петерсен, Норвегия ғалымы Ю.Иорт, т.б. балық аулау кәсібін ғылыми тұрғыдан зерттеу жұмыстарын жүргізді, соның нәтижесінде балық қорын анықтау тәсілдері ұсынылды.

19 ғ. аяғы мен 20 ғ. басында ихтиология қарқынды дамып дербес ғылым сипатына ие болды.

Шет елдік ғалымдардан ихтиолог Д.Джордэн мен ихтиолог-палеонтолог Э.Стеншюны атау керек. Осы ғалымдардың зерттеулерінің дамуы орыс ихтиологы акад. Л.С.Бергтің «Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых» шығармасында жалғасын тапты.

Ихтиологияның дамуына кеңестік дәуіріндегі ихтиологиялық бағыттың бастаушысы атанған Л.С.Берг (балық систематикасы, палеонтологиясы, таралуы), А.Н.Северцов (балық анатомиясы), В.В.Васнецов пен С.Г.Кржыжановский (балық морфологиясы мен эмбриологиясы), Е.К.Суворов (кәсіптік ихтиология), Г.Н.Монастырский (балық жасын және өсу жылдамдығын анықтау), Г.В.Никольский (арнайы ихтиология және балық экологиясы оқулықтары), т.б. ғалымдар үлкен үлес қосты. 20 ғ. ортасынан бастап ихтиологтар балықты зерттеудің барлық саласына да көптеген жаңалықтар енгізді. Мысалы, балық үйірін іздеуге ультрадыбысты қолдану, балық аулауда электр жарығын, балықтың қоректенуін зерттеуге радиоактивті изотоптарды пайдалану, балық өсіруде гипофиз гормонын инъекциялау, батискаф, т.б. аппараттармен судың әр түрлі тереңдігін зерттеу, су асты телевизиясын пайдалану және т.б.

Ихтиологиялық зерттеулерді дамытуға көмектесетін Халықаралық ихтиологиялық бірлестік, Халықаралық ихтиологиялық теңіз зерттеу кеңесі және т.б. ұйымдар бар.

Қазақстан суларының балықтарын іргелі зерттеу 18 ғ. П.Палластың еңбектерінен басталады. Ол 1768-1773 ж. Санкт-Петербургтен Байкал бойына жасаған саяхаты кезінде Каспий теңізі мен Еділ, Жайық, Ертіс өзендерінің ихтиофаунасын зерттеді. Арал теңізінің балықтары туралы алғашқы деректерді Г.Мейендорф берді (1820). 1853-1857 ж. Каспий су алабын зерттеушілер (К.Бэр, Н.Данилевский) балық үйірінің динамикасы мен судың биологиялық өнімділігі теориясының негіздерін қалады. Қазақстанның ихтиофаунасын тануда 19 ғ. екінші жартысында ғалым-саяхатшылар Н.А.Северцов пен А.П.Федченконың, К.Ф.Кесслердің, А.И.Шренктің, Н.М.Пржевальскийдің, Ш.Уәлихановтың, т.б. жинаған

мәліметтері мен ғылыми-зерттеулерінің маңызы ерекше болды. 19 ғ. соңына қарай Арал-Сырдария, Балқаш-Алакөл, Таулы Алтайдың балықтарын зерттеген Г.И.Поляков, О.Финш, А.М.Никольский, Л.С.Берг және т.б. ғалымдардың еңбектері айтарлықтай.

Аралда 1929 ж. Бүкілодақтық балық шарушылығы ғылыми-зерттеу институтының тұрақты стансасы, 1933 ж. Балқашта бөлімшесі, кейінірек Алтай ихтиологиялық базасы ұйымдастырылды (1959). Қазақстан ихтиофаунасын зерттеудің жаңа кезеңі КСРО ҒА-ның 1932 ж. Қазақстанда ұйымдастырылған базасымен байланысты. Осы кезеңде Қазақстанның ихтиофаунасын зерттеуде Г.В.Никольский (Арал су алабы), П.Ф.Домрачев (Балқаш су алабы) және т.б. ғалымдар елеулі үлес қосты. 1959 ж. Қазақстан ҒА-ның Зоология институтында әуелі сектор, кейіннен ихтиология және гидробиология бөлімшесі Арал, Балқаш, Алтай бөлімшелерін қамтитын Қазақ балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтына (КазНИИРХ – кәзір НПЦ Рыбное хозяйство) айналды. 1961 ж. ҚазМУ-де (қазіргі әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті) ихтиология және гидробиология кафедрасы ашылды.

Республикамыздың ірілі-уақты суларын терең зерттеу 20 ғ. 40-жылдарынан басталды. Бұл кездегі ихтиологиялық зерттеу жұмыстары, негізінен, республика ғалымдарының күшімен атқарылды. 1945-1950 ж. Аралда, Балқашта, Зайсанда тұрақты зерттеулер жүргізілді. Олардың негізгі мақсаты өндірістік бағалы балық қорын зерттеу және балық аулауды тиімді ұйымдастыру болды.

20 ғ. 60-жылдарынан Қазақстанның әр өңіріне лайық балық шаруашылықтарын құру мәселесі биологиялық тұрғыдан дәлелденді, кәсіптік мәні бар бағалы балықтар жерсіндірілді, көптеген балық түрлерінің морфологиялық және физиологиялық ерекшеліктері, коректенуі, паразит фаунасы мен аурулары зерттелді. Республика өзен-көлдерінде биологиялық өнімдер қалыптасуының заңдылықтары, балық өсіру технологиясы іздестірілуде, балық фаунасы жөніндегі мәліметтер жүйеге келтіріліп, қорытылуда. Осы жұмыстарға тікелей араласып, басшылық еткен Н.З.Хұсаинова мен В.П.Митрофановтың аттарын атаған жөн. 1986-1992 жылдары В.П.Митрофановтың басшылығымен шыққан 5 томдық «Рыбы Казахстана» жинағы бұрынғы ССРО көлеміндегі елеулі еңбек болды, бұл республикамызда осы салада атқарылған іргелі жұмыстардың нәтижесі еді.

I бөлім

Балықтар құрылысының ерекшеліктері

Балықтар омыртқалы жануарлардың ішіндегі ең көпсанды және әртүрлі пішінді топ. Бұл олардың өте әртүрлі жағдайларда тіршілік етуімен байланысты. Балықтар тропикалық, қоңыржай және полярлы зоналардың шағын қара суларында, ағысы қатты өзендері мен жылғаларында, теңіздері мен мұхиттарында тіршілік етеді. Балықтар 6000 м биіктегі тау суларында, мұхиттардың тұңғыықтарында, жер асты үңгірлердегі суларда да кездеседі. Бұлар температурасы 2°C суық сулардан 40°C асатын ыссы суларда да, сондай-ақ тұщы, кермек және тұздылығы 80‰ болатын суларда да тіршілік ете алады, тек тұзсыз (тазартылған) және тұздық суларда болмайды.

Балықтардың әрбір түріне нақтылы тіршілік жағдайы тән, бұлардың құрылысы мен тіршілігі айтарлықтай солардың ерекшелігіне байланысты. Ұзақ тарихи даму барысында балықтар судың құрамының көптүрлілігіне бейімделген, сондықтан пішіні мен түсі де әртүрлі, көптеген айрықша органдары дамыған немесе жоғалған.

Негізінен суда жүзетін балықтардың арасында ауада қалықтайтын, жерде жорғалайтын немесе секіретін түрлері де кездеседі. Балықтардың кейбіреуі микроскоптық балдырлармен – фитопланктон, екіншілері – жоғары сатыдағы су өсімдіктерімен, басқалары зоопланктонмен немесе зообентоспен қоректенеді, өте үлкен жануарларды жей алатын түрлері де кездеседі. Көптеген балық түрлері ұрпағын қорғайды, бұндайда өзі опат болатын жағдайлар жиі кездеседі. Балықтар жұмыртқа (уылдырық) салып көбейеді, дегенмен тіріжұмыртқа немесе тірі туатындары да бар. Кейбір балықтар өте жоғары кернеулі электр тогын бөле алады, ал антарктикалық аққанды-балықтың қанында эритроциттер болмайды, қаны түссіз және т.т.

Балықтардың сыртқы құрылысы және қозғалысы

Дене пішіні және пластикалық белгілері. Балықтардың әртүрлі жағдайда тіршілік етуі олардың пішінінің әртүрлі болуына себеп болды. Әсіресе көп кездесетін пішіндер төмендегідей.

Ұ р ш ы қ т е к т е с (торпедотектес). Денесі жақсы сүйірленген, тұмсығы үшкір. Бұл типке ұзақ уақыт жоғары жылдамдықпен жүзе алатындар жатады: тунецтер, скумбриялар, албырттар. Көшілік балықтардың дене пішіні осы типке жақын (кефалдар (басқын), майшабақтар, трескалар және т.б.).

Ж е к т е к т е с. Денесі ұзын, арқа және аналь қанаттары құйрығына жақын орналасқан. Бұл пішінді балықтар ұзақ уақыт жақсы жүзе

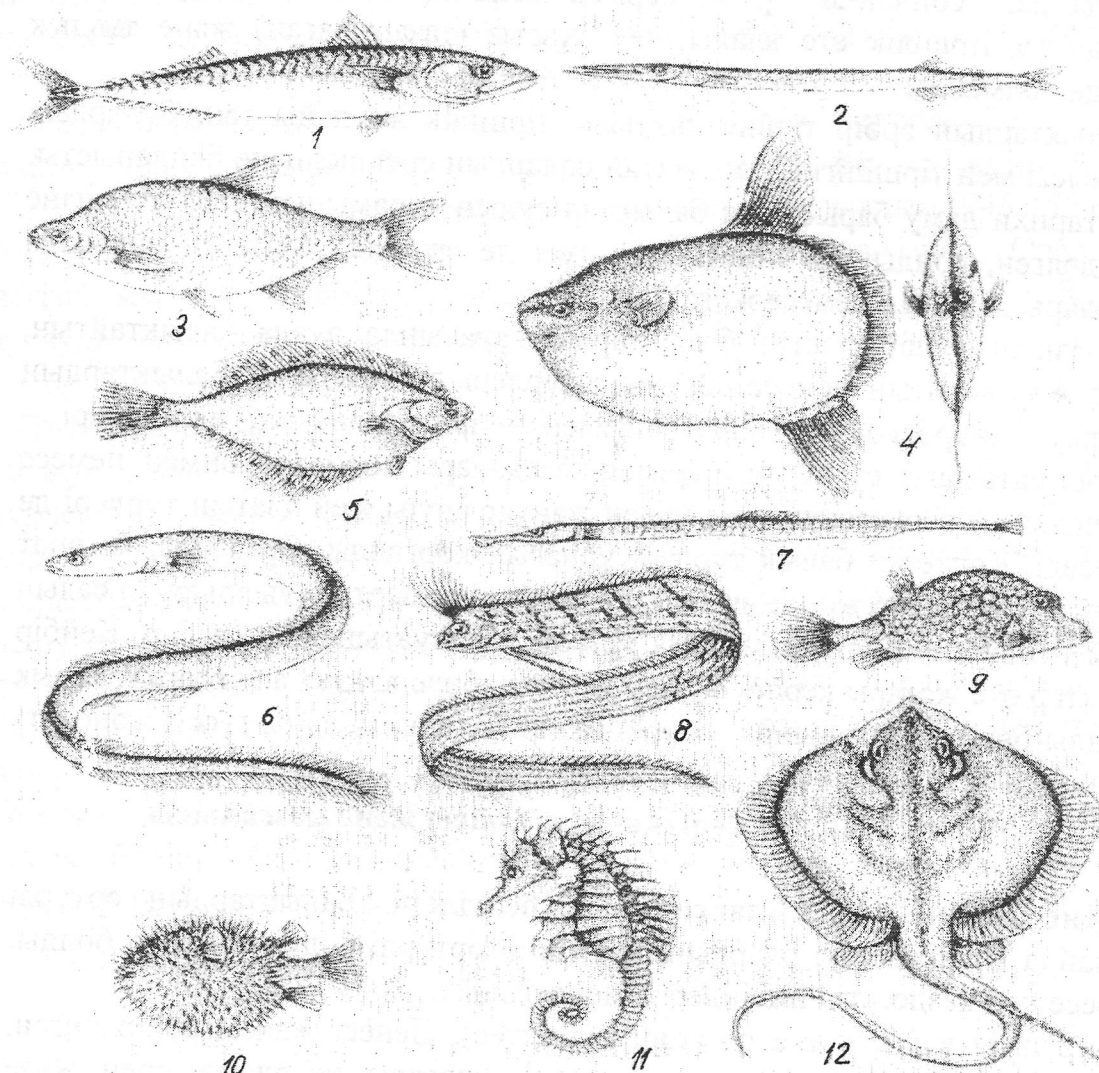
алмайды, жасырынып тұрып өзінің жеміне, не жауынан құтылу үшін жай оғындай тез қимылдайды (шортан, сарган, сайра).

Т а с п а т е к т е с. Денесі ұзын, екі бүйірінен қысыңқы (сығылған). Үлкен тереңдікте тіршілік ететіндер. Жәйімен денесін ию арқылы жүзеді. Өкілдері: қылыш-балық, майшабақ королі.

Ж ы л а н б а л ы қ т е к т е с. Денесі ұзарған, көлденең кесіндісінде сопақ. Жәйімен денесін ию арқылы жүзеді. Бұндай пішінділер: миногалар, миксиалар, жыланбалықтар, шырма-балықтар.

Ж а л п а қ. Кейбір балықтардың денесі биік, екі бүйірінен сығылған (камбалалар, тырандар, ай-балықтар), екіншілерінің денесі дорсо-вентральді сығылған (скаттар, теңіз шайтаны). Су түбіне жақын тіршілік ететін, аз қозғалатын балықтар.

Ш а р т е к т е с. Бұндай пішін кірпі-балыққа, пинагорға тән. Судың таязында тіршілік ететін кірпі-балық қауіп туған кезде өзінің ерекше

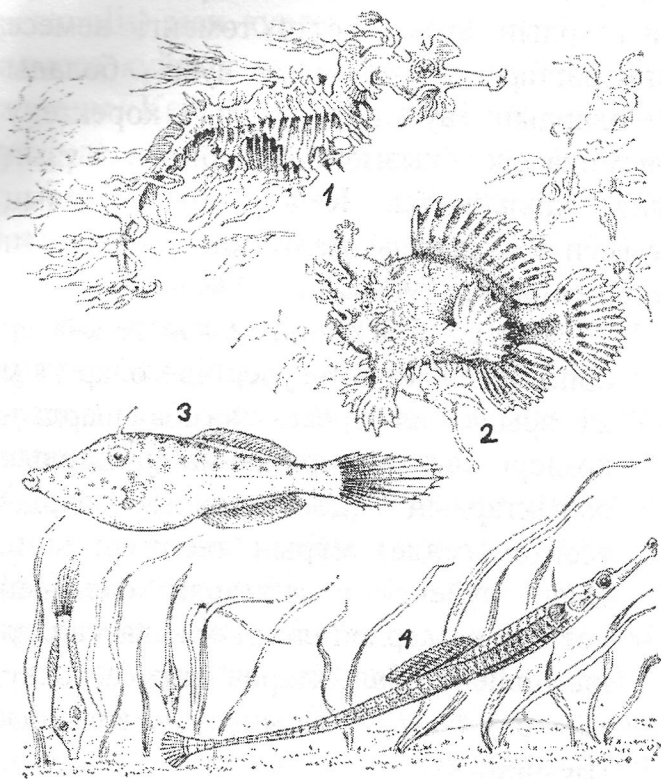


1 сурет. Балық денесінің пішіні:

1 – сқумбрия; 2 – сарган; 3 – тыран; 4 – ай-балық; 5 – камбала; 6 – жыланбалық; 7 – теңіз тебені; 8 – майшабақ королі; 9 – кузовок; 10 – кірпі-балық; 11 – теңіз аты; 12 – скаат.

қабына су толтырып шарға айналады. Бұндай пішінді балықтар өте ақырын жүзеді (1 сур.).

Көптеген балықтарды аталған топтардың бірде-біреуіне жатқызуға болмайды – аралық пішінді болады, ал кейбіреулері тіпті таңқаларлық (атша-шүберекті, желкенділер, макроустектестер немесе ұзынкұйрықтылар, тебентектестер, денесінің көп бөлігін сүйек қаптаған кузовиктер, т.б.) (2 сур.).



2 сурет. Қалың шөптер балықтары:

1 – теңіз атша-шүберекті (*Phyllopteryx eques*); 2 – балық-клоун (*Histrionicus histrionicus*); 3 – алютера (*Aluterus scriptus*); 4 – теңіз тебені (*Syngnathus acus*).

Балық д е н е с і бас, кеуде, құйрықтан тұрады. Бас пен кеуденің шекарасы шеміршекті балықтарда соңғы желбезек саңылауы, ал сүйекті балықтарда желбезек қақпағының сыртқы жиегі (желбезек жарғағынсыз), кеуде мен құйрықтың шекарасы – аналь тесігі. Нағыз дұрысы –

кеуде және құйрық омыртқаларының шекарасы.

Бас. Балықтардың басының пішіні әртүрлілеу және ол тіршілік ортасына бейімделу. Семсер-балықтың үстіңгі жақ сүйектері семсердей ұзарған – ол шабуыл құралы және үлкен жылдамдықпен жүзуді қамтамасыз етеді. Тасбекіренің басы күректей жалпақ, тебен-балықта – түтік, ал балға-акулада балға сияқты, оның екі ұшында көздері болады.

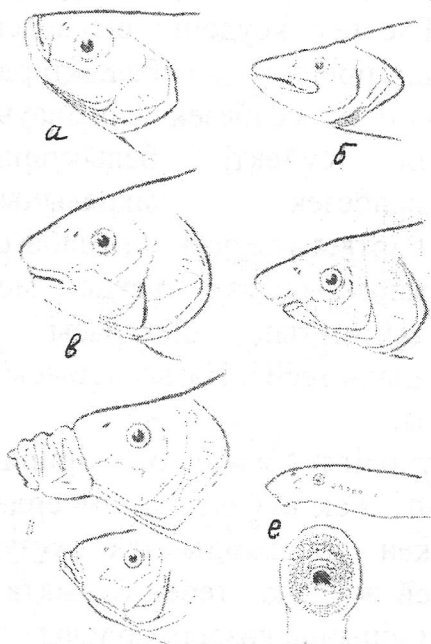
Балықтардың басында аузы, көздері, танаулары, желбезек саңылаулары орналасқан.

Сүйекті балықтардың желбезек саңылаулары 1 жұп, көпшілік акулалар мен скаттарда 5, ал химераларда желбезек қақпағы сияқты терімен жабылған 4 жұп. Нағыз желбезек қақпағы тек сүйекті балықтарда болады. Желбезек қақпақтарының жиегі тері жарғақпен көмкерілген, олар басының астында желбезек аралық жерге бекіген (тұқылар) немесе бекімеген (майшабақтар), ал кейбір балықтарда екі желбезек жарғағы өзара қосылып қатпаршақ құрайды (қортпа, дөнмандай).

Аузының орналасқан жері мен оның құрылысы олардың қоректену сипатына байланысты (3 сур.). Балықтар аузының аталуы: жоғарғы – төменгі жақ сүйектері ілгері жоғары қарай созылған (қылыш-балық,

дөңмандай); жартылай жоғарғы – төменгі жақ сүйектері болар-болмас ілгері созылған (үкі-шабақ); алдыңғы – үстіңгі-астыңғы жақтарының ұзындығы бірдей (көкшұбар, скумбрия); жартылай төменгі – жоғарғы жақ болар-болмас ілгері созылған (торта, тыран); төменгі – үстіңгі жағы немесе тұмсығы ілгері қарай жақсы созылған (шеміршекті балықтар, бекірелер, тұрпа). Төменгі ауыз жарты ай (кортпа) немесе көлденең саңылау (бекіре, қызылкөз) сияқты болуы мүмкін. Кейбір балықтардың аузы жоғары қараған қисық саңылау сияқты (шемей, көк-тыран). Тамағы су түбіне жақын болатын балықтардың аузы әдетте төменгі немесе жартылай төменгі, ал планктофагтардікі жоғарғы ауыз болады. Акулаларда бұдан айрықша, олардың аузының орны қоректену ерекшелігінен емес гидродинамикалық қызмет атқаратын ұзын тұмсығының (рострум) болуына байланысты. Кейбір балықтардың жақаралық сүйектері бас қаңқасымен қозғалмалы жалғасқан, сондықтан аузы түтік сияқты созылуы мүмкін (бекірелер, тұқылар).

Бастың бүйірлерінде әдетте көздер орналасқан. Кейбіреулерінде олар тым жоғарыда, ал ересек камбалалардың көздері бастың бір жағында. Барлық балықтардың (дөңгелекауыздыларды есептемегенде) мұрын тесіктері жұп. Олар сүйекті балықтарда басының үстінде көздерден ілгері орналасқан, ал шеміршекті балықтарда (акула, скат, химера) – басының астында. Шеміршекті



3 сурет. Балық аузының әртүрлі пішіндері: а – жоғарғы; б – алдыңғы; в – жартылай төменгі; г – төменгі; д – созылмалы; е – воронкатәрізді (дөңгелек).

балықтар мен шеміршекті ганоидтыларда көзінен кейін тесік болады – шашыратқыш, қызметін жойған желбезек саңылауларының қалдығы. Көптеген балықтардың басында (жайын, треска, шырма-балық) дәм сезу және түйсіну органдарының қызметін атқаратын мұртшалары болады. Басында әртүрлі тікенектердің болуы онша сирек жағдай емес.

Бүйір сызығы. Көпшілік балықтардың екі жанында бір толық бүйір сызығы (l.l. – *linia lateralis*) болады, кейбіреуінде ол үзік-үзік (корюшкілер, навагалар) немесе қисық (қылыш-балық). Терпугтерде әр бүйірінде 5 бүйір сызығы болса, ал кейбір балықтарда бүйір сызығы жоқ

(майшабактар), олардың бастарында тек сейсмосенсорлы өзекшелері болады.

Жүзу қанаттары. Бұлар балықтар құрылысының ерекшелігі. Қанаттардың көлемі, пішіні, саны, бекіген жері және қызметтері әртүрлі. Бұлар дене тепе-теңдігін сақтайды, балықтың қозғалуына және жүзуін тежеуге қатысады.

Балық қанаттары жұп, жоғары сатыдағы омыртқалы жануарлардың аяқтарына сәйкес, және тақ деп ажыратылады. Жұптарға кеуде Р (*p. pectoralis*) мен құрсақ V (*p. ventralis*), тақтарға арқа D (*p. dorsalis*), аналь немесе құйрық асты А (*p. analis*) және құйрық С (*p. caudalis*) қанаттары жатады. Кейбір балықтардың арқа қанатынан кейін құйрық сабағының үстінде, қанат талшықтары жоқ, май қанаты болады (*p. adiposa*).

Балықтарда арқа қанаттары бірнеше болуы мүмкін: мыс., майшабақтәрізділер мен тұқытәрізділерде 1, көптеген алабұғатәрізділер мен басқын-балықтарда (кефалдар) 2, ал кейбір трескаларда 3. Бұлардың бекіген жерлері әрқалай. Торуылдайтын балықтарда (шортан) денесінің артқы бөлігінде, майшабақтәрізділер мен тұқытәрізділерде денесінің ортасында, денесінің алдыңғы жағы шомбал болатындардың (алабұға, треска) бірінші арқа қанаты басына жақын бекіген. Желкенділерде әрі биік, әрі ұзын, камбалаларда өте ұзын және аналь қанатымен бірге негізгі қозғалу органы. Скумбриялар, тунецтер, сайраларда арқа және аналь қанаттарынан кейін майда қанатшалар орналасқан. Теңіз шайтанының арқа қанатының бірінші талшығы алдауыштың қызметін атқаратын ерекше қармаққа айналған, тұңғиықтың қармақшысында осы қармақта жарқырауық орган болады. Жабысқақ-балықтардың бірінші арқа қанаты сорғышқа айналған. Электрлі жыланбалықта арқа қанаты жоқ, ал су түбіне жақын тіршілік ететін аз қозғалатын түрлерде (жайын) ол нашар дамыған немесе жоқ (скаттар).

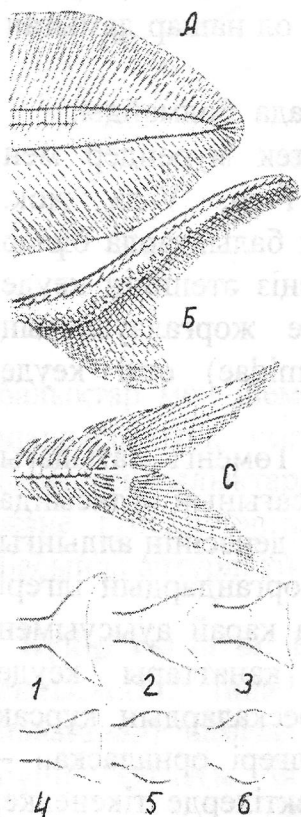
Аналь қанаты әдетте 1, трескада 2, ал тікенекті акулада болмайды.

Кеуде қанаттары сүйекті балықтарда дағдылы, тек мурендер мен кейбіреулерінде болмайды, дөңгелекауыздыларда Р-да, V-да жоқ. Скаттарда Р үлкейген – негізгі жүзу органы. Ұшатын балықтарда бұлар өте ұзарған – ауада қалықтауға мүмкіндік береді. Теңіз әтешінің кеуде қанаттарының 3 талшығы жекеленген, су түбінде жорғалауыштың қызметін атқарады, ал секіргіштердің (*Periophthalmidae*) етті кеуде қанаттары құрғақта жүруге бейімделген.

Құрсақ қанаттары балықтарда әрқалай бекіген. Төменгі сатыдағы балықтарда (майшабақтәрізділер, тұқытәрізділер) құрсағының ортасында – абдоменальді. Біршама жоғары сатыдағы түрлерде V денесінің алдыңғы жағында, бұл құрсақ қуысының тарылуы және ішкі органдардың ілгері қарай жинақталуынан ауырлық орталығының басына қарай ауысуымен байланысты. Көпшілік алабұғатәрізділердің бұл қанаттары кеуде қанаттарының астында орналасқан – торакальді. Трескалардың құрсақ қанаттары кеуде қанаттарының астында, не онан ілгері орналасқан – югулярлі. Ошибниң құрсақ қанаттары иегінде, тікенектілерде тікенекке,

бұзаубас-балықтар мен пинагорларда сорғышқа айналған. Шеміршекті балықтардың аталықтарының құрсақ қанаттарының ішкі талшықтары шағылысу органына – птеригоподии – айналған. Кейбір балық түрлерінде бұл қанаттар болмайды.

Құйрық қанаттарының құрылысы әртүрлі. Оның үстінгі және астыңғы қалақшаларының көлеміне байланысты изобатты, гипо- және эпибатты құйрық қанатының типтерін ажыратады. Изобатты қанатта үстінгі және астыңғы қалақшалары бірдей (сазан, табан дөңмандай), гипобаттыда астыңғы қалақшасы ұзарған (ұшатын балықтар), эпибаттыда – үстінгісі (акулалар, бекірелер). Омыртқа жотасының соңының пішіні мен орналасуы бойынша бірнеше типтерді ажыратады: протоцеркальді - әдіпті құйрық (миногалар); дифицеркальді - сырттай және іштей симметриялы (қостыныстылар); гетероцеркальді – омыртқа жотасының соңы құйрық қанатының үлкен қалақшасына бағытталған (акулалар, бекірелер); гомоцеркальді – сырттай симметриялы, бірақ омыртқа жотасының соңғы омыртқаларының денесі мен үстінгі істік өсінділері жалпак сүйекке айналып уростиль деген атпен жоғары қалақшаға бағытталған, ал астыңғы қалақшаға бағытталған гипуралии тек омыртқаның төменгі істік өсіндісінен құралған (нағыз сүйекті балықтарға тән) (4 сур.). Нағыз сүйекті балықтардың төмендегідей типтерін ажыратады: шанышқытекес (майшабақтар), ойық (албырт), тік (треска), жұмыр (нәлім, бұзаубас-балықтар), жартыай (тунецтер, скумбриялар), сүйірленген (бельдюга). Құйрық қанаты болмайтын балықтар сирек. Құйрық қанаты жартыай, шанышқытекес, ойық балықтар ең жақсы жүзетіндер.



4 сурет. Құйрық қанаттарының пішіні мен типтері:

А – протоцеркальді (минога); Б - гетероцеркальді (бекіре);
С – гомоцеркальді (майшабақ); 1 – жартыайтекес (тунец);
2 – шанышқытекес (майшабақ); 3 – ойық (албырт); 4 – тік
(треска); 5 – доғал (нәлім); 6 – сүйірленген (бельдюга).

Балық қанаттарындағы талшықтарды тарамдалған және тарамдалмаған деп ажыратады. Тарамдалмаған талшықтар, иілетін буынды болуы мүмкін, және тарамдалмаған (тікпенекті) қатты, олар өзінше тегіс немесе кетікті болады. Әсіресе арқа және аналь қанаттарындағы талшықтардың саны түрлік белгілер. Қанаттардағы тарамдалмаған талшықтар санын рим цифрімен, ал тарамдалғандарын араб цифрымен белгілейді. Мысалы, өзен (кәдімгі) алабұғасының формуласы мынадай: D XIII-XVII, I-III 12-16, бұл алабұғаның екі арқа қанаты бар, оның бірінші арқа қанатында 13-17 тарамдалмаған, екіншісінде 2-3 тарамдалмаған және 12-16 тарамдалған талшықтар

бар екенін көрсетеді.

Әрбір қанаттар бірнеше қызметтер атқарады. Құйрық қанаты қозғалу күшін тудырады, олардың бұрылу мүмкіндігін қамтамасыз етеді, яғни бағдарлама ролін атқарады. Мысалы, табан құйрығын бір игенде денесін 90° бұрады. Жұп қанаттар тепе-теңдікті сақтайды және кеңістіктегі мен тереңдік бағдарлаушының қызметін атқарады. Арқа және аналь қанаттары кильдің қызметін атқарады, дененің өз осінен айналуына кедергі болады да дененің қалыпты жағдайын сақтауға көмектеседі. Жылдам жүзген уақытта жұп қанаттары денесіне жабысады, ал тунецтер мен пеламидаларда айрықша ойықтарға жиырылады. Жүзу барысында денесі қозғалмайтын балықтарда жүзу кейбір қанаттарының толқын сияқты қозғалысымен іске асады.

Ю.Г.Алеев (1963) қанаттардың 4 функциональдік зонасын бөледі:

1 зона – алдыңғы бағдарлауыштар және балықты көтеретін жазықтық; бұған жататындары Р және V (егер олар кеуде қанаттарының астында немесе алдында болса),

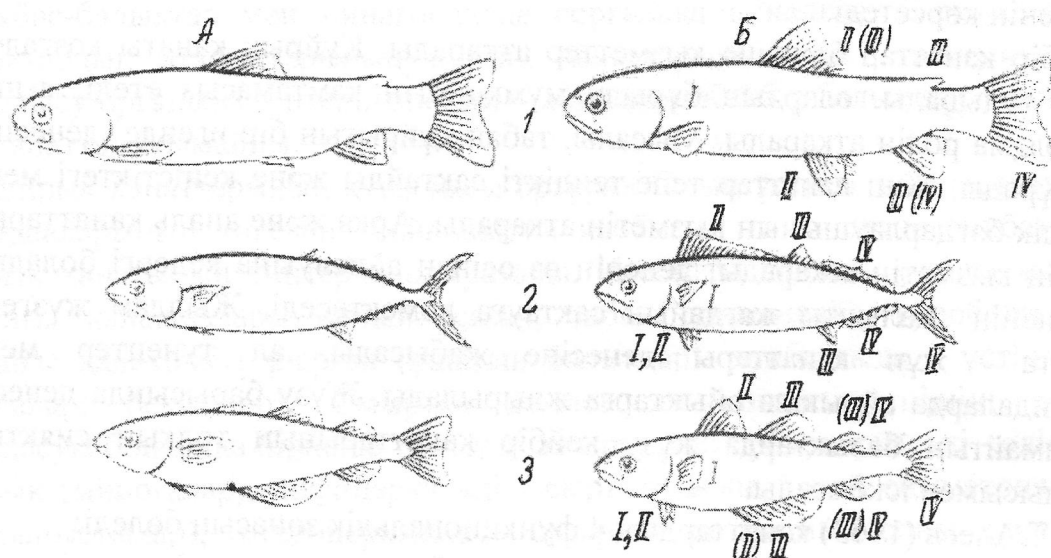
2-зона – киль зонасы; бұған жататындары ауырлық орталығының алдында орналасқан арқа қанаты, құрсақ қанаттары, егер олар ауырлық орталығының алдында орналасса; егер арқа қанаты 1 болса (майшабақтар мен тұқылардағыдай), онда оның алдыңғы бөлігі, ал бірнеше болса – біріншісі;

3 зона – стабилизатордың ролі, оның ролін ауырлық орталығынан кейін орналасқан арқа қанаты мен аналь қанатының алдыңғы бөлігі және бар болса май қанаты атқарады; мысалы трескаларда бұл зонаға екінші арқа қанаты мен бірінші аналь қанаты, ал албырттарда – май және аналь қанаты жатады;

4 зона – артқы бағдарламалар мен қозғалыс органдары; бұл зонаға құйрық қанаты мен көпшілік балықтардың арқа және аналь қанаттарының артқы бөлігі жатады; трескаларда бұл зонаға үшінші арқа қанаты мен екінші аналь қанаттары жатады; бұл зонаға кейбір балықтарда болатын арқа және аналь қанаттарынан кейінгі майда қанатшаларда жатады (скумбриялар) (5 сур.).

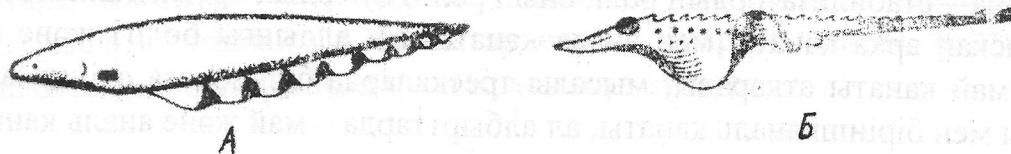
Қозғалу әдістері. Дене пішіні мен тіршілік ортасының көптүрлілігі балықтардың қозғалу әдістерінің де әрқалайлығының себептері. Олардың үш түрлі қозғалу әдістері белгілі – жүзу, жорғалау және ұшу. Балықтарға жүзу типтік әдіс, ол денесі мен құйрығының бүйір иілуі арқылы іске асырылады. Дененің иілуі бұлшық еттің жиырылуының нәтижесі.

Омыртқасы көп балықтар денесін күштірек иеді. Ең қысқа денелі ай-балық (барлығы 17 омыртқа) иіле алмайды. Дене құрылысы бүйір иілуге келмейтін балықтар (кузовок, арқамүйіз, теңіз-аты, тебен-балық, ай-балық, электрлі балықтар) қанаттарының толқын тәрізді (ундулирующий) қозғалуы арқылы жүзеді: электрлі жыланбалықтарда – аналь, ай-балық пен кузовоктарда – құйрық, скаттарда – кеуде қанаттары (6 сур.).



5 сурет. Қанаттардың функциональдік зоналары және олардың тіке жүзгендегі (А) және бұрылғандағы (Б) жағдайлары:

1 – албырт; 2 – пелагида; 3 – треска; тіке жүзген уақытта көпшілік балықтардың I және II зонадағы қанаттары қызмет атқармайды, сондықтан денесіне жабысқан (жақша ішіндегі сандар осы қанат үшін осы зонадағы қызметі негізгі еместігін көрсетеді).



6 сурет. Балықтардың қанаттарының толқын сияқты (ундулирующий) қозғалуы арқылы жүзуі:

А – аналь қанаты (электрлі жыланбалық; Б – кеуде қанаттары (скат).

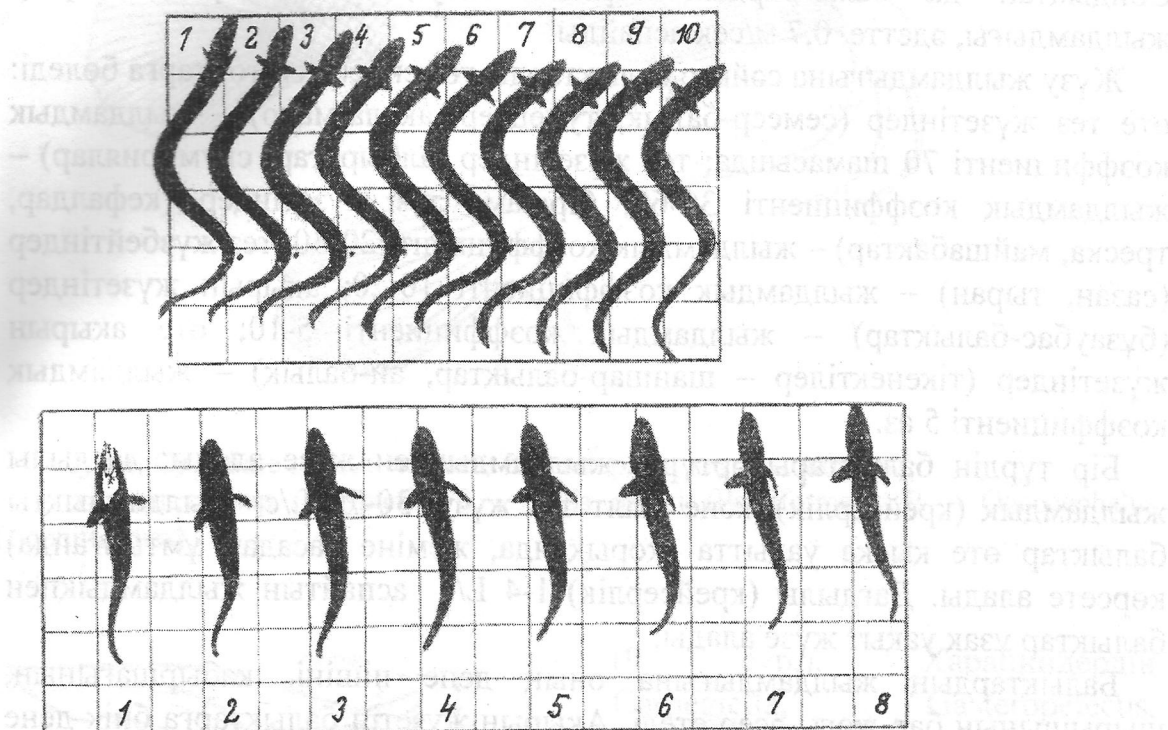
Бүйіріне иіліп жүзудің екі типін ажыратады: жыланбалықтекес және скумбриятекес. Жыланбалықтекес пішінділердің (миногалар, жыланбалықтар, шырма-балық) денесі толқын текес түгел иіледі. Бұл жүзу әдісі ең үнемді, бірақ жүзу жылдамдығы онша емес (7 сур.).

Скумбриятекес жүзу типінде құйрықтың маңызы үлкен, оның көмегімен балық суды итеріп ілгері жылжиды. Балық жүзгенде пайдаланылатын күштің 40% құйрықтың үлесіне тиеді.

Балықтар құрылысының ерекшеліктеріне, физиологиялық жағдайына, судың температурасы мен басқа факторларға тәуелділіктен әртүрлі жылдамдықпен жүзеді. Ең жылдам жүзетін балық деп семсер-балық есептеледі – сағатына 120 шақырым жылдамдықпен жүзе алады, жақсы жүзетіндер қатарына тунец – 70-75, албырт – 30-40 – жатады.

Жүзу жылдамдығы балықтың көлеміне де байланысты, осыған сәйкес жылдамдық коэффициентін анықтайды ($v/\sqrt{L}$ – абсолютты жүзу

жылдамдығын түбір астындағы ұзындығына бөледі) немесе бір секундтағы жүзген жеріне неше ұзындығы сиятындығы – L/c .



7 сурет. Балықтардың жүзу әдістері: жоғарыда – жыланбалық; төменде – треска.

Балықтардың абсолютті жүзу жылдамдығы оның көлеміне байланысты екенін айттық. Ірі балықтардың майдаларынан тез жүзетіні табиғи құбылыс. Бұл тәуелділік мынадай формуламен сипатталады: $V=1/4 |L(3f - 4)|$, бұндағы V – см/сек жылдамдық, L – балықтың ұзындығы см, f – құйрығын неше рет қағатыны.

В.В.Шулейкин (1953) балықтардың ең жоғарғы жылдамдығы денесінің $1/3$ пропорциональді дейді. Н.Н.Андреев (1962) балықтың көлемі мен оның жылдамдығының ара-қатынасын былай көрсетеді - $v=nl+m$, бұндағы

v – балықтың максималды жылдамдығы, м/сек;

l – балықтың ұзындығы, м;

n мен m - балықтардың әрбір түріне тұрақты көрсеткіш.

Н.Н.Андреев тапқан n мен m болжалды деңгейі: $n=4$, $m=2,20$ – тез жүзетін, күшті және ірі балықтар үшін (тунецтер, тынықмұхит албырттары, пеламида, скумбрия және т.т.); $n=3$, $m=0,65$ – теңіз жыртқыштары мен топтанып жүретіндер үшін (трескалар, майшабақтар, кефаль, көксерке, хамса және т.т.); $n=2$, $m=0,50$ – ау көзіне ілінетіндер – частиктектес балықтар үшін (тұқы, сазан, оңғақ, қызылқанат, табан және т.т.); $n=1$, $m=0,25$ – аз қозғалатын су түбі балықтары үшін (бұзаубас-балықтар, нәлім, теңіз алабұғасы және т.т.). Бұл көрсеткіштер балықтың көлденең (горизонталь) жүзуіне келтірілген. Балықтардың тереңге, не су бетіне шығу жылдамдықтары қысымның апатты әсерімен шектеледі деп

есептеледі. Егер гидростатикалық қысым 70Γ ($\text{см}^2 \cdot \text{сек}$) көп болса, онда ол көптеген балық түрлерінің физиологиясына қолайсыз әсер етеді. Сондықтан да балықтардың тереңге кетуі, не жоғары көтерілу жылдамдығы, әдетте, $0,7 \text{ м/сек}$ аспайды.

Жүзу жылдамдығына сәйкес балықтарды төмендегідей топтарға бөледі: өте тез жүзетіндер (семсер-балық, тунецтер, акула-мако) – жылдамдық коэффициенті 70 шамасында; тез жүзетіндер (албырттар, скумбриялар) – жылдамдық коэффициенті 30-60; біршама тез жүзетіндер (кефалдар, треска, майшабақтар) – жылдамдық коэффициенті 20-30; тез жүзбейтіндер (сазан, тыран) – жылдамдық коэффициенті 10-20; ақырын жүзетіндер (бұзаубас-балықтар) – жылдамдық коэффициенті 5-10; өте ақырын жүзетіндер (тікенектілер – шаншар-балықтар, ай-балық) – жылдамдық коэффициенті 5 аз.

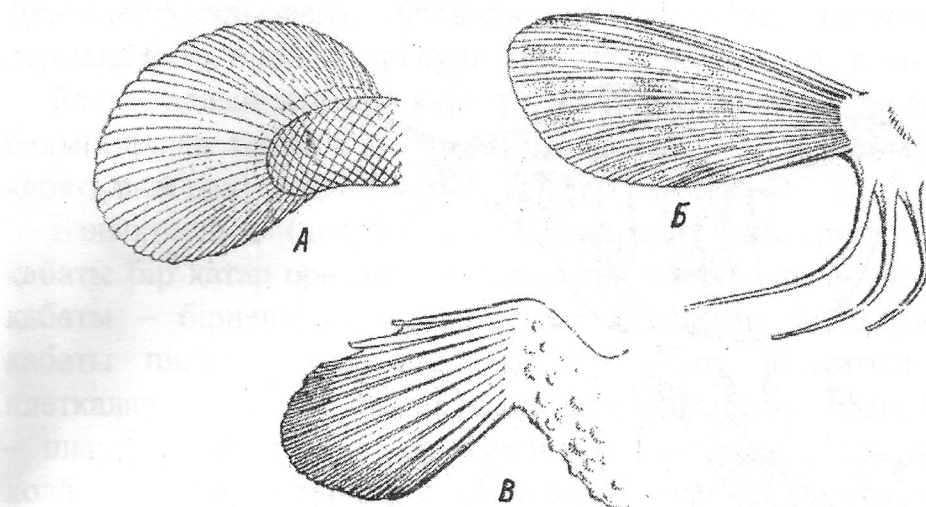
Бір түрдің балықтары әртүрлі жылдамдықпен жүзе алады: дағдылы жылдамдық (крейсерлік) және кілт тез жүзу. $30-70 \text{ Л/с}$ жылдамдықты балықтар өте қысқа уақытта (қорықанда, жеміне тасадан ұмтылғанда) көрсете алады. Дағдылы (крейсерлік) $1-4 \text{ Л/с}$ аспайтын жылдамдықпен балықтар ұзақ уақыт жүзе алады.

Балықтардың жылдамдығына оның дене пішіні, қабыршағының, шырышының бар-жоғы әсер етеді. Ақырын жүзетін балықтарға биік дене және ірі қабыршақ (көптеген тұқылар), сондай-ақ бұларға жыланбалықтекес, таспатеке, шартекес пішінділер жатады.

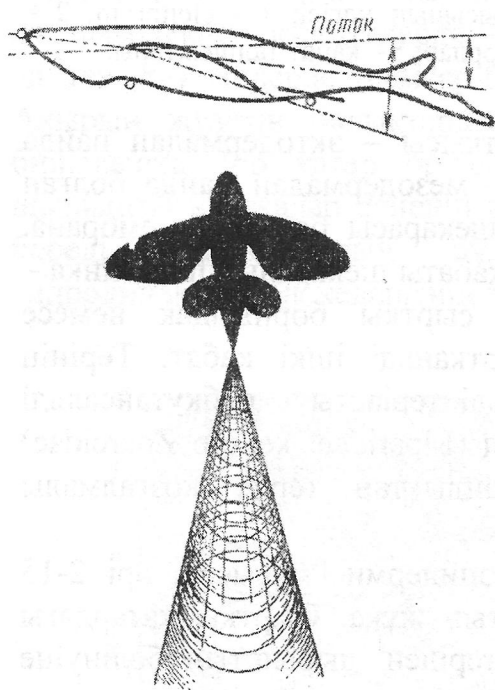
Тез жүзетін балықтардың денесі сүйір, қабыршағы майда, жұқа етті құйрық сабағында көлденең килдер (тунецтер) болатыны аз емес, симметрияға жақын күшті дамыған құйрық қанаты, арқа және аналь қанаттарынан кейін орналасқан майда қанатшалар тән (тунецтер, пелагидалар, скумбриялар). Көптеген тез жүзетін балықтардың айрықша су айналып өтетін органдары болады: майлы қабак (кефальдар, майшабақ-қаражон), кеуде қанаттарының түбіндегі қалақшалар (лобан), құйрығындағы ұзарған (алае) қабыршақтар (қаражон).

Қозғалудың бір әдісі кеуде қанаттарының және құйрығының көмегімен су түбінде жорғалау (жорғалағыш-алабұға, теңіз шайтаны, көпқанатты, тұнба секіргіші, теңіз әтеші) (8 сур.). Мысалы, тропикалық аудандарының жорғалағыш-алабұғасы құрғаққа шығып кеуде қанаттарының, құйрығының және желбезек қақпағының тікенектерінің көмегімен жорғалайды. Ол дымқыл ауада (сусыз) бірнеше тәулік құрғақтағы омыртқасыздармен қоректеніп тіршілік ете алады.

Ұшу, нақтылап айтқанда қалықтау, азғана балықтарға тән, мысалы, Әлемдік мұхиттың тропикалық және субтропикалық суларында тіршілік ететін ұшатын балықтар. Ұзын, әрі жалпақ қанаттарын жайып жіберіп, жыртқыштардан құтылу үшін, бұл балықтар судан секіріп шығады да біршама уақыт қалықтайды, сол мерзімде $200-400 \text{ м}$ жерге бара алады



8 сурет. Су түбіне таянып жүретін балықтардың кеуде қанаттары: А – көпқанаттылар (Polypteri); Б – теңіз әтеші (Perciformes); В – Ogcocerphalus (Lophiiformes).

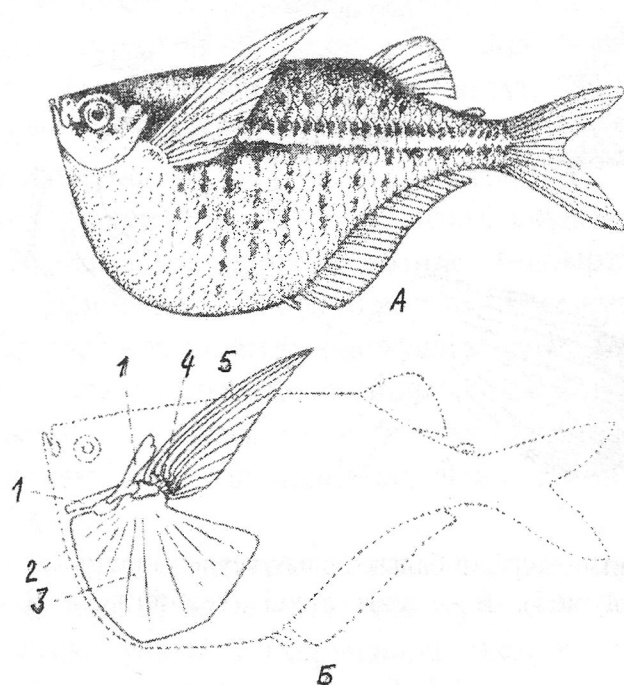


(9 сур.). Харациндердің Carnegiella, Gasteropelecus, Thoracocharax туыстарының кейбір өкілдері беделді қанат қағуға бейімделген (10 сур). 9 – 10 см дейінгі майда балықтар, Оңтүстік Американың тұщы суларында тіршілік етеді. Олар судан секіріп шығып сәл ұзарған кеуде қанаттарын қағып 3-5 м ұшып бара алады.

9 сурет. Ұшатын балықтардың судан көтерілердегі қозғалысының үлгісі. Бүйірінен және үстінен көрінісі.

Тері және оның туындылары

Терінің қызметі әралуан. Организмді тіршілік ортасының зиянды әсерінен қорғаумен қатар ол зат алмасуға активті қатысады. Теріден тері арқылы тыныс алу және осмостық реттеуге өте қажетті су, аммиак, кейбір тұздар, көмір қышқылы, оттегі өтеді. Бұлардан басқа балық терісіне әртүрлі сипаттағы сезгіш клеткалар тән (қ. «Сезгіш органдар»).



10 сурет. Қанатын қағып ұшуға бейімделген харацин балығы *Gasteropelecus*:
 А – жалпы көрінісі; Б – иық белдеуінің құрылысының үлгісі; 1 - cleithrum; 2 – hypercoracoideum; 3 – hypocoracoideum; 4 – птергофорлар; 5 – қанат талшықтары.

Балық терісі екі қабаттан тұрады: сыртқысы – эктодермадан пайда болған эпидермис және ішкі негізгі тері – мезодермалан пайда болған дерма (кутис, кориум). Бұл қабаттардың шекарасы базальді мембрана. Негізгі тері (дерма) үш қабатты: 1) сыртқы қабаты шекаралық пластинка – дәнекертканьді клеткалар болмайды, 2) сыртқы борпылдақ немесе субэпидермальді қабат, 3) тығыз дәнекертканьді ішкі қабат. Терінің астында май клеткалары бар дәнекертканьді теріасты – субкутанеальді қабат болады (8 сур.). Кейбір балықтардың (*Liparidae*, кейбір *Zoarcidae*) теріасты лимфатикалық қуыстары болғандықтан терісі қозғалмалы болады.

Дөңгелекауыздылар мен балықтардың эпидермисі жұмсақ, әрі 2-15 қатарлы эпителиальдік клеткалардан тұратын жұқа. Сыртқы қатардағы клеткалар жалпак, шамалап мүйізденген, теріден шырыштың бөлінуіне кедергі келтірмей тұрақты бөлініп отырады.

Эпидермисте қан тамырлары болмайды, бірақ әртүрлі сезгіш клеткалар мен жүйкенің бос ұштары көп. Дермада жүйке де, қан тамырлары да болады.

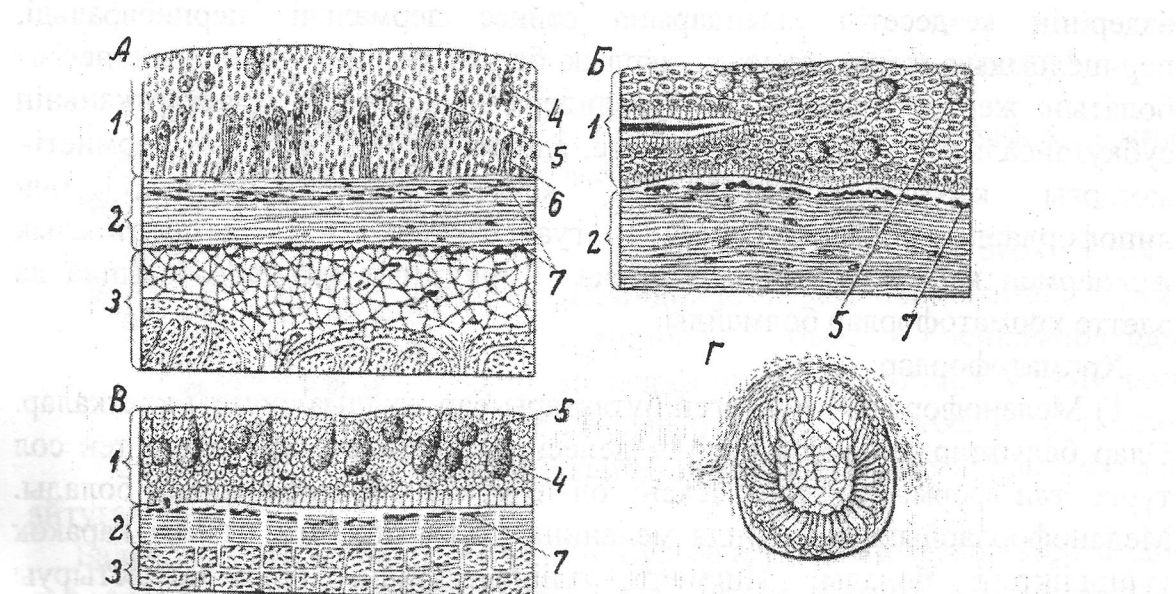
Миногоалардың терісі жалаңаш, жұқа кутикуламен жабылған, қабыршағы болмайды. Эпидермисте шырыш бөлетін көптеген клеткалар болады. Яғни, бір клетка бір бездің (балықтардағыдай) қызметін атқарады. Миксиналарда, миногоаларға қарағанда, бүйір сызығының бойында орналасқан шырышты көп бөлетін көпклеткалы бездер болады.

Эпидермистің астында талшықтары ұзынынан және көлденең орналасқан дәнекертканьнан тұратын негізгі тері (дерма) орналасқан.

Дөңгелекауыздыларда, балықтардан айрықша, пигментті клеткалар дермада емес, онан ішкері субкутанеальді қабаттың үстінде болады.

Балықтардың терісінің құрылысы оның тіршілігіне байланысты. Әдетте балықтардың терісі жүзу жылдамдығына қарай қалыңдайды және әрбір қабатының даму деңгейі мен құрылысы өзгереді.

Балықтардың (дөңгелекауыздағылардай) эпидермисінің ішкі өсетін қабаты бір қатар орналасқан цилиндрлі клеткалардан тұрады, ал сыртқы қабаты – бірнеше қатарлы жалпақ клеткалар. Эпидермистің ортаңғы қабаты цилиндрліден жалпаққа бірте-бірте ауысатын эпителиальдік клеткалар. Безді клеткалар осы қабатта орналасқан, олар: бокалтәрізділер – шырыш, май бөлетіндер, сезгіштер; дөңгелек – шырыш бөлетіндер; колбатәрізділер – терінің сыртқы қабатымен байланысы жоқ бұл бездер балық жарақаттанғанда теріден қорқыныш деп аталатын зат бөледі, ол үйірдегі барлық балықтарда қорқыныш сезімін туғызады (11 сур.). Колбатәрізді клеткалары жоқ балықтарда, «қорқыныш заты» терінің сыртқы қабатымен байланысы жоқ басқа клеткаларда болуы керек. Акулаларда тек дөңгелек безді клеткалар дамыған. Ақырын жүзетін нағыз сүйекті балықтарда шырышты клеткалардың 2-3 типі, орташа жылдамдықпен жүзетіндерде – 1-2 (әдетте бокалтәрізділер мен дөңгелек), ал тез жүзетіндерде (семсер-балық) – тек дөңгелек клеткалар болады. Ақырын жүзетін балықтардың шырышты клеткалары дене терісінде бірқалыпты бір қатар орналасқан. Жүзу жылдамдығы өскен сайын шырышты клеткалар дененің ортаңғы және артқы бөліміне қарай ығыса береді. Клеткалардың бұлай орналасуы бейімделушілік, әрі гидродинамикалық кедергінің азаюына себепші болады.



11 сурет. Кейбір балықтардың терісі және жарқырауық органы:

А – минога; Б – акула; В – бекіре; 1 – эпидермис; 2 – дерма; 3 – теріасты клетчатка, клеткалар; 4 – бокалтәрізді шырышты; 5 – дөңгелек; 6 – колбатектес; 7 – пигменттілер.

Шырыш балықтың суға үйкелісін азайтады, бактериялар мен баска микроорганизмдерді жояды (бактерицидтілігі), балық жарақаттанған уақытта оның қанының ұюына қатысады, желбезекті ылайландырмас үшін қалқыған заттарды (ылай) тұндырады. Балықтың әрбір түрлеріндегі шырыштың биохимиялық құрамы бірдей емес. Жүзу жылдамдығы мен шырыштағы белоктың көлемінің арасында корреляция бар. Тез жүзетін балықтардың шырышында, ақырын жүзетіндерге қарағанда, белок көп болады.

Эпидермистің ішкі жағына негізгі тері (дерма) жалғасқан, ол коллагенді талшықтары көп дәнекертканьнен тұрады және тіреу қызметін атқарады. Көптеген балықтардың негізгі терісі екі қабаттан тұрады: борпылдақ дәнекертканьнан тұратын сыртқы жұқа қабаты және тығыз дәнекертканьнан тұратын, қабыршақты қоршайтын, ішкі қабат. Бұл қабаттың қалақшалары, қабыршақтар арасына еніп, қабыршақ қалтасын құрайды.

Ақырын жүзетін балықтардың дермасы нашар дамыған, талшықтар борпылдақ орналасқан. Жылдам жүзетін балықтардың дермасының, әсіресе құйрық бөлімінде, қалыңдығы артады. Кейбір акулалардың дермасы бір-біріне қиғаш орналасқан бірнеше қабатты коллагенді талшықтардан құралған. Коллагенді талшықтардың жеке қабаттары бір-бірімен көлденең талшықтар арқылы байланысқан. Теріасты (субкутанеальді) майлы қабат нағыз сүйекті балықтарда жақсы дамыған, ал акулаларда – нашар, соңғыларының денесінің көп жерінде бұл қабат болмайды, сондықтан бұлшық ет теріге тікелей жабысқан.

Балықтардың түсі. Бұны балық терісіндегі пигментті клеткалар (хроматофорлар) мен лейкофорлар қамтамасыз етеді. Пигментті клеткалар өздерінің кездесетін орындарына сәйкес дермальді, периневральді, перицеломдық және периваскулярлық болып бөлінеді. Олардың негізгі болатын жерлері: дерманың субэпидермальді және дәнекертканьнің субкутанеальді қабаты. Эпидермисте, әдетте, пигмент жоқ; эпидермистің жоғарғы қабатында анда-санда кездесетін меланофорлар мен липофорларды (бірақ, ешуақытта гуанофорлар емес) лимфатикалық жолдармен келген деп есептеу керек. Кориумның тығыз қабатында да әдетте хроматофорлар болмайды.

Хроматофорлар:

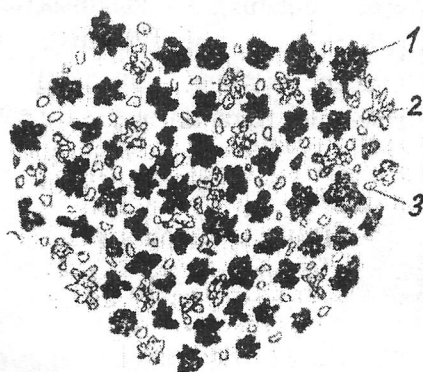
1) Меланофорлар – көптеген бұтақтары бар жұлдыз сияқты клеткалар. Олар балықтардың әрбір түрінің денесінің нақтылы жерлерінде тек сол түрге тән формамен орналасқан; ол туысқан түрлерде ұқсас болады. Меланофорлардың құрамында меланинның қоңыр, қара немесе қаракөк түйіршіктері болады. Пигмент түйіршіктерінің орын ауыстыруы нәтижесінде балық түсі айшықтала береді. Түйіршіктердің плазмадағы орын ауысуы өте жіңішке өзекшелермен симпатикалық нервтен басталатын жүйке талшықтарының әсерімен іске асады.

Меланин қиын еритін белоктік зат. Меланин түйіршіктері 25% KCl-дың әсерімен ыдырайды; 25%-тік тұз және күкірт қышқылдары пигментті 3 күнде ыдыратады; сутегінің асқын тотығы клетканың түсін оңдырады.

2) Ксантофорлар – балық терісінде меланофорлар сияқты әдетті, тіпті құрылысы да бірдей. Пигмент түйіршіктері майда және түскен жарықта, тереңдігіне сәйкес ашықсарыдан қоңыр қызғылтсарыға дейін боялған. Ксантофорлар тығыз орналасқан жерлерде әдеттегі сары түстен қызыл түс пайда болады (мыс., *Nerophis maculata*). Химиялық тұрғыдан ксантофорлардың пигментті түйіршіктері липохромдарға жатады; ол күшті алкогольде, күкірт эфирінде және т.б. майларды ерітетін заттарда ериді. Осмий қышқылында қараяды, күкірт қышқылы оларды көк түске бояйды. Жарықта липохром тез оңады.

3) Эритрофорлар, қызыл пигментті клеткалар – сирек кездеседі. Көбіне экзотикалық балықтарда болады және дененің барлық жерінде бола бермейді. Клетканың құрылысы меланофорларды еске салады, себебі, оның бұтақтарының формасы тұрақты, бірақ ядросы көбіне біреу; оның есесіне пигмент түйіршіктерінің тығыздануы мен кеңеюі қас-қағымда іске асады. Липохромдарға жатады.

4) Лейкофорлар, гуанофорлар немесе иридоциттер – балықтардың түсі үшін өте маңызды. Меланофорлардан бұл клеткалардың айырмашылығы бұтақтары жоқ, пішіні көпбұрышты немесе доғал және ядросы тек біреу. Клетка «шекарасы» анық емес, бірақ басқа хромофорлар сияқты оның түйіршіктерінің орын ауыстыруы клеткаішілік ағыспен іске асады. Түйіршіктер жарықтың түсу ерекшелігіне сәйкес сарғыш немесе көкшіл гуанин болады. Гуанин пуринді негіздерге жатады. Ол суда, спиртте, эфирде және сірке қышқылында ерімейді (12 сур.).



12 сурет. Балық терісінiң пигменттi клеткалары:

1 – меланофорлар; 2 – ксантофорлар және эритрофорлар; 3 – гуанофорлар.

Кейбір балықтарда (*Esox lucius*) меланиридозомдар сипатталған, бұнда гуанины бар лейкофорларды меланофорлар қоршаған. Меланофор, лейкофор және ксантофор қосылған жағдайда меланоксантоиридозом деп

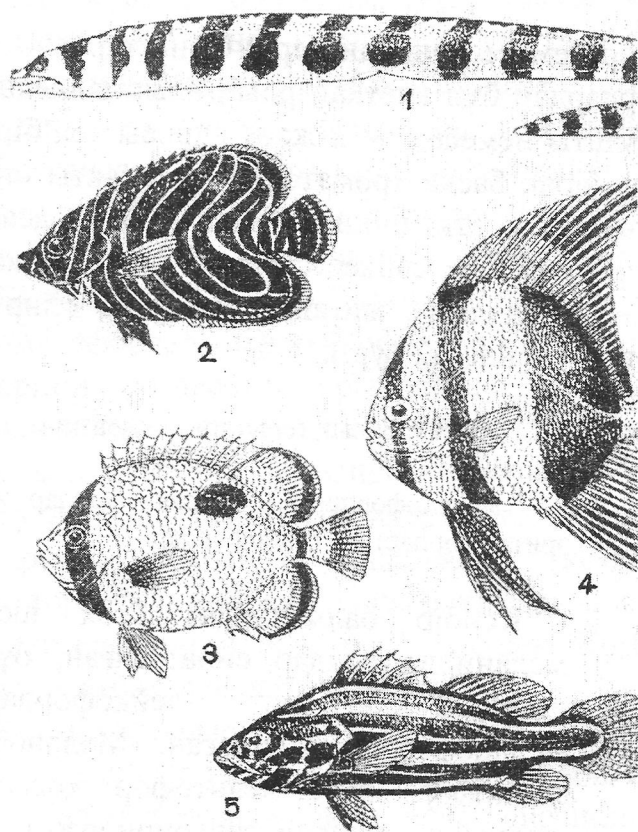
айтуға болады.

Балықтарға қорғаныштық түс тән, бұл балықтардың тіршілік ортасына сай, оларды байқалмайтындай етеді. Ол пигментті клеткалардың әртүрлі комбинацияларынан пайда болады. Түстің қоюлығы немесе ашықтығы пигментті клеткалардың қалыңдығына байланысты. Пелагикалық балықтардың арқасы қоңыр, бауыры ақшыл. Су өсімдіктері арасында тіршілік ететін шортан, көксерке, өзен алабұғасының денесінде көлденең жолақтар болады. Албырттардың өзендегі майда шабақтары тастарға

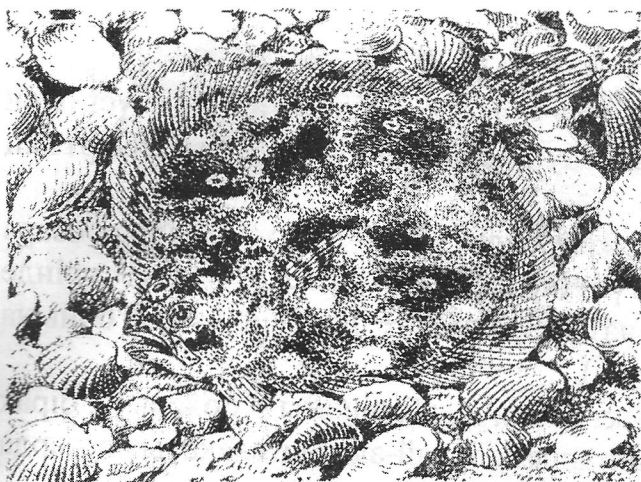
ұқсас шұбар болса, теңізге барғанда ол жойылады. Таяз судың түбіне жақын тіршілік ететін балықтардың түсі, әсіресе маржанды рифтерде, өте алуан түрлі болады (13 сур.).

Балық түсі тұрақты емес; ол сыртқы және ішкі факторлардың әсерінен тез, кейде тіпті қас-қағым уақытта, басқа жағдайларда акырын, бірте-бірте өзгереді. Түстің өзгеруі балықтың жасына, жынысына, денсаулығына және көңіл-күйіне байланысты. Көптеген бұзаубас-балықтардың аталықтары көбею кезінде қараяды. Тікенектілердің аталықтары абыржу кезінде әртүрлі ренде болады, теңіз әтеші мазасызданғанда бозарады, скорпена абыржығанда қоңырланады. Камбала және басқа кейбір балықтар тіршілік ортасына сәйкес түсін өзгертеді (14 сур.).

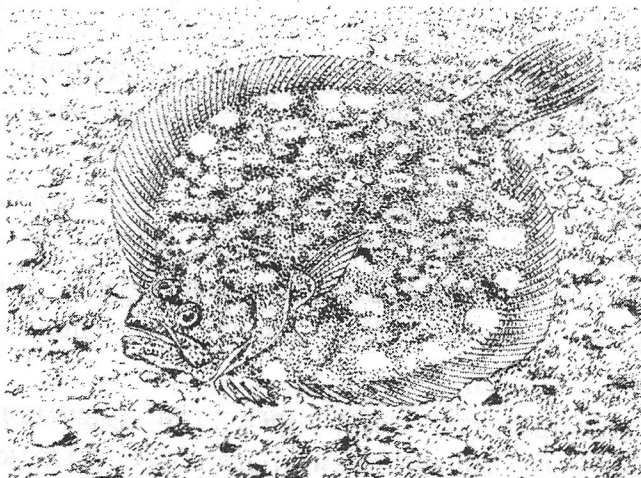
Балықтардың түсінің өзгеруі хроматофорлардағы пигменттердің жиырылуы және жайыла алатындығынан. Бұл процес жүйке жүйесі арқылы іске асады және ол жарықты сезінуімен байланысты.



13 сурет. Маржанды рифтің балықтарының түстерінің типтері: 1 – мурена (*Gymnothorax petelli*); 2 – голакант (*Holacanthus semicirculatus*); 3 – қылшықтыстілер (*Chaetodon unimaculatus*); 4 – платакс (*Platax pinnatus*); 5 – граммист (*Grammistes sexlineatus*).

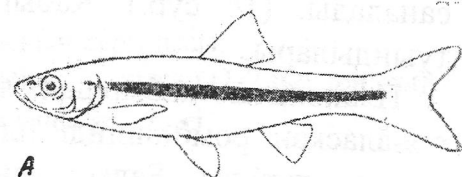


14 сурет. Камбала-ромбының су түбінің топырағына қарай түсін өзгертуі.

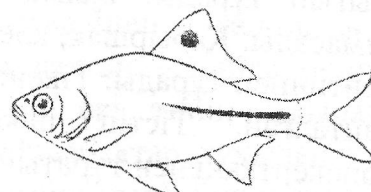


15 сурет. Балықтардың үйірлік түстерінің типтерінің:

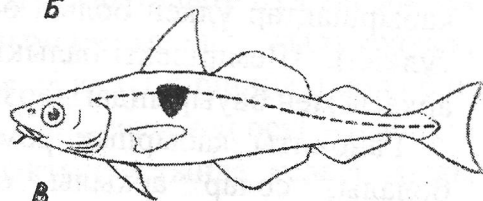
А – амур гольяны (*Phoxinus ladowskii*); Б – тікенекті кекіре (шабағы) (*Acanthorhodeus asmussi*); В – пикша (*Melanogrammus aeglefinus*).



А



Б



В

Соқыр балықтар түсін өзгерте алмайды. Балықтардың некелік түсі гипофиз және жыныс бездерінің әсерінің нәтижесі.

Көпшілік балықтардың төмендегідей негізгі түстерін ажыратады:

Пелагикалық түс – арқасы көкшіл немесе жасылдау, бауыры мен бүйірлері күміс түстес (майшабақтар, анчоустар, үкі-шабақтар, т.т.).

Шөпгесінді түс – арқасы қоңырлау, жасылдау немесе сарғыштау, әдетте бүйірінде көлденең жолақ немесе өрнек болады. Қалың шөпті немесе маржанды рифтердің балықтарына тән. Мысалы: тұщы судағылар – кәдімгі алабұға, шортан, т.т., теңіздегілер – теңіз таутаны-скорпена, губандардың көпшілігі, маржан балықтары, т.т.

Су түбінің түсі – арқасы мен бүйірі қаралау, кейде бүйірінің түсі онан да асқан өрнекті қара болады, ал бауыры ақшыл (камбала, албырттын және хариустың шабақтары, т.т.)

Балықтарда ерекше үйір түсін ажыратады. Ол особтардың үйірде өзара бағдарлауын жеңілдетеді. Бұл түс бір немесе бірнеше дақ түрінде балықтың бүйірі немесе арқа қанатында, немесе дененің ұзына бойына қоныр жолақ түрінде болады (15сур.).

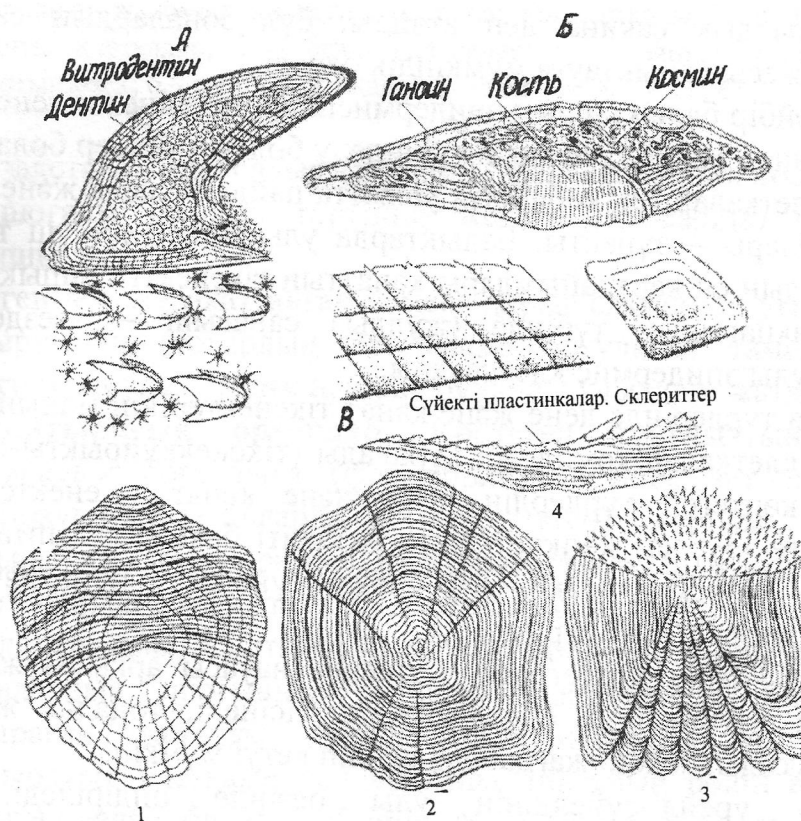
Қабыршақ. Көпшілік балықтардың қабыршағы болады, бірақ жайындар мен кейбір басқа балықтарда, сондай-ақ дөңгелекауыздыларда болмайды.

Қабыршақ балықтың дене бетінің тегістігін қамтамасыз етеді, сонысымен олар жүзген уақытта балықтардың бүйірлерінде теріде пайда болатын қыртыстарды болдырмайды. Ақырын жүзетін балықтарда әдетте қыртыс болмайды.

Қабыршақтың 4 типін ажыратады: плакоидты, ганоидты, космоидты (ганоидты қабыршақтың қарапайым түрі деп есептеледі) және сүйекті – бұлар ертеде пайда болған плакоидты қабыршақтың туындылары деп саналады. (16 сур.). Қабыршақтар терінің негізгі қабатының (дерма) туындылары.

Плакоидты қабыршақ тек шеміршекті балықтарға тән. Дермада орналасқан ромбішінді пластинкалар, оның тікенегі теріден сыртқа шығып тұрады. Балық денесін түгел жапқан. Өмірінде бірнеше рет алмасады. Қабыршақ, клетка элементі жоқ, ізбес сіңген органикалық зат – дентиннен тұрады. Тікенегі сыртынан эмальтекес тығыз витродентинмен қапталған. Тістің ішкі қуысы қан тамырлары бар борпылдақ дәнекертканьнен тұратын тіс жұмсағы – пульпаға толы. Кейбір плакоидты қабыршақтар үлкен болып өсіп плакоидты жалпақ затқа айналады (теңіз түлкісі). Шеміршекті балықтардың барлық тікенектері (мыс., скаттардың арқасы мен бауырындағы) өзгерген плакоидты қабыршақтар.

Ганоидты қабыршақ ромбішінді және бүйірінде тістәрізді өсіндісі болады, солар арқылы өзара жалғасып ерекше сауыт құрайды. Ганоидтыларға, кәзіргі балықтарда көпқанаттылар мен сауытты шортандарға тән, ол бекіренелердің құйрық қанатында және шанышқытәрізді сүйек (фулькры) түрінде сақталған – үш қабаттан тұрады: жоғарғы тығыз (ганоин қабаты), көптеген өзекшелері бар ортаңғы (космин қабаты) және сүйекті заттан (изопедин) тұратын төменгі. Космоидты қабыршақтардың жоғарғы ганоин қабаты болмайды – саусаққанатты балықтарда.



16 сурет. Балықтың әртүрлі типтегі қабыршақтарының құрылысы:
А – плакоидты; Б – ганоидты; В – сүйекті: 1 – майшабақ; 2 – тыран (1-2 циклоидты); 3 – алабұға (ктеноидты); 4 – сүйекті қабыршақтың көлденең кесіндісі.

Сүйекті қабыршақ ганоидты қабыршақтың өзгеруінен - ганоин және космин қабаттары жойылып, тек сүйекті заты қалған - пайда болған. Қабыршақ жиегінің сипаты бойынша бұның екі типін ажыраты: циклоидты - қабыршақтың артқы жиегі тегіс (майшабақтар, тұқылар және т.б.), ктеноидты - оның артқы жиегі тікенекті (алабұғалар). Бұл қабыршақ үш қабаттан құралған: жоғарғы - құрылымсыз мөлдір жылтырауық, ортаңғы жабынды және төменгі негізгі. Төменгі қабат бірінің астында бірі орналасқан жұқа пластинкалардан құралған. Қабыршақтың өсуі - шабақта пайда болатын бірінші кішкентай қабыршақтың астында келесі жылы онан үлкен пластинка пайда болады, үшінші жылы оның астында онан да үлкен пластинка пайда болады, солай балық өмірінің аяғына дейін созыла береді. Сонымен қабыршақтың үстінде ең кішкентай және ең кәрі пластинка, ал астында - ең үлкен жас пластинка болады. Осы пластинкалардың саны балықтың жасына сәйкес болады. Төменгі қабаттың үстіндегі минералданған ортаңғы қабатта склерит деп аталатын қыршалар болады.

Балық тез өскенде склериттер бір-бірінен алшақ орналасқан, әрі қыры биіктеу, ал өсу баяулағанда - склериттер бір-біріне жақын, әрі аласа.

Балықтың жасын анықтағанда қабыршақтың склериті бар қабатын зерттейді. Склериттер жақын орналасқан зонаның (әдетте қоңырлау)

сыртқы жиегін жылдық сақина деп атайды, бұл зоналардың санын анықтау балықтар жасын анықтауға мүмкіндік береді.

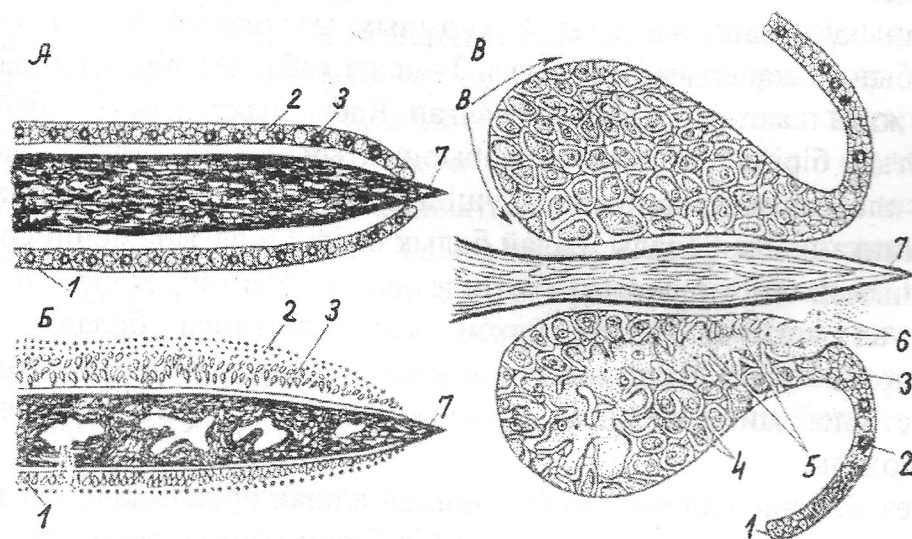
Улы бездер. Кейбір балықтардың эпидермисінде, негізінен тікенектер немесе тікенекті қанат талшықтарының түбінде, у бөлетін бездер болады. Кейде у бөлетін клеткалар тек көбейетін уақытта пайда болады және уын бөле алады, басқалары – тұрақты. Балықтарда улы бездердің үш типін ажыратады. Бұлардың ең қарапайымдары қанаттың тікенекті талшықтары мен желбезек қақпағының түбінде (жұлдыз санағыш – звездочет) шашырап жатқан улы эпидермис клеткалары.

Балықтың басқа түрлерінде дене және қанат тікенектерінің маңындағы эпидермисте улы клеткалар комплексі құралады (тікенекқұйрықты-скат). Үшінші типі – көптеген түрлердің дене және қанат тікенектерінің маңында ешнәрсеге тәуелсіз көпклеткалы уы күшті бездер қалыптасады (теңіз айдаһары – морской дракончик, үрейлі сүйелді – бородавчатка страшная, теңіз алабұғасы) (17 сур.)

Тікенекқұйрықты-скатт түйрегенде у тікенек науасы арқылы жараға құйылады, соның нәтижесінде адам ауырады, ісінеді, тонады, жүрегі көтеріледі және құсады, кейбір жағдайларда өліп кетуі мүмкін.

Ең күшті у үрейлі-сүйелдінің улы безінде өндіріледі. Ол эритроциттерді жояды, жүйке жүйесін талқандайды және салдыққа соқтырады. У қанға қосылғаннан кейін кешікпей ауру өледі.

Маманданған улы аппараты бар және органдары мен тканьдері улы балықтарды улылар деп атайды. Ең улы балықтар құрсақинелілер (Tetraodontiformes) отрядының өкілдері, олардың жыныс безінде, бауырында, ішегінде, терісінде нейротоксин (гетеродотоксин) бар, бұл у өте тез өлтіреді, себебі ол кураре уынан 10 есе күшті. Бұндай балықтардың еті жеуге жарамды, кейбір елдерде (Жапон) өте бағаланады, осыдан уланудан өлімге соқтыратын сәттер аз емес.



17 сурет. Балықтардың улы бездерінің негізгі типтері:

А – қанат тікенегінің эпидермисінің бірклеткалы безі; Б – тікенекқұйрықты-скаттың құйрық тікенегінің эпидермисіндегі бірклеткалы бездердің комплексі; В – теңіз

айдаһарының желбезек қақпағының тұтас көпклеткалы безі: 1 – эпидермис; 2 – шырышты клеткалар; 3 – безді клеткалар; 4 – таяныш клеткалар; 5 – жалған шығаратын өзек; 6 – сыртқа шыққан у; 7 – тікенек; 8 – улы без.

Қазақстанда қарабалық (маринка) пен көкбастың (осман) уылдырығы мен шоғалы (әсіресе төртінші жетілу сатысында) улы. Миноганың шырышы да улы.

Дегенмен, жарақаттанған немесе дұрыс сақталмай уытты микробтарды жұқтыруынан (солардың қатарында ботулинс) тамаққа пайдаланған балықтардан улану мүмкін, бірақ бұларды улыларға жатқызуға болмайды.

Жылтырауық органдар. Көптеген тұңғықтың балықтарының жылтырауық органдары (фотофорлар) ерекше зат люциферин бар жылтырауық клеткалардан (фотоциттер) тұрады. Фотофорлардың жылтырауық клеткалары безді эпидермистің туындылары.

Фотофорлардың құрылысы, олардың орналасуы және бөлетін жарығы әртүрлі. Мысалы, жылтырауық анчоустердің ет ойығындағы жылтырауық клеткалардың шоғының астында рефлектордің рөлін атқаратын жалтыраған жоғарғы қабаты бар пигментті клеткалар болады. Жылтырауық клеткалардың алдында линзаның рөлін атқаратын мөлдір қабыршақшалар болады. Кейбір фотофорларда жарықтың бағыты мен күшін өзгерте алатын диафрагма болады.

Қанқа

Қанқа сүйеніш, қорғаныш және қозғалыс қызметтерін атқарады, сонымен қатар дененің пішінін, кеңістіктегі қалпын анықтайды, ішкі органдарды қолдайды және қорғайды. Қанқа еттердің жиырылуы нәтижесінде сүйектерді қозғалтуымен бұлшық еттермен бірге қозғалу жүйесін құрайды.

Балық қанқасы сыртқы және ішкі болып бөлінеді. Сыртқы қанқа (егер ол бар болса) барлық уақытта сүйектен тұрады. Кәзіргі дөңгелекауыздылар мен шеміршекті балықтарда сыртқы қанқа болмайды. Ең күрделі сыртқы қанқа бекіре балықтарында болады.

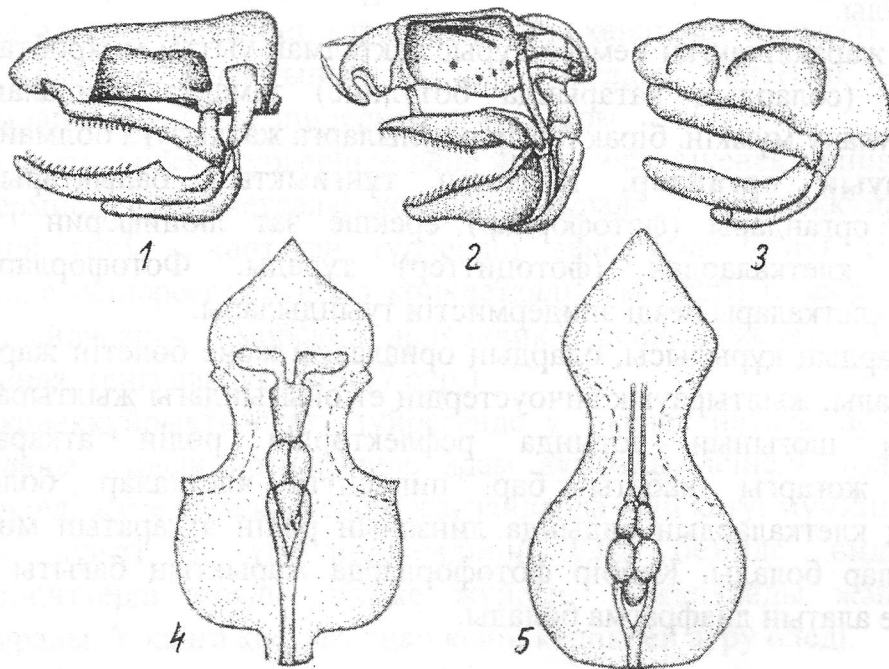
Балықтардың ішкі қанқасы тірек (желі), бас, жұп қанаттардың белдеуі мен тақ қанаттар бекитін сүйектер.

Бас қанқасы (cranium). Екі бөлімге бөлінген: ми сауыты (біліктік, немесе нейральді бас қанқасы - нейрокраниум) және висцеральді (спланхнокраниум). Ми сауыты мидың және күрделі сезім мүшелерінің қорғанышы және жақтар мен желбезек аппаратының таянышы. Ми қорабы тірек қанқасының жалғасы сияқты, хорданың алдындағы жұп трабекула және парахордалии шеміршектерінен қалыптасады, құрылысы бойынша оның екі типін ажыратады:

платибазальді - түбі жалпақ, көз шаралары бір-бірінен алшақ орналасқан, олардың ортасындағы кеңістікте ми болады (миногалар,

акулалар, қостыныстылар, шеміршекті және сүйекті ганоидтылар, төменгі сатыдағы нағыз сүйекті балықтар);

тропибазальді – көз шаралары бір-біріне жақын орналасқан, сондықтан ми ми сауытының артқы бөлігі ми қорабында болады (бүтінбастылар және жоғары сатыдағы нағыз сүйекті балықтар) (18 сур.).



18 сур. Бас қаңқасының типтері:

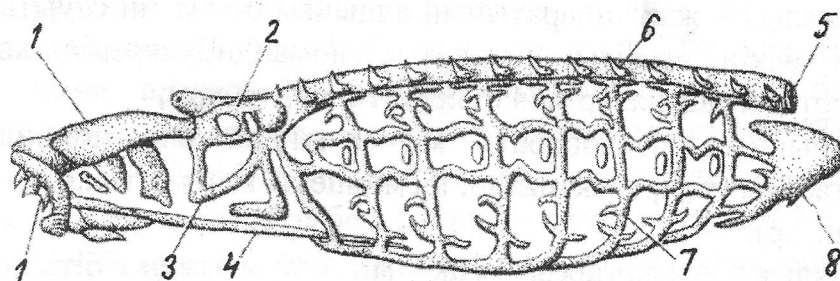
1 – амфистилиялық; 2 – гиостилиялық; 3 – аутостилиялық; 4 – платибазальді; 5 – тропибазальді.

Висцеральді қаңқа асқорыту жүйесінің алдыңғы бөлімінен пайда болады. Ол висцеральді доғалардан тұрады, оның алдыңғылары балықтарда жақ және тіласты аппаратын, ал кейінгілері желбезек доғаларын құрайды.

Ми сауыты мен висцеральді қаңқа бір-біріне тәуелсіз дамиды.

Дөңгелекауыздылардың ми сауыты шағын, әрі қарапайым. Оның асты және бүйірлері шеміршек, үстін дәнекертканьді жарғақ жапқан. Ми қорабының алдына так, бірақ екі бөлімді, иіссезу капсуласы тақалған. Шүйдесі дамымаған, оның қызметін қаңқаның екі бүйіріндегі есту капсулалары атқарады. Висцеральді қаңқа тек висцеральді доғалардан тұрады, олардың алдыңғылары жақтары болмағандықтан сорғыш воронканы сүйейтін күрделі ерін шеміршектері жүйесіне айналған, қалған сегізі ұзынынан созылған төрт қосқыштың көмегімен желбезек торына айналған (19 сур.).

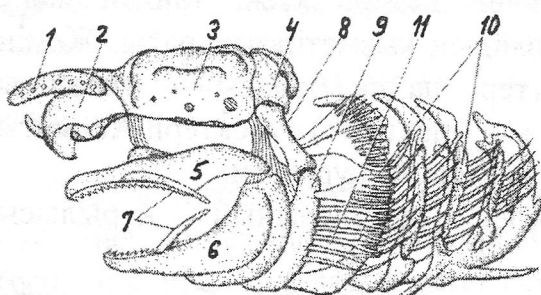
Шеміршекті балықтардың ми сауыты тұтас. Бұның тұмсық (рострум), иіссезу, көз, есту және шүйде бөлімдерін ажыратады.



19 сур. Миноганың бас қаңқасы:

1 – сорғыш воронка шеміршектері; 2 – ми қорабы; 3 – көзасты доға; 4 – тіласты шеміршек; 5 – хорда; 6 – омыртқалардың жоғарғы доғасының бастамасы; 7 – желбезек доғасы; 8 – жүрекмаңы шеміршек.

Висцеральді қаңқа жақ, тіласты және желбезек доғаларынан тұрады. Жақ доғасындағы үстіңгі жақ шаршытандай шеміршегінен (*palatoquadratum*), ал астыңғы жақ Меккел шеміршегінен құралған. Жақтарында бірнеше қатарлы тістері болады. Тіласты, немесе гиоид доғасы жұп жоғарғы элемент гиомандибуляре (*hyomandibulare*) – аспанын (ми сауытына жалғастырады) қызметін атқарады, жұп гиоид және гиоидтарды төменгі жағынан жалғастыратын тақ копуладан тұрады. Желбезек доғалары бесеу (сирек 6-7), олардың әрқайсысы төрт элементтен тұрады: жұтқыншақжелбезекті (*pharyngobranchiale*), жоғарыжелбезекті (*epibranchiale*), ортажелбезекті (*ceratobranchiale*) және төменгі желбезекті (*hypobranchiale*). Желбезек доғаларының төменгі бөліктері астынан негізгі желбезек шеміршегімен (*basibranchiale*) – копула арқылы жалғасады. Гиоид доғасы мен желбезек доғаларының ортаңғы элементтерінде желбезекаралық пердені ұстайтын шеміршекті өскіндер болады (20 сур.).



20 сур. Акуланың ми сауыты мен висцеральді қаңқасы:

1 – тұмсық (рострум); 2 – иіссезу капсуласы; 3 – көз бөлімі; 4 – есту капсуласы; 5 – шаршытандай шеміршек; 6 – Меккел шеміршегі; 7 – ерін шеміршектері; 8 – гиомандибуляре; 9 – гиоид; 10 – желбезек доғалары; 11 – желбезекаралық пердені ұстайтын өскіндер.

Жақ аппаратының ми сауытына беку әдістері бойынша балықтардың бас қаңқасының үш типін ажыратады, олардың эволюциясы төмендегідей бағытта жүрген:

амфистилиялық – жақ аппаратының алдыңғы бөлігі ми сауытының екі бүйіріне екі өскін арқылы, ал арты гиомандибуляренің көмегімен жалғасады (ертедегі акулалар мен сүйекті ганоидтылар);

гиостилиялық – жақ аппараты ми сауытына тек гиомандибуляре арқылы жалғасады (кәзіргі акулалар, шеміршекті ганоидтылар және нағыз сүйекті балықтар);

аутостилиялық – жоғарғы жақ ми сауытымен бітісіп кетеді (бүтінбастылар, қостыныстылар).

Шеміршекті ганоидтылардың (бекірелер) қаңқасында хорда сақталады, шеміршек көп, бірақ аз болса да сүйек болады. Балықтардың сүйегі хондральді (алғашқы - шеміршектің сүйектенуінен пайда болған); жабынды (тері, жалпак, немесе екінші – теріден пайда болған) және аралас болуы мүмкін. Бекірелерде тек жабынды сүйектер болады, ол тері сыртындағы сәл конустенген жалпак сүйектерден құралған. Бекіретәрізділерге күрделі сыртқы қаңқа тән – олар: басты үстінен және бүйірінен сауыт сияқты қоршаған жабынды сүйектер, ганоидты қабыршақтардың рудименттері - денесіндегі бес қатар орналасқан қырлы сүйектер және олардың арасындағы майда сүйекті пластинкалар, ганоидты қабыршақтар мен құйрық қанатының үстіңгі қалақшасындағы ірілеу жалпак сүйектер (фулькры - өзгерген ганоидты қабыршақ). Бұлардың ішкі қаңқасы доға нышандары бар хордадан, бас қаңқасынан және қанат қаңқаларынан (қанат белдеуімен) тұрады. Сүйек элементтері ішкі қаңқада да болады.

Ми сауыты тұтас шеміршекті қорап сияқты, оның бес бөлімін ажыратады: тұмсық, иіссезу, көз, есту, шүйде. Ми сауытының түбінде парасфеноид (*parasphenoideum*) пайда болады.

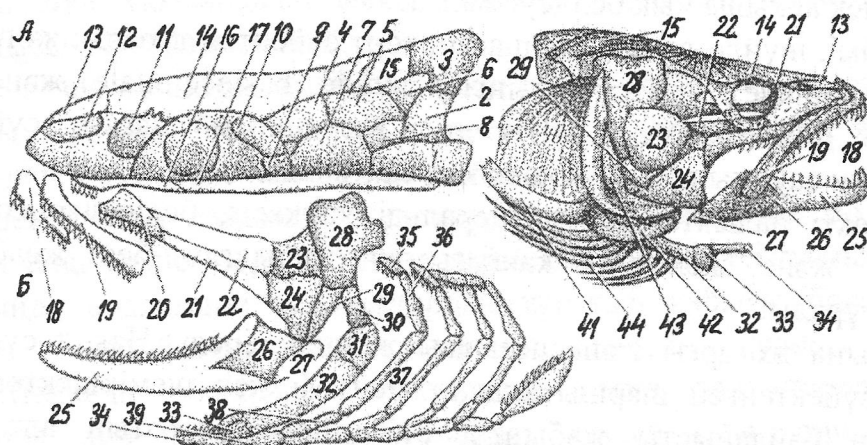
Висцеральді қаңқасы жақ, тіласты және желбезек қақпағы жапқан бес желбезек доғаларынан тұрады (бұлардың бәрі жұп).

Алғашқы жоғарғы жақ шаршытандай шеміршектен, таңдай және қанаттәрізді сүйектерден тұрады – таңдайдың қызметін атқарады. Жемін ұстайтын екінші жақтың да элементтері пайда болады – жабынды жақаралық (*praemaxillare*) және үстіңгі жақ (*maxillare*) сүйектері. Астыңғы жақ Меккел шеміршегі мен жабынды сүйектерден құралған.

Тіласты аппараты мен желбезек доғаларының құрылысы акулалардағыдай.

Қостыныстылардың қаңқасы бір жағынан қарапайым болса, екінші жағынан - өте маманданған. Ми сауытында шеміршек көп, сонымен қатар теріден пайда болған сүйекті элементтер де дамиды. Шүйде бөлімінің құрамына алғашқы үш омыртқа кіреді. Шаршытандай шеміршегі шеміршекті ми сауытының бүйір бөлімдерімен бітісіп кетеді, сондықтан гиомандибуляре өзінің аспа қызметін жоғалтады. Бастың бұндай типі аутостилиялық деп аталады. Астыңғы жақ Меккел шеміршегінен, оның алдынан дамитын тістері бар жабынды - спениальді (*spheniale*) сүйектерден тұрады.

Нағыз сүйекті балықтардың қаңқасы сүйек. Сүйек, жоғарыда айтқанымыздай, шығу тегі бойынша үш түрлі болады (хондральді, жабынды және аралас). Нағыз сүйекті балықтардың басы, басқа балықтардағыдай, ми сауыты және висцеральді қаңқа деп бөлінеді. Ми сауытында мидің төбесін, түбін, иіссезу, көз, есту және шүйде бөлімдерін ажыратады. Ми сауытының төбесі (мұрын - *nasale*, маңдай - *frontale*, төбе - *parietale*) мен түбі (өре - *vomer*, парасфеноид - *parasphenoideum*) жабынды сүйектерден құралған (21 сур.).



21 сур. Нағыз сүйекті балықтардың бас қаңқасының үлгісі:

А – нейральді қаңқа; Б – висцеральді қаңқа; 1 – негізгі шүйде; 2 – бүйір шүйде; 3 – жоғарғы шүйде; 4 – сынатәрізді; 5 – қанаттәрізді; 6 – жоғарғы; 7 – алдыңғы; 8 – артқы құлақ сүйектері; 9 – негізгі сынатәрізді; 10 – қанаттәрізді; 11 – бүйір иіссезу (маңдайалды); 12 – аралық иіссезу (торлы); 13 – мұрын; 14 – маңдай; 15 – төбе; 16 – өре; 17 – парасфеноид; 18 – жақалды (жақаралық); 19 – жоғарғы жақ; 20 – таңдай; 21 – сыртқы қанаттәрізді; 22 – ішкі қанаттәрізді; 23 – артқы қанаттәрізді; 24 – шаршы; 25 – тіс; 26 – буын; 27 – бұрыш; 28 – аспа (гиомандибуляре); 29 – қосымша (симплектикум); 30 – таяқшатәрізді; 31 – жоғарғы; 32 – ортаңғы; 33 – төменгі тіласты (гиоид); 34 – негізгі тіласты (копула); 35 – жұтқыншақ; 36 – жоғарғы; 37 – мүйізтекес; 38 – төменгі желбезекті; 39 – негізгі желбезекті (копула); 40 – желбезек қақпағы; 41 – қақпакасты; 42 – қақпақаралық; 43 – қақпақалды; 44 – желбезек пердесінің талшықтары (нүктемен боялғандары жабынды сүйектер, боялмағандары – хондральді).

Әдетте иіссезу бөлімі өре сүйегіне астымен жанасатын тақ иіссезу сүйегінен (*mesethmoideum*) және жұп бүйір иіссезу сүйектерінен (*ectoethmoideum*) тұрады, дегенмен кейбір балықтарда (шортан) ортаңғы иіссезу сүйегі болмайды. Бұлар хондральді сүйектер, ал төменгі сатыдағы нағыз сүйекті балықтарда олардың орнында жабынды сүйектер болады және олар басқаша: ортаңғы иіссезу сүйегі жоғарғы иіссезу (*supraethmoideum*), ал бүйір иіссезу – маңдайалды (*praefrontale*) сүйектері деп аталады.

Көз бөлімі үлкен көз шарасы, ал оның сүйектері сынатәрізділер деп аталады. Көксеркенің көздерінің ойдымы өте жақын орналасқан, бұларда басқа балықтарда (тұқылар) болатын көзсынасүйегі (*orbitosphenoideum*) болмайды. Көпшілік балықтарда тақ негізгі сынатәрізді (*basisphenoideum*)

және жұп бүйір сынатәрізді (laterosphenoideum) сүйектер болады. Көз шарасы көзмаңы сүйектерімен қоршалған, оның алдыңғы ең ірісі жас (көз жасы ағатын) сүйек деп аталады.

Есту бөлімі, бастың әрбір бүйірінде, бессүйектен құралған: сынатәріздікұлақтық (sphenoticum), қанаттәріздікұлақтық (pteroticum), жоғарғықұлақтық (epioticum), алдыңғықұлақтық (prooticum) және артқықұлақтық (opisthoticum), дегенмен соңғысы кейбір балықтарда (шортан) болмайды. Жоғарғы және төменгі құлақтық сүйектерге самайарты сүйек арқылы иық белдеуі жалғасады.

Шүйде бөлімі, шүйде тесігін қоршаған, төрт сүйектен тұрады: жоғарғы шүйде (supraoccipitale), негізгі (астыңғы) шүйде (basioccipitale) және екі бүйір шүйде (exoccipitale) сүйектері. Қарапайым нағыз сүйекті балықтардың ми сауытында шеміршек көп сақталады.

Нағыз сүйекті балықтардың висцеральді қаңқасы, бекіренелердегідей, жақ, тіласты және желбезек қақпағымен жабылған бес желбезек доғаларынан тұрады.

Жақ доғасына жоғарғы және астыңғы жақтар кіреді. Нағыз сүйекті балықтарда, сүйектенген шаршытаңдай мен Меккел шеміршектерінен және олармен байланысты жабынды сүйектерден тұратын алғашқы жақтардан басқа, жабынды сүйектерден пайда болып ауыз тесігін шектейтін екінші жақтар дамиды.

Бірінші үстіңгі жақтың элементтері: таңдай (palatinum), сыртқы (ectopterygoideum), ішкі (entopterygoideum) мен артқы (metapterygoideum) қанаттәрізді сүйектер және шаршы (quadratum) сүйек. Таңдай аралас, ішкі және сыртқы қанаттәрізді сүйектер жабынды, ал артқы қанаттәрізді және шаршы сүйектер шығу тегі бойынша хондральді.

Екінші жоғарғы жақ жабынды сүйектерден тұрады – жақалды, немесе жақаралық (praemaxillare) және жоғарғы жақ (maxillare). Жақалды сүйектерінде тістері болады (алабұға, көксерке, т.б.) немесе тіссіз (тұқылар, т.б.).

Төменгі жақ тіс (dentale), буын (articulare) және бұрыш (angulare) сүйектерінен құралған. Буын - сүйектенген Меккел шеміршегі, ал тіс және бұрыш – жабынды. Екінші төменгі жақ ірі тіс сүйегі (көптеген балықтарда онда тістер болады).

Тіласты доғасы аспадан, қосымша және таяқшатәрізді, гиоидтар мен копуладан тұрады. Аспа (гиомандибуляре - hyomandibulare) жақ аппаратын ми сауытына жалғастырады. Қосымша сүйек (symplecticum) аспаны шаршымен, ал таяқшатәрізді сүйек (interhyale) аспаны гиоидпен жалғастырады. Тіласты доғасының гиоид бөлімі төрт сүйектен құралған: жоғарғы тіласты (epihyale), орталық тіласты (ceratohyale) және екі кішкентай төменгі тіласты (hyohyale). Гиоидтардың төменгі ұштары так тіл (glossohyale), немесе тілдің қызметін атқаратын негізгі тіласты (basihyale) сүйегімен жалғасады. Жоғарғы- және орта тіласты сүйектерінен желбезек жарғағына сүйеу болатын талшықтар басталады – жарғақ желбезек қақпағын жиектейтін терінің жалғасы.

Гиоидтың астында тақ артқы тіласты, немесе тамақ, сүйегі (urohyale) болады – ол тізбектер (байланыстар) арқылы иық белдеуімен жалғасқан. Көпқанаттылар, сүйекті ганоидтылар (амиялар), латимерияның тамағын югулярлы (jugulare) деп аталатын ірі тамақтық пластинкалар жапқан.

Нағыз сүйекті балықтардың желбезек доғалары бес жұп, бірақ бесіншісі жетілмеген. Көксерке, алабұғалардың бұл доғасында олжасын (тамақ) ұстап қалатын төменгі жұтқыншақтық майда тістері болады, тұқыларда – тамағын майдалауға қатысатын ірі әртүрлі пішінді тістер болады. Бұл тұқыларда систематикалық белгілер. Қалған төрт желбезектің құрылысы акулалардағыдай.

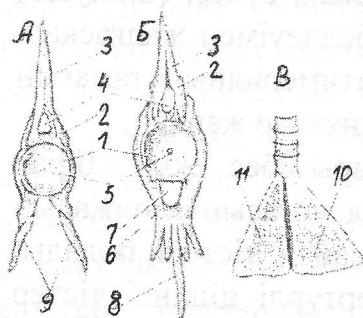
Желбезек доғалары желбезек қақпағымен жабылған, ол төрт сүйектен тұрады: қақпақ (operculum), қақпақасты (suboperculum), қақпақаралық (interoperculum) және қақпақалды (praeoperculum).

Тірек (желі) қаңқасы. Бұл хорда немесе омыртқа жотасы. Хорда, немесе арқа желісі, серпінді және майысқақ көпіршікті тканьнен құралған, сыртында коллагенді талшықтардан тұратын қабығы болады. Хорда ересек бүтінбастыларда, қостыныстыларда және шеміршекті ганоидтыларда (бекірелер) сақталады. Басқа балықтарда хорда тек алғашқы даму сатыларында болады, сосын оны қоршай дамитын шеміршекті, не сүйекті омыртқалар алмастырады. Миногалардың хордасының үстінде кішкентай шеміршекті таяқшалар – жоғарғы (жүйке) доғаның бастамасы бар.

Көпшілік балықтардың арқа желісі омыртқалардан құралған, бұл екі бөлімге жіктеледі: қабырғалар бекіген кеуде және қабырғасы жоқ құйрық омыртқалары. Омыртқа ортасындағы жіңішке тесікте және омыртқалар түйісетін жердегі қуыста хорда сақталады.

Әрбір омыртқа омыртқа денесінен, оның үстіндегі жүйке доғасынан және бұл доға жоғарғы істік өсінді болып аяқталады. Омыртқа денесінің төменгі жағында көлденең өсінділер – парapoфиздер болады, оған кеуде бөлімінде қабырғалар жалғасқан. Құйрық бөлімінің омыртқаларының парapoфиздері өзара бітісіп гемаль доғасын құрайды, бұл төменгі істік өсінді болып аяқталады. Жүйке доғасының ішкі қуысын жұлын өзегі (омыртқалардың жұлын өзегімен жұлын созылған), ал гемаль доғасының ішкі қуысын гемаль өзегі (бұнда құйрық артериясы мен құйрық венасы созылған) деп атайды (22 сур.). Көпшілік балықтардың омыртқалары амфицельді (алды да, арты да ойық), сауытты шортандарда – опистоцельді (алды дөңес, арты ойық).

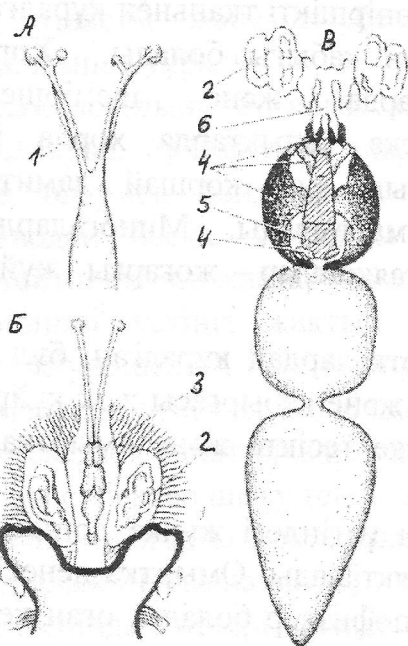
Омыртқа жотасының соңғы омыртқалары өзгеріп жалпақ сүйектерге айналған: омыртқалардың денесі және жоғарғы доға істік өсіндісімен қоса барлығы бірігіп уростильді, ал тек төменгі доға істік өсіндісімен гипуралиді құрайды. Уростильге құйрық қанатының жоғарғы қалақшасының талшықтары, ал гипуралиге төменгі қалақшасының талшықтары бекиді (22 сур.).



22 сурет. Жұмырбұзаубас-балығының кеуде (А), құйрық омыртқалары (Б) және омыртқа жотасының соңғы бөлігі:

1 – омыртқа денесі; 2 – жүйке доғасы; 3 – жоғарғы істік өсінді; 4 – жүйке өзегі; 5 – омыртқа денесінің ортасындағы тесік; 6 – гемаль доғасы; 7 – гемаль өзегі; 8 – төменгі істік өсінді; 9 – қабырғалар; 10 – уростиль; 11 – гипуралии.

Вебер аппараты - еламан сүйегіндегі ұшаяқты (tripus), ендіруші-аралық (incus), шыныаяқ сияқты (scaphium), ілгек (claustrum) және os suspensorium алдыңғы төрт омыртқаның өзгеруінен пайда болған (23 сур).



23 сурет. Торсылдақтың ішкі құлақ қуысымен байланысы:

А – атлант майшабағы; Б – треска; В – тұқылар; 1 – торсылдақтың өскіндері; 2 – ішкі құлақ қуысы; 3 – ми; 4 – Вебер аппаратының (еламан сүйегі) сүйектері; 5 – алдыңғы омыртқалар; 6 – жалпы лимфатикалық өзек.

Балықтардың омыртқасының саны әртүрлі: ай-балықта 17, атлант майшабағында 57, өзен жыланбалығында 114, ал шеміршекті балықтарда 365 дейін болуы мүмкін (теңіз түлкісі).

Тактажелбезектілердің омыртқасы шеміршекті, бірақ даму барысында ізбестеніп мықтылығы артады.

Бүтінбастылардың, қостыныстылардың және бекірелердің омыртқа денесі болмайды, ал желі - жүйке және гемаль доғалары бар хорда. Бекірелерде хорда шеміршекпен қоршалған. Желінің құрамына кеуде бөліміндегі омыртқалардың көлденең өсінділеріне жалғасқан қабырға да кіреді. Қабырғалар дәнекертканьді қабаттың талшықтарынан миосептада пайда болады – құрсак қуысының таянышы. Қабырға кейбір балықтарда кішкентай – құрсак қуысын түгел қамтымайды (акулалар мен бекірелер), ал кейбіреуінде жоқ – скаттар мен теңіз тебендері. Көптеген балықтардың етінде жүйке доғасына, не омыртқа денесіне, не қабырғаға жанаса алатын майда ет сүйектері болады.

Қанаттар мен олардың белдеулері. Арқа және аналь қанаттарының түбін пішіні әрқалай ет ішіндегі радиалилер, немесе птергофорлар құрайды. Бұларға, жұқа тері қатпаршағын ұстап тұратын, қанат

талшықтары бекиді. Шеміршекті балықтардың птеригофорлары шеміршекті, кейде олардың біразы бірігіп ірі пластинкаларға айналған, ал қанат талшықтары, тері клеткаларынан пайда болған мүйізтекес жіңішке эластотрихиялар. Бекіретәрізділердің птеригофорлары да шеміршекті, ал қанат талшықтары, барлық сүйекті балықтардағыдай, теріден пайда болған сүйекті талшықтардан – лепидотрихиялардан тұрады. Сүйекті ганоидтылар мен нағыз сүйекті балықтардың птеригофорлары мен қанат талшықтарының санының сәйкестігі байқалады. Басқа барлық балықтарда қанат талшықтарының саны, оларды ұстап тұратын элементтерге (птеригофорлар) қарағанда көп. Арқа және аналь қанаттарының радиалиялары омыртқалардың істік өсінділерінің арасына енген, бірақ олармен тек жұқа дәнекертканьді жарғақпен жалғасқан.

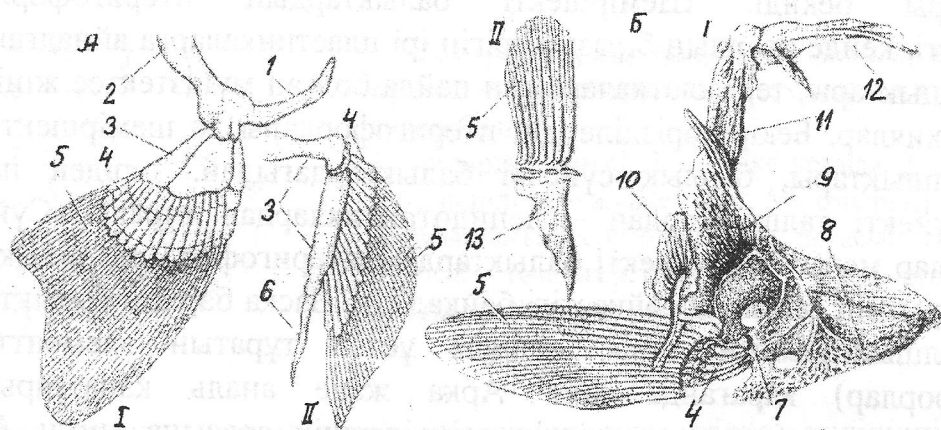
Шеміршекті балықтар мен бекіретәрізділердің құйрық қанаты гетероцеркальді. Шеміршектілерде ол эластотрихиялар, оларды тіреп тұратын қанаттың жоғарғы қалақшасына кіретін омыртқалар мен оның үстіңгі және астыңғы доғалары. Бекіретәрізділердің құйрық қанатының қаңқасы лепидотрихиялар; құйрықтың бүйірінде ганоидты қабыршақтар, ал жоғарырақ ерекше шанышқытекес сүйектер (фулькрылер) болады. Құйрық қанаты жоғарғы қалақшаға созылған хордамен және доғалармен тіреледі. Нағыз сүйекті балықтардың құйрық қанаты да лепидотрихиялар, бірақ бұларда соңғы өзгерген омыртқалардың элементтері – уростиль және гипуралимен тіреледі.

Жұп қанаттар бос қанаттың қаңқасы және оның белдеуінен құралған. Дөңгелекауыздылардың жұп қанаттары болмайды.

Шеміршекті балықтардың иық белдеуі денені бүйірінен және бауыр жағынан қоршап жатқан доға, оның жауырынды (дорсальді) және коракондты (вентральді) бөлімдерін жіктейді. Бұл қанаттың бос бөлімінің қаңқасы үш бөлімнен тұрады: үш базалиялар, екі-үш шеміршектерге бөлінген радиалиялар және тері қалақшасын тірейтін эластотрихиялар (24 сур.).

Құрсақ қанаттарының белдеуі, немесе жамбас белдеуі, балықтарда тірек қаңқасымен байланыспаған. Шеміршекті балықтарда ол тақ шеміршек, оның екі ұшының әрқайсысына ұзын базальді шеміршек, радиалиялар және қанат талшықтары – эластотрихиялар бекиді. Аталықтарында базальдің соңғы ұшы мен радиалиялар шағылысу аппараты – птергоподиге айналған.

Бекіретәрізділердің кеуде қанатының белдеуі шеміршектен және жабынды сүйектерден құралған. Шеміршекті белдеуде кораконд, мезокораконд, жауырын және жауырынүсті бөлімдерін ажыратады. Бұнда жабынды сүйектерден бұғана (clavicula), клейтрум (cleitrum), артқыклейтрум (postcleithrum), жоғарғыклейтрум (supracleithrum) және самайарты (posttemporale) сүйектері болады.



24 сур. Жұп қанаттардың қаңқасы және олардың белдеуі:

А – шөміршекті балық; Б – нағыз сүйекті балық; I – кеуде қанаты иық белдеуімен; II – күрсақ қанаты жамбас белдеуімен; 1 – жауырын бөлімі; 2 – коракоид бөлімі; 3 – базалиялар; 4 – радиалиялар; 5 – қанат талшықтары; 6 – птергоподилар; 7 – жауырын; 8 – коракоид; 9 – клейтрум; 10 – артқы клейтрум; 11 – клейтрумүсті; 12 – самайарты сүйек; 13 – жамбас сүйек.

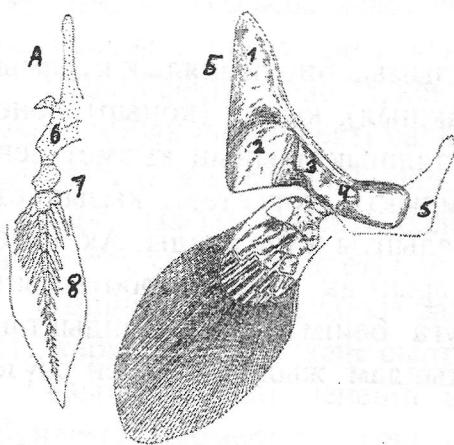
Нағыз сүйекті балықтардың иық белдеуі сүйекті, онда жауырын (scapula), коракоид (coracoideum), клейтрумның үш сүйегі (бекіретелдердегідей) және самайарты сүйек болады. Екі жақтағы клейтрумдар балықтың бауыр жағынан өзара жалғасады, ал арқа жағында жоғарғы клейтрум және самайарты сүйектері арқылы бас қаңқасына бекиді, бұл иық белдеуінің қозғалыссыз дерлік бекуін қамтамасыз етеді.

Бекіретелдердің жамбас белдеуі екі шөміршекті пластинкалар - базиптергиялардан, ал сүйекті балықтарда – екі үшбұрышты сүйектерден тұрады.

Балықтардың жұп қанаттары: бисериальді (қостыныстылар), унисериальді (саусаққанаттылар) және қарапайым типті (сәулеқанаттылар, немесе талшықтылар) болады. Бисериальді қанаттардың ортанғы ұзын буынды білігінің (базалилер) екі жағынан бүйір мүшелері (радиалиялар) тарайды, оларға тері қалақшасын ұстайтын теріден пайда болған сүйекті талшықтар – лепидотрихиялар бекиді (25 сур.). Кейбір балықтардың радиалиялары редукциялануы мүмкін. Унисериальді қанаттың радиалиялары базалиялардың тек бір жағында, қанат белдеуге жалғыз орталық базалий арқылы бекиді. Қарапайым қанаттарда базалиялар жойылады (26 сур.).

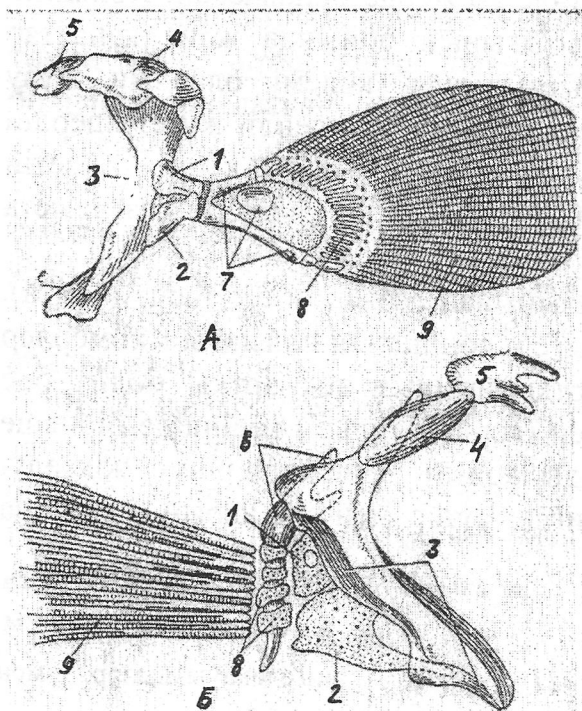
Бекіретелдердің кеуде және күрсақ қанаттарын қаңқасы шөміршекті радиалиялардан (10 артық емес) және лепидотрихиялардан тұрады. 2 – 3 элементке буынданған радиалиялар кәрі балықтарда сүйектенеді. Кеуде қанатының сыртқы жиегіндегі талшық жуанданған – маргинальді деп аталады.

Нағыз сүйекті балықтардың кеуде қанатының қаңқасында бірнеше радиалиялар дамиды, ал күрсақ қанаттарында олар әдетте болмайды, сондықтан қанат талшықтары жамбас белдеуіне тікелей бекиді.



25 сурет. Ескекқанатты балықтардың қанаты:

А – неоцератодтың (қостыныстылар) иық белдеуі мен бисериальді қанаты; Б – қазбадағы саусаққанатты балық *Sauripterus*-тің иық белдеуі мен унисериальді қанаты; 1 – бұғана; 2 – клейтрум; 3 – коракоид; 4 – жауырын; 5 – клейтрумүсті; 6 – иық белдеуі; 7 – базалиялар; 8 – радиалиялар.



26 сурет. Сәулеқанатты балықтардың кеуде қанаттары мен оның иық белдеуі:

А – көпқанаттылар (көпқанаттытәрізділер); бірінші иық белдеуі: 1 – жауырын; 2 – коракоид; екінші иық белдеуі: 3 – клейтрум; 4 – супраклейтрум; 5 – төбеарты сүйек; 6 – клейтрумасты сүйек; қанат қаңқасы: 7 – базалиялар; 8 – радиалиялар; 9 – лепидотрихиялар (тері сүйек талшықтары).

Бұлшық ет

Балықтардың бұлшық еті соматикалық, немесе париетальді (дене еті) және висцеральді (ішкі органдардың еті) болып бөлінеді. Соматикалық бұлшық ет көлденең-жолақ, ал висцеральді – негізінен бірыңғай салалы еттен тұрады. Балықтардың соматикалық етінде дене, бас және қанат еттерін бөлуге болады. Ең жақсы дамығаны дене, немесе қозғалыс, еті, ол дөңгелекауыздылар мен балықтарда сегменттелген, бұл олардың жүзгенде денесін екі бүйіріне иілуіне бейімделушілік.

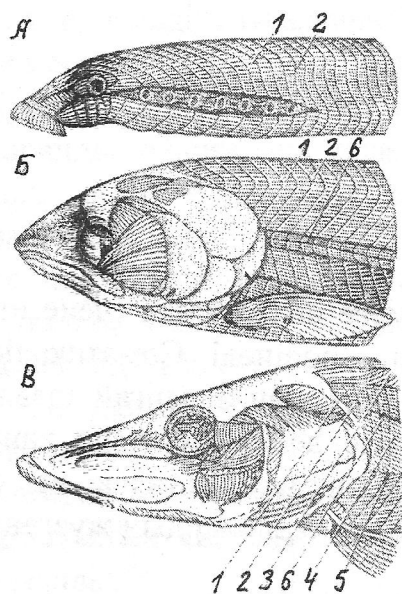
Ет сегменттері – миомерлер - бір-бірінен дәнекертканьді перделермен – миосепталар – бөлінген. Сол және оң жақтағы миомерлердің кезектесіп жиырылуы дененің толқын сияқты иілісін тудырады, соның нәтижесінде

дене арқылы, ет, немесе қозғалыстық деп аталатын нақтылы ілгері қозғаушы күш, толқын жүріп өтеді.

Дегенмен балықтардың дене еті түсі, құрылымы, биохимиялық құрамы және қызметі бойынша ажыратылады. Ақ (ақшыл), қызыл (қоңыр) және аралық ет талшықтарын ажыратады. Ақ ет талшықтарының қызметімен балықтар қас-қағым уақытта үлкен жылдамдықты көрсетеді, қызыл ет талшықтарының қызметімен ұзақ уақыт бірқалыпты жүзе алады. Ақ және қызыл ет талшықтарының айырмашылықтары: ақ еттер аэробты зат алмасуға, қызыл ет анаэробты зат алмасуға бейімделген. Сондықтан қызыл етті балықтар ұзақ уақыт едәуір жылдам жылдамдықпен жүзе алады.

Көпшілік нағыз сүйекті балықтардың еті негізінен ақ. Оларда қызыл еттер әдетте дененің сыртқары бөлімінде әр жерде орналасқан. Көпшілік балықтардың қызыл еттері бүйір сызығының бойында және қанаттар түбінде болады. Қызыл еттің салыстырмалы көлемі олардың жүзу жылдамдығына тікелей байланысты. Айталық, белсенді жүзетіндердің (тунецтер, скумбриялар, т.б.) қызыл еті ақ еттен артық. Ақырын жүзетін балықтардың қанаттары және желбезек қапқағы үздіксіз қозғалыста болады, ал бұларды қозғайтын еттер қызыл.

Дөңгелекауыздылардың дене еті ұзынынан созылған екі таспа (лента). Қиғаш орналасқан миомерлері сәл иілген, сондықтан алдыңғы миомерлер кейінгілеріне үстінен киіледі, ал артқыларының тек артқы бөлігі бос қалады (27 сур.). Сондықтан көлденең (горизонтальді) кесіндіде бірнеше миомерлер көрінеді. Дөңгелекауыздылардың дене еттерінің жіктелуі байқалады: құрсақ бөлімінде жұп қиғаш еттер мен тік қарын еті пайда болады.



27 сурет. Дөңгелекауыздылар мен балықтардың бұлшық еттері:

А – миного; Б – албырт; В – шортан; 1 – миомерлер; 2 – миосепталар; 3 – ұзын арқа еті; 4 – қарынның сыртқы қиғаш еті; 5 – қарынның ішкі қиғаш еті; 6 – көлденең перде.

Балықтардың бұлшық еттері де екі бүйір етінен тұрады, олар метамерлі, бірақ миомерлер көлденең перде арқылы дорсальді және вентральді бөліктерге бөлінген. Миомерлер бірнеше иректелген, әрі конус сияқты, сондықтан көлденең

кесіндіде бірнеше қатарлы шеңбер болып көрінеді. Миомерлердің саны омыртқалардың санына тең, бұл бұлшық еттің жақсы жұмыс істеуіне

мүмкіндік туғызады және де әрбір миомер бір омыртқаның ортасынан басталады да келесі омыртқаның орасында аяқталады.

Шеміршекті және сүйекті балықтардың бұлшық етінің құрылысы ұқсас. Бірақ шеміршекті балықтардың тұлға еті, дөңгелекауыздағылардай, әлі нашар жіктелген. Бұларда жұп қиғаш және тік қарын еттері пайда болады. Нағыз сүйекті балықтардың тұлға еті онан әрі жіктеледі – желбезек қақпағының еті пайда болады.

Көпшілік нағыз сүйекті балықтарда, атап айтқанда шортанда, ұзын арқа еті, қарынның ішкі және сыртқы қиғаш еттері мен тік еті дамиды.

Ұзын арқа еті дененің екі жағында бүкіл арқа бойына созылған. Бұндағы миомерлер әуелі артқа бағытталады, сосын қайтадан ілгері бағытталады.

Қарынның сыртқы қиғаш еті талшықтарымен, жоғарғы жиектен қиғаш төмен және артқа қарай бағытталған, вентральді арқаудың жоғарғы бөлігінде орналасқан.

Қарынның ішкі қиғаш еті талшықтарымен, жоғарғы жиектен қиғаш төмен және алдына қарай бағытталған, бүкіл бүйір қабырғаларын, яғни түгел вентральді арқауын құрайды, дегенмен оның көлденең пердеге жанасатын дорсальді бөлігі сыртқы қиғаш еттің астында – көрінбейді.

Қарынның тік еті талшықтарымен тұлғаның алдыңғы бөлігін бойлай орналасады.

Балықтардың соматикалық бас еті желбезекүсті, желбезекасты және алты жұп көз етінен тұрады. Қанат еттері – тұлға еттерінен бөлінген ет шоқтары. Көпшілік балықтардың еті түссіз, дегенмен кейбір түрлердің еті түсті. Айталық, шортанның еті боздау, бекіреде – сарғыш, албырттарда – қызғылтсары. Бекірелер мен албырттардың етінің түсті болуы оның етінде майдың көп жиналуы.

Асқорыту жүйесі

Балықтардың асқорыту жүйесі асқорыту жолынан және асқорыту бездерінен (бауыр мен ұйқы безі) тұрады.

Асқорыту жолы. Ауыз тесігінен басталады және ауыз қуысы, жұтқыншақ, өңеш, қарын, ішек және аналь тесігі немесе клоака. Балықтардың қоректену сипатына сәйкес бұл бөлімдердің құрылысында айырмашылықтар болады.

Дөңгелекауыздылардың ауыз аппараты сорғыш типті, ол жиегі майда бүршіктермен қоршалған сорғыш воронкадан басталады. Ауыз тесігі воронканың түбінде. Жақтары жоқ, ал воронканың ішкі бетінде мүйізді тістері орналасқан. Ауыз қуысында, тісті, жақсы жетілген тілі бар, тілдің қаңқасы негізінен тіласты шеміршектен тұрады. Дөңгелекауыздылар воронканың көмегімен өзінің жемтігіне сүлікше жабысады, ал тісті тілімен оның денесін теседі. Сосын жараға белоктарды ыдырататын

антикоагулянттар мен ферменттер бөледі, жартылай қорытылған тамақты ауыз қуысына сорады.

Балықтардың ауыз тесігі қоректену әдісі мен қоректің сипатына сәйкес әрқалай пішінді және әртүрлі орналасқан.

Жыртқыш балықтарда – үлкен тісті ұстайтын ауыз. Көптеген бентофагтарда сорғыш түтіктекес, кейде созылмалы, әдетте тіссіз (тұқылар, теңіз тебені, т.б.). Күшті дамыған пластинка және тікенек тәрізді тістері бар тісті-балықтың (зубатка) аузы – уатушы ауыз. Планктофагтардың аузы үлкен немесе орташа көлемді. Тістері майда немесе жок (майшабақтар, анчоустар, ақсақалар, т.б.). Перифитон қоректі түрлердің аузы басының астында саңылаутекес, ал төменгі ернінде мүйізді тыс-қабыршақ болады (қызылкөз, храмуля, қарабалықтар мен көкбастардың кейбір өкілдерінде, т.б.).

Көпшілік балықтардың ауыз қуысындағы жақтарында тістері болады – іріленген және пішінін өзгерткен плакоидты қабыршақтар. Тістің сыртын эмалтекес – витродентин қаптаған, оның астында дентин (сүйектен де берік) орналасқан. Тістің ішкі қуысы жүйкесі және қан тамырлары бар дәнекертканьді қоймалжың затқа толы. Әдетте тістердің түбі болмайды, сондықтан тозғандарының орнын жаңалары басады. Бүтінбастылар мен қостыныстылардың тістері үздіксіз өседі. Көптеген момын балықтардың, мысалы тұқылар, ауыз қуысында тіс болмайды. Жыртқыштардың істік, ішке қарай иілген тістері жемін ұстауға бейімделген.

Тістер тек жақ сүйектерінде ғана емес, ауыз қуысындағы басқа органдарда да (таңдай, өре, тіл, т.б.) болады. Көптеген скаттардың тісі жалпақ. Тісті-балықтардың алдыңғы конусты тістері жемін ұстауға, ал жалпақ бүйір және артқы тістері – моллюскілерді, терітікенектілерді, теңіз жұлдыздарын уатады. Тебенқұрсақтәрізділердің (Tetraodontiformes) алдыңғы тістері өзіне тән тұмсыққа айналған, осы тұмсығымен өсімдіктер мен маржандардың бөлшектерін үзіл алады, ал кейін ығысқан қалғандары тамағын майдалайды. Балықтардың көпшілігі (тұқылар мен кейбір басқалары) тамағын түгел жұтады. Пиранья өте өткір тістерімен ірі жемтігінен ет кесектерін қиып алады.

Балықтарда ауыз қуысынан шыға алатын нағыз тіл болмайды. Оның қызметін шырышты қабы бар тіласты доғасының тақ элементі (копула) атқарады.

Ауыз тікелей жұтқыншаққа ауысады, бұның қабырғаларында сыртқа ашылатын, желбезек доғалары қоршаған желбезек саңылаурлары бар. Желбезек доғаларының ішкі ойық бетінде, құрылысы қоректену сипатына байланысты, желбезек өскіндері болады. Желбезек өскіндері қарапайым және желпуіштәрізді, ұзын және бүршіктітекес, қатты және майысқақ, т.б. болып келеді. Жыртқыштардың желбезек өскіндері азсанды, сирек, тұрпайы, қысқа болады және негізінен желбезек жапырақшаларын қорғау және өте шырышты қорегін ұстап қалу қызметін атқарады. Планктофагтардың желбезек өскіндері көпсанды, ұзын, жіңішке – судан қорегін сүзіп алу қызметін атқарады (28 сур.). Фитопланктонмен

коректенетін дөңмандайдың желбезек өскіндері ерекше тор сияқты. Кейбір балықтардың (майшабақтар, албырттар, кейбір тұқылар, т.б.) бірінші желбезек доғасындағы желбезек өскіндерінің саны систематикалық белгі болады. Планктофагтардың түгелге жақыны коректенген уақытта суды сүзу үшін аузын ашып, желбезек қақпақтарын томпайтып жүзеді.



28 сурет. Планктофагтар мен жыртқыш балықтардың желбезек өскіндері:

а – нева ақсахасы; б – көкшұбар; в – көксерке.

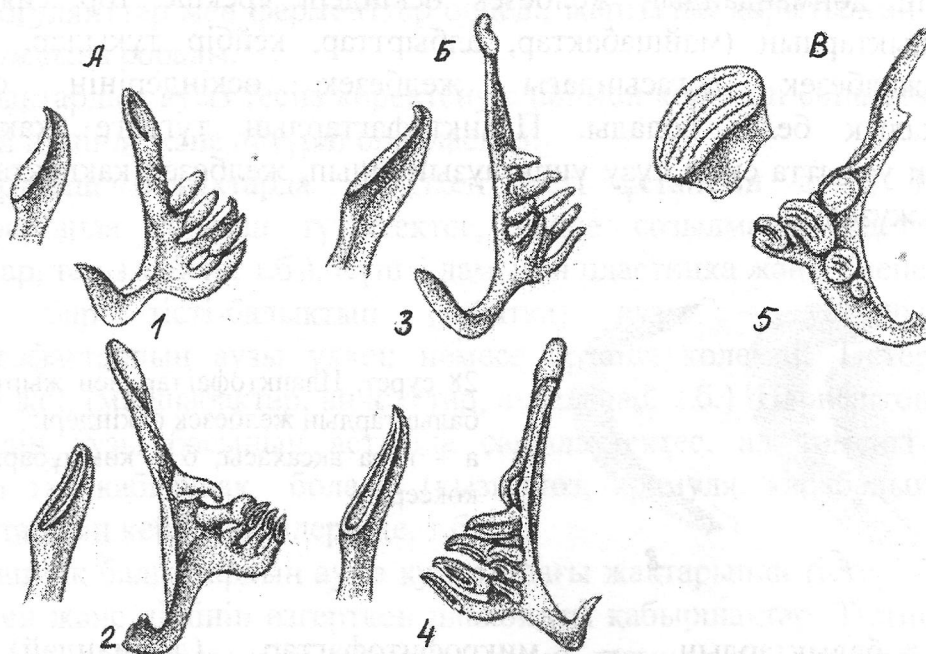
Кейбір балықтардың – микрофитофагтар (дөңмандай) – жұтқыншағының дорсальді қабырғасында ерекше желбезекүсті орган дамиды, ол балықтың екі жағында төрт желбезек доғасының жоғарғы элементтерінен пайда болған оңашаланған тұйық спиральді клапандар сияқты, бұл қуысқа желбезек өскіндерінің ұштары енеді. Желбезекүсті органының қызметі майда тамақты, әсіресе фитопланктонды, жентектеу (шоғырландыру).

Жыртқыш балықтарда жоғарғы және төменгі жұтқыншақ тістері болады.

Жоғарғы жұтқыншақ тісі желбезек доғаларының ең жоғарғы элементтерінде, төменгі жұтқыншақ тістері бесінші жетілмеген желбезек доғасында болады. Олар майда тісшелері бар алаңша сияқты. Жыртқыштардың жұтқыншақ тістері, желбезек өскіні сияқты, шырышты олжасын ұстау қызметін атқарады.

Тұқылардың, бесінші жетілмеген желбезек доғасындағы, төменгі жұтқыншақ тістері күшті дамыған. Жұтқыншақтың төбе қабырғасында уатушы болады – қатты мүйізді зат, ол жұтқыншақ тістерімен бірге тамақты майдалауға қатысады. Бұл жұтқыншақ тістер бірқатарлы (тыран, торта, т.б.), екіқатарлы (шемей, балпан, т.б.), үшқатарлы (сазан, қаяз, т.б.) болуы мүмкін (29 сур). Пішіндері әртүрлі: қармақтәрізді, кетікті, тегіс, ойық, т.т. Осындай тісті балықтарда бұлардың систематикалық маңызы бар. Жұтқыншақ тістері сондай-ақ губандарда (Labridae), тоты-балықтарда (Scaridae) және кейбір камбалаларда да болады.

Жұтқыншақ, ішкі беті ұзын қатпаршақты, өңешке жалғасады. Тебенқұрсақтылар отрядының өкілдерінде өңеш ауа қапшығын құрайды, ол денесін месше үрлеп үлкейтеді.

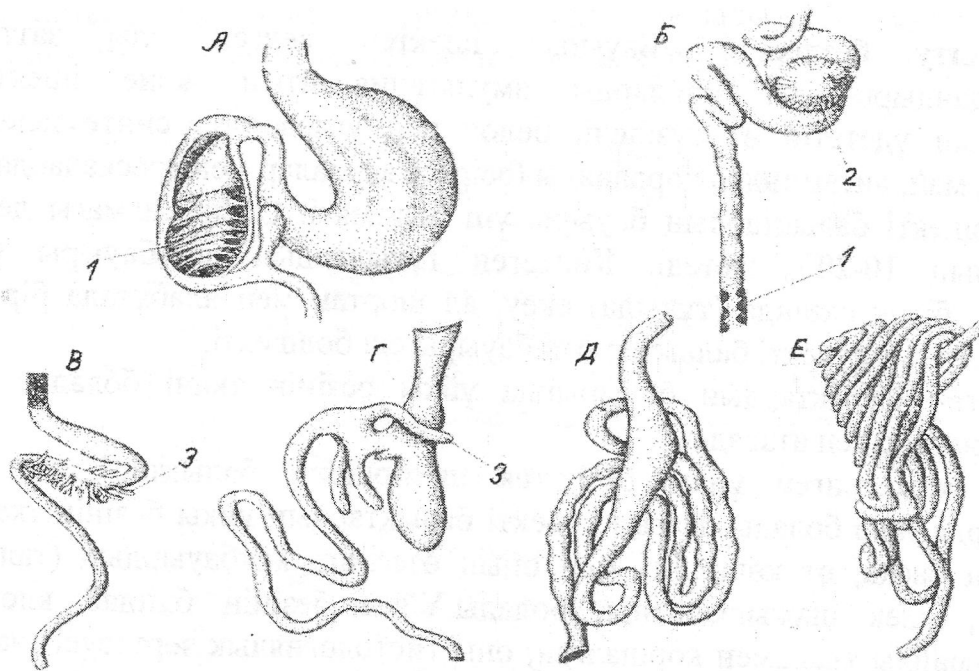


29 сурет. Тұқылардың жұтқыншақ тістері:
А – бірқатарлы; Б – екіқатарлы; В – үшқатарлы; 1 – торта; 2 – тыран 3 – акқайран; 4 – балпан (тұрпан), 5 – сазан.

Көпшілік балықтардың өңеші қарынға жалғасады, қарынның көлемі қоректену сипатына байланысты. Шортанның қарны жұмсақ түтік сияқты, сырттай өңештен айырмашылығы жоқ, алабұғада – соқыр ішек сияқты, ал кейбір балықтарда V әрпі сияқты иілген. Басқын балықтардың (кефалдар) қарны кішкентай, бірақ екі бөлікті: алдыңғысы безді, артқысы етті, онда тамақ майдаланып араласады. Қарынның алдыңғы бөлігі кардиальді, артқысы – пилорикалық деп аталады. Сонымен қатар тұқыларда, қостыныстыларда, бүтінбастыларда, теңіз әтештерінде, көптеген бұзаубас-балықтарда, теңіз шайтанында қарын болмайды. Бұларда тамақ өңештен бірден ішекке түседі, ішек үш бөлімнен тұрады – алдыңғы (ащы), ортаңғы (тоқ) және артқы (тік). Ащы ішекке бауырдың (өт әкеледі) және ұйқы безінің өзектері ашылады.

Ішектің ішкі беті қатпаршақты. Қарны жоқтар мен майда бентофагтарда (тұқылар, бұзаубас-балықтар, т.б.) ішек қатпаршағы аласа, ірі бентофагтарда (қаяз, т.б.) олар едәуір биік, ал жыртқыштарда – өте биік, әрі жұқа.

Ішегі қысқа балықтарда сіңіру аймағын кеңейтетін бейімделушілік болады. Дөңгелекауыздылар, шеміршекті, шеміршекті және сүйекті ганоидты, қостынысты, саусаққанатты балықтардың ішегінің ішкі қабырғасында өскіндер – спиральді клапан блалды (30 сур.). Миногаларда ол жарты айналым, ал акулаларда – 50 дейін. Нағыз сүйекті балықтардың арасында спиральді клапаны нашар дамығандары кездеседі – олар кейбір албырттар, салакалар. Басқа нағыз сүйекті балықтарда асты сіңіру аймағы пилорикалық қосалқалар мен ішектің ұзаруы арқылы үлкейеді.



30 сурет. Балықтардың ішегінің құрылысы:
А – скат; Б – бекіре; В – албырт; Г – алабұға; Д – тұқы; Е – дөңмаңдай; 1 – спиральді клапан; 2 – пилорикалық без; 3 – пилорикалық қосалқалар.

Пилорикалық қосалқалар көптеген балықтарда (майшабақтар, албырттар, скумбриялар, кефалдар, алабұғалар, т.б.) болады, 1 ден 200 дейін болатын олар ішектің алдыңғы бөлігінен басталады. Бекірелердің пилорикалық қосалқылары бірігіп бөлшектенген тығыз затқа – пилорикалық безге айналған, ол ішекке бір кең тесікпен ашылады. Пилорикалық өсінділер тамақты сіңіру аймағын кеңейтумен қатар ферментативтік қызмет атқарады деген болжам бар. Кейбір балықтардың пилорикалық қосалқылары систематикалық белгі (албырттар, кефалдар, т.б.). Балықтардың ішегінің ұзындығы оның тамағының құнарлылығына байланысты, әртүрлі балықтардың ішегінің ұзындығы сол балықтың ұзындығына қатынасы 0,5- тен 22,0 дейін болады. Ең қысқа ішек жыртқыш балықтарда болады. Бұлардың ішегінің ұзындығының дене ұзындығына қатынасы 1 шамасында немесе онан аз (шортандарда 1,2). Фитопланктонмен қоректенетін дөңмаңдайлардың ішегінің ұзындығы дене ұзындығынан 16 есе артық.

Қарны жоқ балықтар тамақты аз бөліктермен (порция) жейді және ішегін тез босатады. Қарны үлкен жыртқыш балықтардың тамағын қорытуы 3-6 тәулікке созылады және де басынан бастап жұтқан олжасы қарынға біртіндеп оның қорытылуына сәйкес жылжиды.

Ішек аналь тесігімен аяқталады, ол әдетте жыныс және зәр тесіктерінің алдында орналасқан. Дегенмен гимнотидтердің (*Gymnotoidei*, *Cypriniformes*) аналь тесігі кеуде канаттарының алдында, ал электрлі жыланбалықтарда – тамағында орналасқан. Клоака шеміршекті және қостынысты балықтарда сақталады.

Асқорыту бездері. Бауырда ішектен келген улы заттар залалсыздандырылады, майларды эмульгациялайтын және ішектің жиырылуын үдететін өт түзіледі, белок пен углеводтар синтезделеді, гликоген, май, витаминдер қорланады (әсіресе акулалар мен трескаларда).

Шеміршекті балықтардың бауыры үш бөлшекті. Оның салмағы дене салмағының 10-20% жетеді. Көптеген тұқылардың да бауыры үш бөлшекті, бірақ сазанда (тұқыда) екеу, ал шортан мен алабұғада біреу. Көптеген нағыз сүйекті балықтардың бауыры екі бөлшекті.

Көптеген балықтардың бауырында ұйқы безінің ткані болады, ол гепатопанкреас деп аталады.

Тұтас жекеленген ұйқы безі тек шеміршекті балықтар мен ірі бекірендерде ғана болады. Нағыз сүйекті балықтардың ұйқы безінің ткані, бауырдан басқа, өт көпіршігі мен оның өзегінің, көкбауырдың (талақ) маңында, ішек шажырқайында болады. Ұйқы безінің бұндай клетка топтары майлы тканьмен қоршалған, оны гистологиялық зерттеусіз жеке бөлу мүмкін емес. Ұйқы безі ішекке майларды, белоктарды және углеводтарды қорытуға себепші ферменттер бөледі.

Торсылдақ және гидростатикалық тепе-теңдік

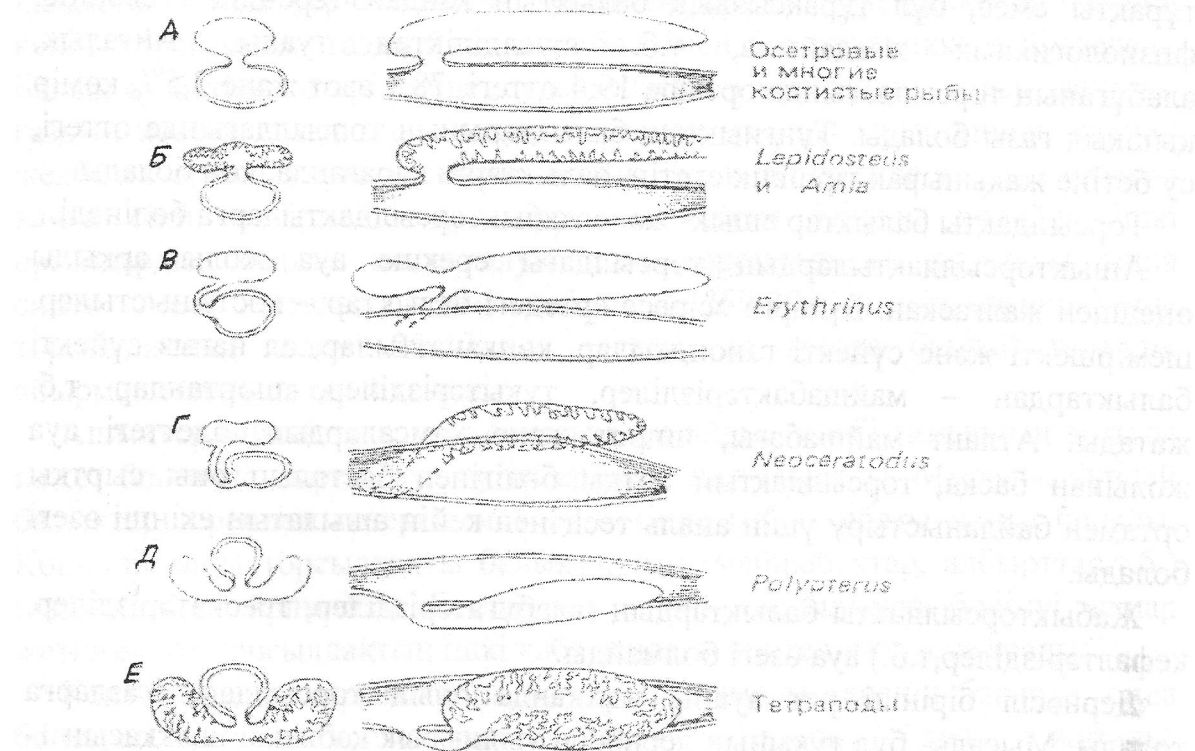
Балықтардың дене тығыздығы судың тығыздығынан артық екені белгілі, сондықтан олар үшін қалқымалылық өте маңызды. Қалқымалылық – балық денесінің тығыздығының судың тығыздығына қатынасы. Ол бейтарап (0), оң немесе теріс болуы мүмкін. Бейтарап қалқымалылық балықтарға су қабатында онша күш жұмсамай «қалықтауын» қамтамасыз етеді. Белсенді жүзетін балықтардың қалқымалылығы бейтарапқа жақын, көпшілік балықтарда +0,03-тен -0,03 дейін.

Балықтардың бейтарап қалқымалылыққа, немесе гидростатикалық тепе-теңдікке, яғни салыстырмалы түрдегі салмақсыздыққа, жету әдістері әртүрлі: негізінен торсылдақтың көмегі, етін суландыру, қаңқасын жеңілдету (тұңғиықтың балықтарында) және май жинау арқылы жүзеге асады.

Көпшілік балықтардың торсылдағы бар. Ол шеміршекті балықтарда, ал нағыз сүйектілерде – су түбінің (бұзаубас-балықтар), тұңғиықтың және кейбір жылдам жүзетін (тунецтер, пеламидалар, кәдімгі скумбриялар, т.б.) балықтарда болмайды. Жылдам жүзетін балықтардың бейтарап немесе соған өте жақын қалқымалылығы бауырда (акулалар) немесе етінде (скумбрия, пеламида) майдың көп жиналуы арқылы іске асады. Бұл балықтардың гидростатикалық қосымша бейімделушілігі - көтергіш күші, оларда бұндай күш үздіксіз қозғалудың нәтижесінде пайда болады.

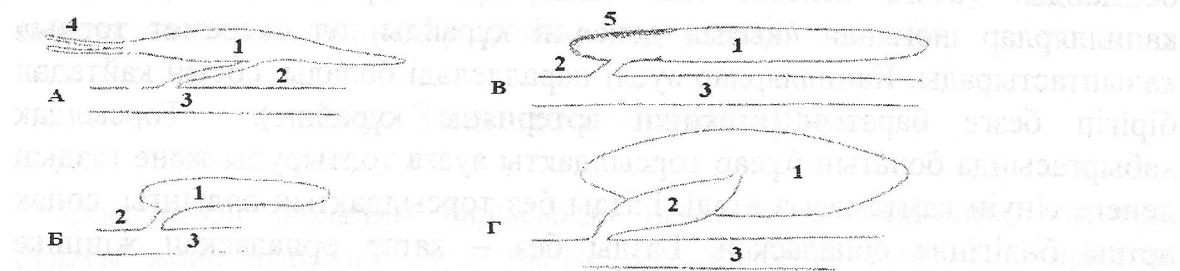
Торсылдақ күміс түстес едәуір үлкен жұмсақ қапшық, бүйректің астында орналасқан. Негізгі қызметі гидростатикалық. Саусаққанатты, қостынысты, көпқанаттыларда өңештің вентральді жағынан пайда болады. Көпшілік балықтардың торсылдағы, өңештің дорсальді жағынан

басталатын, тақ орган түрінде пайда болады (31 сур.). Кейбір қостыныстылар мен көпқанаттыларда ғана жұп Көпшілік балықтарлын



31 сурет. Әртүрлі балықтардың торсылдағының көлденең және ұзынынан кесіндісі: А – сәулеқанатты балықтардың типті дорсальді торсылдағы; Б – сүйекті ганоидтылардың ішкі беті қатпаршақты торсылдағы – аздап та болса тынысалу қызметін атқара алады; В – нағыз сүйекті балықтардың әдеттен тыс торсылдағы – ішекке бүйірінен ашылады, вентральді торсылдақтың (өкпеге айналған) дорсальдіге ауысуының өткінші сатысын еске түсіреді; Г - австралия қостыныстысының екіқалақшалы өкпесі – ол дорсальді орналасқан, бірақ әлі ішекке астынан ашылады; Д - өте ертедегі көпқанаттының торсылдағы.

торсылдағы бір камералы (албырттар), кейде ұзынынан өзара қатысатын екі (тұқылар) немесе үш (ошибень) камераға бөлінген. Біршама балықтардың (майшабақтар, трескалар, т.б.) торсылдағынан, оны ішкі құлақ қуысымен жалғастыратын, тұйық өскіндер басталады (32 сур.).



32 сурет. Торсылдақ және оның өңешпен жалғасуы: А – майшабақ; Б – албырт; В – шортан; Г - өзен жыланбалығы; 1 – торсылдақ; 2 – ауа өзегі (жолы); 3 - өңеш; 4 – торсылдақтың алдыңғы өскіні; 5 – газды без.

Торсылдақ оттегі, азот, көмірқышқыл газдарының қоспасына толы болады. Олардың өзара қатынасы әрбір түрде де, бір түрдің өзінде де тұрақты емес, бұл тұрақсыздық балықтың қандай тереңдікте екеніне, физиологиялық жағдайына, т.б. тәуелділіктен туады. Айталық, алабұғаның торсылдағында орташа 19,4 оттегі, 78,1 азот және 2,5% көмірқышқыл газы болады. Тұңғықтың балықтарының торсылдағында оттегі, су бетіне жақынырақ тіршілік ететін балықтарға қарағанда, көп болады.

Торсылдақты балықтар ашық- және жабықторсылдақтыларға бөлінеді.

Ашықторсылдақтылардың торсылдағы ерекше ауа жолы арқылы өңешпен жалғасқан. Бұларға әсіресе ертедегі балықтар – қостыныстылар, шеміршекті және сүйекті ганоидтылар, көпқанаттылар, ал нағыз сүйекті балықтардан – майшабақтәрізділер, тұқытәрізділер, шортандар т.б. жатады. Атлант майшабағы, шпрот және хамсалардың, әдеттегі ауа жолынан басқа, торсылдақтың артқы бөлігінен басталып оны сыртқы ортамен байланыстыру үшін аналь тесігінен кейін ашылатын екінші өзегі болады.

Жабықторсылдақты балықтардың (алабұғатәрізділер, трескатәрізділер, кефалтәрізділер, т.б.) ауа өзегі болмайды.

Дернәсіл бірінші рет ауаны жұтқанда оның торсылдағы газдарға толады. Мысалы, бұл тұқының дернәсілі уылдырық қабынан шыққасын 1-1,5 тәуліктен кейін жүзеге асады. Жабықторсылдақтылардың торсылдағы шамалы уақыттан кейін сыртқы ортамен қатынасын жояды, ал ашықторсылдақтыларда ауа өзегі өмір бойы сақталады.

Барлық балықтар судың бетінен тереңіне, не тереңнен су бетіне орын ауыстырады. Су қабаты тереңдеген сайын ондағы қысым артады, сосын торсылдақтағы газдардың қысымы да көбейеді, оның көлемі кішірейеді. Сонымен қатар балықтың өзіндік салмағы артады, ол балықтың тереңге кетуін жеңілдетеді. Балық су бетіне көтерілгенде бұл процес керісінше жүреді.

Жабықторсылдақты балықтардың торсылдағындағы газдардың көлемін реттеуі ерекше құрылымдар – газды без, «керемет тор» және сопақ (торсылдақ қабырғасындағы қуыс) арқылы іске асады. Кейбір ашықторсылдақтылардың (Esocidae) газды безі болады, бірақ сопағы болмайды. (Безге келетін қан тамырлары параллельді орналасқан капиллярлар шоғынан «қызыл дене»-ні құрайды, ол «керемет торды» қалыптастырады. Капиллярлар әуелі параллельді болады, сосын қайтадан бірігіп безге баратын екінші артерияны құрайды). Торсылдақ қабырғасында болатын бұлар торсылдақты ауаға толтыруды және газдың денеге сіңуін қамтамасыз етеді. Газды без торсылдақтың алдыңғы, сопақ артқы бөлігінде орналасқан. Газды без – қатар орналасқан жіңішке артериальді және венозды тамырлардың жүйесі, ал сопақ – торсылдақтың ішкі қабатындағы ет сфинктері қоршаған терезе. Ет сфинктері босаңсығанда газ торсылдақтан өз қабының ортаңғы қабатындағы веноздық капиллярларға барып қанға сіңеді. Сіңетін газдың көлемі сопақтың тесігінің өзгеруімен реттеледі.

Жабықторсылдақты балықтар тереңдеген сайын олардың торсылдағындағы газдың көлемі азайады, сондықтан балықтың қалқымалылығы теріс болады, дегенмен белгілі тереңдікке жеткеннен кейін торсылдаққа газды бездің газ бөлуімен сол тереңдікке бейімделеді. Балық су бетіне көтерілгенде, судың қысымы азайғанда, торсылдақтағы газдың көлемі артады, оның артығы сопақ арқылы канға сіңеді, каннан желбезек арқылы суға бөлінеді. Балық тез көтерілгенде газдың артығы канға сіңіп үлгірмейді де торсылдақ қатты ісінеді, ондайда ішкі органдардың сыртқа шығарылуы және торсылдақтың жарылуы онша сирек емес. Айталық теңіз алабұғасы 250-300 м тез көтерілгенде торсылдақтың көлемі 25-30 есе артады, ал треска бұндай тереңдік айырмашылығына оңай төзеді.

Ашықторсылдақтылардың сопағы болмайды, себебі газдардың артығы қажет болғанда сыртқа ауа түтігі арқылы шығарылады. Мысалы, бұндай балықтар тереңнен көтерілгенде су бетінде көбік қабаты пайда болады. Көпшілік ашықторсылдақты балықтардың (майшабақтар, албырттар, т.б.) газды безі де болмайды. Газдардың каннан торсылдаққа бөлінуі нашар жетілген, ол торсылдақтың ішкі қабатындағы эпителимен іске асады.

Көптеген ашықторсылдақты балықтар шамалы тереңге барарда, онда бейтарап қалқымалылығын сақтау үшін, ауа жұтады. Ашықторсылдақтылар едәуір тереңдікке сүңгу үшін торсылдақтағы газдарды шығарады, сонда су бетінде ауа көпіршіктері немесе көбік қабаты пайда болады. Тереңде бос торсылдақпен қалу мүмкін емес, сондықтан олар су бетіне көтерілуге мәжбір.

Торсылдаққа тек гидростатикалық қызмет тән емес. Ол қысымның өзгеруін қабылдайды, есту органына тікелей қатысты – дыбыс толқынының резонаторы және рефлекторы қызметін атқарып ішкі құлақтың сезімталдығын күшейтеді.

Шырма-балықтардың торсылдағы сүйекті капсуламен қапталған, гидростатикалық қызметі жойылған, бірақ атмосфераның қысымының өзгергенін тез қабылдайтын қасиет тапқан.

Торсылдағының көмегімен дыбыс шығаратын балықтар аз емес (треска, мерлуза, т.б.).

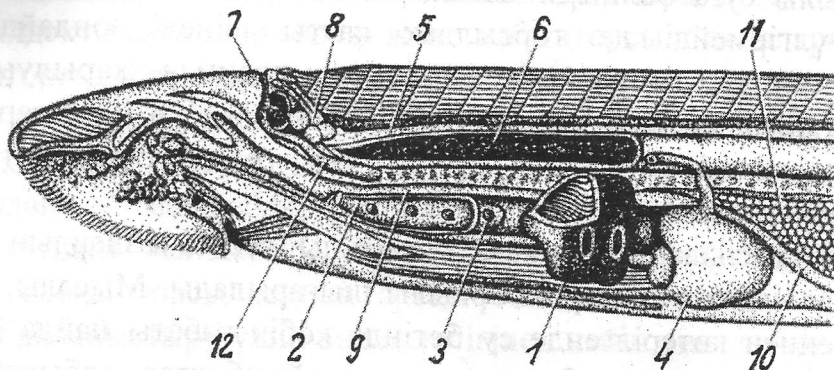
Қостынысты және сүйекті ганоидтылардың торсылдағы ұялы, сондықтан ерекше тынысалу органының қызметін атқарады.

Тынысалу органдары

Балықтарда эволюция барысында тынысалудың екі типі дамыған: судағы және ауадағы. Суда тыныс алу желбезек және тері арқылы, ауадағы – тері, торсылдақ, ішек, және желбезекүсті органдар арқылы іске асады. Балықтардың негізгі тынысалу органы желбезек, ал қалғандарын қосымша, немесе қосалқы тынысалу органдары деп атауға болады. Дегенмен соңғыларының қайсыбірі кейде ең маңызды орган болады.

Негізгі тынысалу органдары. Желбезектің негізгі қызметі газ алмасу – оттегіні сіңіріп, көмір қышқыл газын бөліп шығару. Желбезек сондай-ақ су-тұз алмасуға да қатысады – аммиак, мочевианы бөледі, су мен тұздар иондарын, әсіресе натрий ионын, сіңіреді және бөледі.

Дөңгелекауыздылардың тынысалу органы жұтқыншақтан бөлініп қалыптасқан, шығу тегі энтодермальдік, желбезек қапшықтары (33 сур.).

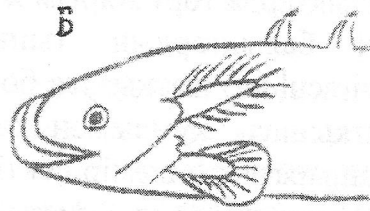
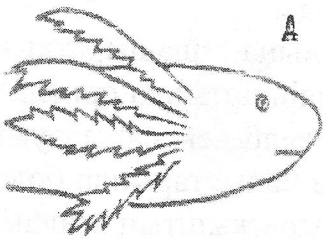


33 сурет. Миноганың бас бөлімінің ұзынынан кесіндісі:

1 – желбезек қапшығы; 2 – тынысалу түтігі; 3 – желбезек қапшықтарының ішкі тесігі; 4 – жүрек; 5 – жұлын; 6 – хорда; 7 – танау тесігі; 8 – ми; 9 – өңеш; 10 – ішек; 11 – жыныс безі; 12 – питуитарлы өскін.

Миноганың желбезек қапшықтары жеті жұп, оның әрқайсысында екі тесік бар: сыртқы - суды сыртқа бөлетін және ішкі тынысалу түтігіне ашылады, әрі жабыла алады. Тынысалу түтігі жұтқыншақтың ұзынынан екіге бөлінуінен пайда болған: төменгісі тынысалу, жоғарғысы асқорыту. Түтік тұйық аяқталады, ол ауыз қуысынан ерекше клапанмен бөлінген. Миноганың дернәсілі-құмқазғышта тынысалу түтігі болмайды, желбезек тесіктері жұтқыншаққа тікелей ашылады. Көпшілік миксиналардың желбезек тесіктері бірігіп желбезек қапшықтарынан едәуір кейін бір жұп болып ашылады. Бұнан басқа, миксиналардың мұрын тесігі жұтқыншақпен қатынаста болады. Ересек дөңгелекауыздыларда су ауыз тесігінен кіріп жұтқыншаққа немесе тынысалу түтігіне, соңғысынан желбезек қапшықтарына барады, онан сыртқа шығарылады. Қоректенген уақытта аузы бос болмайды, су сыртқы желбезек тесіктері арқылы сорылады және қайтадан шығарылады. Тұнбаға көмілген миксиналарда су желбезек қапшықтарына мұрын тесігі арқылы барады.

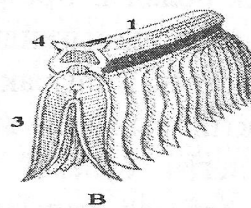
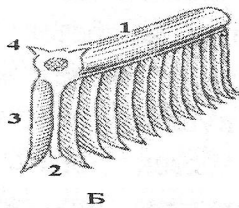
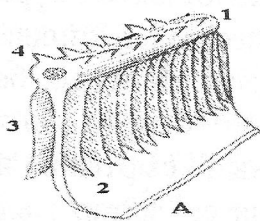
Балықтардың эмбриондары мен құртшабақтарының тынысалуы сарыуыз қабы мен қанат қатпаршақтарындағы шоғырланған қан тамырлары арқылы іске асады. Сарыуыз азайған сайын қанат қатпаршақтарындағы қан тамырлар саны көбейеді. Кейбір балықтардың дернәсілінің сыртқы желбезектері дамиды (костыныстылар, көпқанаттылар, шырма-балықтар, т.б.) (34 сур.).



34 сурет. Кейбір балықтардың дернәсілінің сыртқы желбезектері:
А – лепидосирен; Б – көпқанатты.

Ересек балықтардың негізгі тынысалу органы, шығу тегі эктодермальдік, желбезектер.

Көпшілік шеміршекті балықтарда бес жұп желбезек саңылауы (кейбіреуінде 6-7), соған сәйкес желбезек доғалары болады. Желбезек қақпағы жоқ, тек бүтінбастылардың (химералар) желбезек саңылауларын желбезек қақпағы сияқты тері қатпаршағы жапқан. Акулалардың желбезек саңылаулары басының екі жанында, ал скаттарда басының астында болады. Шеміршекті балықтардың әрбір желбезегі желбезек доғасынан, оның сыртынан басталатын желбезекаралық пердеден, перденің екі бетінде орналасқан желбезек жапырақшаларынан және желбезек доғасының ішкі жағындағы желбезек өскіндерінен тұрады. Желбезек пердесінің соңғы бөлігінде желбезек жапырақшалары болмайды, ол желбезек саңылауларын сыртынан жабады (35 сур.).



35 сурет. Желбезек аппаратының дамуы (үлгі кесінді):
А – шеміршекті балықтар; Б – химералар; В – нағыз сүйекті балықтар; 1 – желбезек доғасы; 2 – желбезек пердесі; 3 – желбезек жапырақшалары; 4 – желбезек өскіндері.

Желбезек перделерін шеміршекті талшықтар тірейді. Желбезек перделерінің түбінде қан тамырлары: веноздық қанды алып келетін артериялар және артериялық қанды алып шығатын артериялар орналасқан.

Желбезек пердесінің бір бетінде орналасқан желбезек жапырақшалары жартыжелбезекті құрайды. Демек, желбезек бір желбезек доғасында орналасқан екі жартыжелбезектен тұрады, ал желбезек саңылауына қараған екі жартыжелбезек желбезек қапшығын құрайды. Бес желбезек доғасының алдыңғы төртеуінде екі жартыжелбезектен болады, ал соңғысында желбезек жапырақшалары болмайды, бірақ бірінші желбезек

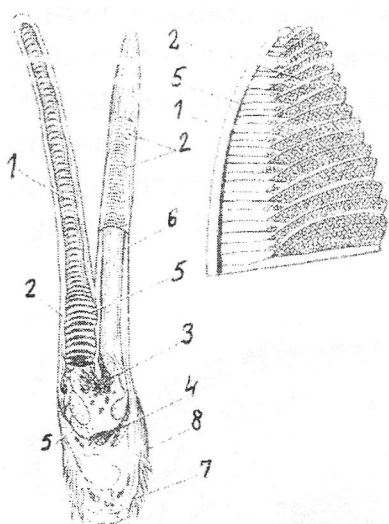
қапшығының гиоид доғасында тағы бір жартыжелбезек болады. Демек, шеміршекті балықтарда төрт жарым желбезек болады.

Шеміршекті балықтардың тынысалу органына шашыратқышты (брызгальце-spiraculum) жатқызуға болады; ол көздің артында орналасқан және ауыз-жұтқыншақ қуысымен қатынасатын желбезек саңылауының рудименті. Шашыратқыш шеміршекті және бекіре балықтарында болады. Ең күрделі шашыратқыш скаттарда. Шашыратқыштың алдыңғы қабырғасында клапандар, ал артқысында – көру органын қанмен қамтамасыз ететін жалған желбезек болады.

Акулалар тыныс алғанда су аузынан кіріп желбезек саңылауларынан шығады. Скаттар су түбінде тіршілік ететіндіктен су ауыз-жұтқыншақ қуысына шашыратқыштан клапаны ашық кезінде кіреді, ал клапан жабық кезінде су желбезек саңылаулары арқылы сыртқа шығарылады.

Бекірелердің желбезекаралық пердесі қысқа. Оның редукциялануы желбезек қақпағының дамуымен байланысты, онан төмен қарай желбезекті астынан жабатын желбезек жарғағы басталады. Бекірелердің, шеміршекті балықтар сияқты, бес жұп желбезек доғасы болады, бірақ терінің астындағы бесінші желбезек доғасында желбезек жапырақшалары болмайды. Желбезек жапырақшаларының бірінші қатары желбезек қақпағының ішкі бетінде ораласқан – бұл гиоид доғасының жартыжелбезегі, немесе оперкулярлі желбезек. Бекірелерде, шеміршекті балықтардағыдай, төрт жарым желбезек болады. Желбезек доғасының ішкі бетінде екі қатар орналасқан желбезек өскіндері болады.

Нағыз сүйекті балықтарда төрт желбезек доғасы және соған сәйкес төрт толық желбезек болады. Әрбір желбезек екі жартыжелбезектен құралған, желбезек қақпағы дамығандықтан желбезек пердесі редукцияланған, сондықтан желбезек жапырақшалары тікелей желбезек доғасына бекиді, бұл желебезектің тынысалуын күшейтуге мүмкіндік береді (36 сур.). Желбезектің негізі сүйекті желбезек доғасы, оның сыртына пішіні үшбұрышты желбезек жапырақшалары, ішкі жағына екі қатар желбезек өскіндері (көлемі мен пішіні әртүрлі) орналасқан. Жапырақшалардың ұшы кезек-кезек не оңға, не солға иілген, сондықтан олар екі қатар сияқты болып көрінеді. Әрбір желбезек жапырақшаларының екі бүйірінде екінші сатыдағы майда жапырақшалар, немесе респираторлық қатпаршақтар, болады, газдардың алмасуы осы жерде жүреді. Желбезек жапырақшаларының түбінде айрықша клеткалар (хлоридты) болады, олар организмнен артық тұздарды бөліп шығарады. Желбезек жапырақшаларының ішкі жиегінде оларды сүйейтін шеміршекті талшықтар болады, талшықтың ұзына бойына жапырақша артериясы созылған, ал қарсы бетінде – жапырақша венасы. Жапырақшалардың түбінде желбезектің алып келетін және алып шығатын артериялары созылған.



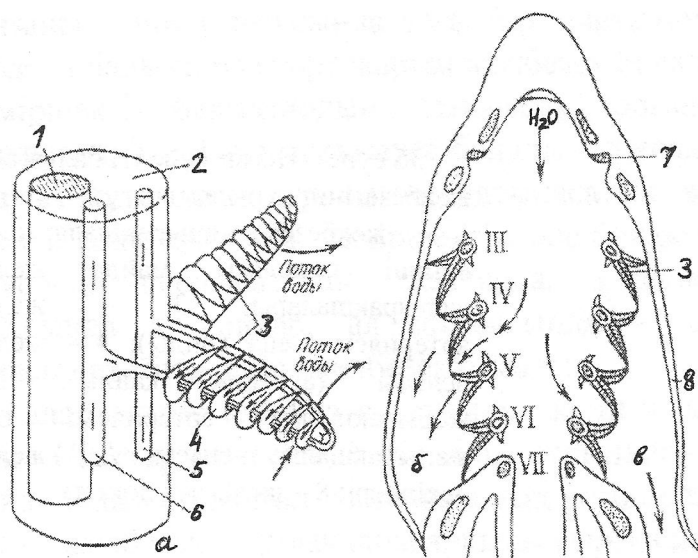
36 сурет. Нағыз сүйекті балықтардың желбезегінің құрылысы:

1 – желбезек жапырақшалары; 2 – екінші сатыдағы майда желбезек жапырақшалары; 3 – желбезек артериясы (вена қанды); 4 – желбезек венасы (артерия қанды); 5 – жапырақшалар артериясы; 6 – жапырақшалар венасы; 7 – желбезек өскіндері; 8 – желбезек доғасы.

Сүйекті балықтардың желбезекпен тыныс алуын схема жүзінде былай көрсетуге болады. Су ауыздан жұтқыншаққа барады, онда желбезек жапырақшаларының арасымен аққанда оттегіні қанға береді, қаннан көмірқышқыл газын алады, сосын желбезек қуысынан сыртқа шығарылады.

Газ алмасуды жеткілікті қамтамасыз ету үшін желбезектің бет ауданы айтарлықтай болу керек. Активті балықтардың желбезегінің ауданы салыстырмалы түрде үлкен. Мысалы, макрельдің желбезегінің ауданы су түбінің ақырын жүзетін балығы теңіз шайтанынан 50 есе артық. Желбезектер желбезек қуысында болады және сүйекті балықтарда желбезек қақпағымен жабылған. Қақпақ вентральді тері талшықтары бар желбезек жарғағына жалғасқан. Желбезек аппаратының қарқынды жұмыс істеуі үшін қарсыағыс жүйесінің маңызы үлкен – су екінші сатыдағы желбезек жапырақшаларын бойлай аққанда қан осы жапырақшалардың қабырғасымен оған қарсы ағады (37 сур.). Қарсыағыс принципінің маңызы өте үлкен, себебі желбезек пластинкасынан шығарда қан оттегісі әлі жұмсалмаған оған бай суды кездестіреді.

Желбезекпен тынысалу активті және пассивті болуы мүмкін. Активті тынысалу барлық балықтарға тән, бірақ ағыссыз және жәй ағатын суларда тіршілік ететін, қозғалыссыз балықтарда басым болады. Бұл әдіспен тыныс алғанда желбезек қақпақтары ет күшімен көтеріледі, ал оның тері жиегі сыртқы қысымның күшімен балық денесіне қысылады, сонысымен судың желбезек саңылауы арқылы жұтқыншаққа баруына кедергі болады. Ауыз-жұтқыншақ қуысында қысымның азаюынан су ауыз тесігі арқылы жұтқыншаққа сорылады, сосын желбезек жапырақшаларын жуа желбезек қуысына өтеді. Су сыртқа шығарда желбезек қақпақтары желбезекке сығылады да ондағы қысымды арттырады, ауыз-жұтқыншақтағы артық қысымның күшімен желбезек қақпақтарының терілі жиектері ашылады, су сыртқа шығарылады. Суды сыртқа шығарғанда ол қайтадан жұтқыншаққа бара алмайды, себебі желбезек жапырақшалары тығыз тұтасады.



37 сурет. Балықтардың желбезегіндегі су мен қанның қарсыағысының және ересек балықтардың тынысалу механизмінің үлгісі:

А – қарсыағыс жүйесі; Б – тынысалу; В – ауаны шығару; 1 – шеміршекті желі; 2 – желбезек доғасы; 3 – желбезек жапырақшалары; 5 – құрсақ қолқасынан әкелетін артерия; 6 – арқа қолқасына апаратын артерия; 7 – жалғанжелбезек; 8 – желбезек қақпағы.

Пассивті тынысалу реофильді балықтарда және оттегіге бай суда тіршілік ететіндерде кездеседі. Олар жүзгенде аузы және желбезек қақпақтары ашық болады, ал судың ағысы балықтың жүзуінен туады.

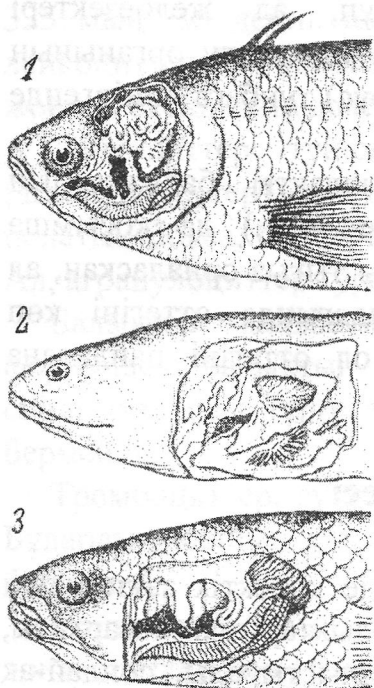
Балықтардың тынысалу жиілігі олардың түрлік ерекшелігіне және көптеген факторларға байланысты (судың температурасы, ондағы оттегінің көлемі, балықтың физиологиялық жағдайы, т.т.). Мысалы, тұқы 12-16°C минутына 30-40 рет, ал 0,5-1,0°C – бар болғаны 3-4 рет тыныс алады. Тікенектілердің тынысалу жиілігі минутына 150 жетеді.

Қосымша тынысалу органдары. Құрлықтағы оттегісі әруақытта немесе оқтын-оқтын аз болатын суларда тіршілік ететін сүйекті балықтарда эволюция барысында атмосферадағы оттегіні пайдалануға қабілетті қосымша тынысалу органдары дамыған. Бұларға тері, ішек, желбезекүсті органдары, торсылдақ, т.т. жатады.

Балықтардың көпшілігіне терісі арқылы тынысалу тән, оның маңызы тіршілік сипатына байланысты. Ағыссыз жылы судың балықтарының (тұқы, табан, оңғақ, жайын, т.т.) терісі арқылы тіршілігіне қажетті оттегінің 20% жуығы қабылданады, кейде бұл 80% дейін көтеріледі. Жыланбалық, секіргіш (*Pteriphthalmus*) үшін терімен тыныс алудың маңызы өте үлкен. Оттегіге бай суларда тіршілік ететін балықтардың терісімен сіңіретін оттегісі тіршілігіне қажетті оттегінің 10% аспайды. Әдетте, ересектерге қарағанда, шабақ терісімен қарқынды тыныс алады.

Кейбір балықтардың (жыланбас-балықтар, жорғалағыштар, т.т.) ауамен тыныс алуы, құрылысы әртүрлі желбезекүсті органдардың көмегімен жүзеге асырылады (38 сур.). Бұлардың көпшілігінің жұтқыншағының

жоғарғы жағында жұп қуыс камералар дамиды, ондағы шырышты қабат капиллярларға өте бай көптеген қатпаршақтар құрайды (жыланбас-балық). Жорғалағыштардың (жорғалағыш, этештер, гурами, макроподтар, т.т.) шырышты қабатын, бірінші желбезек доғасынан басталатын, лабиринттерізді иілген жұқа сүйекті пластинкалар тірейді. Сондықтан бұларды лабиринттілер деп те атайды.



38 сурет. Желбезекүсті органдардың түрлері:

1 – жорғалағыш-алабұға (*Anabas* - Perciformes); 2 – кучия (*Monopterus*=Amphipnous - Synbranchiformes); 3 – жыланбас-балық (*Channa* - Perciformes).

Шырма-балық суда оттегі жеткілікті болғанмен ішекпен тыныс алуды белсенді пайдаланады, ол үшін ауық-ауық су бетіне көтеріліп ауа жұтады. Кейбір тропикалық балықтар ауамен тынысалу үшін қарнын немесе қарынның ауа толған соқыр өскінін пайдаланады.

Клarii жайындарының (*Claridae*) желбезек қуысынан, желбезектің үстінде және артында орналасқан, ағаш сияқты бұтақтанған тақ желбезекүсті орган басталады. Қапжелбезекті жайындардың (*Saccobranchidae*) қосымша тынысалу органы – желбезек қуысынан басталып омыртқа астымен құйрыққа дейін созылған жұп ұзын тұйық қаптар.

Желбезекүсті органдары бар балықтардың атмосферадағы оттегімен тыныс алуға бейімделгені соншалықты, онсыз өмір сүре алмайды, егер су бетіне көтеріліп ауа жұтпаса онда оттегіге бай судың өзінде тұншығып өледі.

Ішекпен тынысалу шырма-балықтарда, тропикалық жайындарда, т.б. байқалады. Ішектің кейбір жерлерінің ішкі бетінің асқорыту бездері жойылған - ол жерде газ алмасатын қан капиллярлары шоғырланған. Ауыз арқылы жұтқан ауа ішекпен жүріп аналь тесігінен шығады (шырма-балық), немесе қайтадан аузынан шығарылады (тропикалық жайындар). Шырма-балық суда оттегі жеткілікті болғанмен ішекпен тыныс алуды белсенді пайдаланады, ол үшін ауық-ауық су бетіне көтеріліп ауа жұтады. Кейбір тропикалық балықтар ауамен тынысалу үшін қарнын немесе қарынның ауа толған тұйық өскінін пайдаланады.

Газ алмасуға соқыр ішекте қатысады. Қостынысты балықтарда ол ерекше, құрылысы ұялы және жұтқыншақпен қатынасы бар, өкпеге айналған. Тыныс алғанда ауа өкпеге ауыз немесе мұрын тесіктері арқылы бара алады.

Қостынысты балықтардың ішінде бір- және екіөкпелілері бар. Бірөкпелілердің (неоцератод) өкпесі екіге бөлінген, әрі желбезегі жақсы дамыған, сондықтан бұлар өкпемен де, желбезекпен де тыныс ала береді. Екіөкпелілердің (протоптерус) торсылдағы жұп, ал желбезектері жетілмеген. Балық суда болса өкпелері қосымша тынысалу органының қызметін атқарады, ал су құрғап балық (протоптерус) тұнбаға көмілгенде өкпелері негізгі тынысалу органы болады.

Бұдан басқа, торсылдақ кейбір ашықторсылдақты балықтардың (көпқанатты, амия, сауытты шортан, харациндер, т.т.) да қосымша тынысалу органы. Торсылдақта қан капиллярлары тығыз орналасқан, ал кейбіреулерінде ұялылық пайда болады. Торсылдағында оттегіні көп қорлайтын басқа балықтар қажеттілік туғанда ол оттегіні пайдалана алады.

Жүрек-тамырлар жүйесі

Қан. Қанның қызметі әр алуан. Ол организмде қоректік заттар мен оттегіні таратады, организмді зат алмасудың қалдықтарынан тазартады, ішкі секреция бездерін тиісті органдармен байланыстырады, сондай-ақ организмді зиянды заттар мен микроорганизмдерден қорғайды.

Балықтардың қаны дене салмағының 1,5%-нен (скат) 7,3% — не дейін (ставрида), ал сүтқоректілерде 7,7% шамасында.

Балықтың қаны қан сұйығынан (плазма) және арнаулы элементтерден — қызыл (эритроциттер) және ақ (лейкоциттер), сосын қан пластинкалары - тромбоциттерден тұрады. Балықтардың қанының морфологиялық құрылымы сүтқоректілерге қарағанда күрделілеу, себебі бұларда қан құрауға маманданған органдардан басқа қантамырларының қабырғалары да қатысады. Сондықтан қан арнасында арнаулы элементтер барлық даму фазаларында кездеседі. Эритроциттер эллипсоид пішінді және ядросы бар. Оның саны әр түрлі балықтарда 90 мың/мм³-ден (акула) 4 млн/мм³ дейін (пеламида) және бір түрдің өзінде балықтың жынысына, жасына, тіршілік жағдайына байланысты өзгереді.

Көпшілік балықтардың қаны қызыл, ол эритроциттердегі тынысалу органдарынан дененің барлық клеткаларына оттегіні тасымалдайтын гемоглобиннің барлығынан. Дегенмен кейбір антарктикалық балықтарда — аққандыларда, бұларға мұзбалықтар да жатады, эритроциттер жоқтың қасы, демек гемоглобинде, не басқа бір тынысалу пигменті де жоқ. Бұндай балықтардың қаны мен желбезектері түссіз. Су температурасы төмен, әрі оттегіге бай жағдайларда тынысалу тері және желбезек капиллярлары арқылы қан плазмасына оттегінің диффузиясымен жүреді.

Бұл балықтар аз қозғалады, гемоглобиннің жоктығы ірі жүрегінің және канайналу жүйесінің қарқынды жұмыс істеуімен теңеледі.

Лейкоциттердің негізгі жұмысы организмді зиянды заттар мен микроорганизмдерден қорғау. Балықтардың лейкоциттері көп, бірақ тұрақты емес, ол балықтың түріне, жынысына, физиологиялық жағдайына, ауруының бар-жоғына, т.т. байланысты. Мысалы, тастасалағыш-бұзаубас балықтарда 30 мың/мм^3 -дей, ал таутанда – $75\text{-}100 \text{ мың/мм}^3$ дейін, ал адамдарда барлығы $6\text{-}8 \text{ мың/мм}^3$. Балықтарда лейкоциттердің көптігі олардың қанының қорғаныштық қызметінің жоғары екендігінің дәлелі.

Лейкоциттер түйіршікті (гранулоциттер) және түйіршікті емес (агранулоциттер) деп бөлінеді. Сүтқоректілерде гранулоциттер әртүрлі болатын болса, балықтарда көпшілік қабылдаған классификациялар жоқ. Ал, агранулоциттер туралы әртүрлі пікірлер бар.

Балықтар қанының ерекшелігі сонда, олардың лейкоцитарлы формуласы балықтың физиологиялық жағдайына қарай өте өзгергіш, сондықтан осы түрге тән гранулоциттер барлық уақытта түгел табыла бермейді.

Тромбоциттер, сүтқоректілерге қарағанда, әрі көп, әрі ядросы бар ірі. Бұлардың қанның ұюына үлкен маңызы бар, әрі оған шырыш та себеп болады.

Сонымен балықтар қанына қарапайымдылық белгілер тән: эритроциттер мен тромбоциттерде ядроның болуы, зат алмасудың ақырын жүруіне себепші эритроциттердің және ондағы гемоглобиннің аздау болуы. Сонымен қатар балықтарға жоғары мамандану белгілері тән: лейкоциттер мен тромбоциттердің орасан көп болуы.

Қанқұрайтын органдар. Егер ересек сүтқоректілердің қанқұрауы сүйектің қызыл майында, лимфа түйіндерінде, көкбауыр (талақ) және тимусте (алқым безі) болса, балықтарда, не сүйек майы, не лимфа түйіні болмағандықтан, бұған әртүрлі маманданған органдар мен орталықтар қатысады. Айталық бекіретелерде қанның құралуы негізінен сопақша ми мен мишықтың үстіндегі шеміршекте орналасқан лимфоидты органда болады. Бұл жерде қанның барлық арнаулы элементтері қалыптасады. Нағыз сүйекті балықтардың қан құрайтын негізгі органы бастың шүйде бөлімінің сыртқары бөлігіндегі ойпаңдарда.

Бұдан басқа, балықтардың қан құрауы әртүрлі органдарда жүреді – бас бүйрегі, көкбауыр, тимус, желбезек аппараты, ішектің шырышты қабығы, қантамырларының қабырғасы, нағыз сүйекті балықтардың перикарды және бекіретелердің эндокарды.

Балықтардың бас бүйрегі дене бүйрегінен бөлінбеген, олар эритроциттер мен тромбоциттер құралатын лимфоидты тканьдардан тұрады.

Көкбауырдың (талақ) пішіні мен орналасқан жерлері әртүрлі. Миногада жекелеген көкбауыр жоқ, оның ткані спиральді клапанның қабығында орналасқан. Көпшілік балықтардың көкбауыры қызыл-қоңыр

түсті жеке орган – қарыннан кейін шажырқайда болады. Көкбауырда эритроциттер, лейкоциттер және тромбоциттер құралады және өлі эритроциттер ыдырайды. Бұлардан басқа, көкбауыр қорғаныштық қызметін атқарады (лейкоциттердің фагоцитозы) және қанды сақтайтын орын.

Тимус (алқым безі) желбезек қуысында орналасқан. Бұның сыртқы, қатты және ми қабаттарын ажыратады. Бұнда лимфоциттер құралады. Сонымен қатар, тимус басқа органдарда лимфоциттердің құралуына дем береді. Тимус лимфоциттері иммунитет тудыруға қатысатын антител өндіруге қабілетті. Ол сыртқы және ішкі ортаның өзгеруіне өте сезімтал, оған өзінің көлемін үлкейту, не кішірейту арқылы жауап береді. Тимус организмнің өзгеше сақшысы – қолайсыз жағдайда барлық қорғаныштық күштерді жұмылдырады. Бұның ең асқан дамитын мезгілі жас топтағы балықтарда, олар кәмелетке жеткеннен кейін оның көлемі айтарлықтай кішірейеді.

Қанайналу жүйесі. Балықтардың жүрегі желбезекке жақын орналасқан, әрі жүрекмаңы қуыста болады, ал миногаларда – шеміршекті капсулада. Балықтардың жүрегі екі камералы – жұқа қабырғалы құлақша (жүрекше) және қалың етті қабырғалы қарынша. Бұған коса балықтарда екі қосымша бөлімдері болады: веноздық синус, немесе веноз қолтығы және артериальді конус (шөміршекті балықтарда) немесе құрсақ қолқасының пиязшығы (нағыз сүйекті балықтарда).

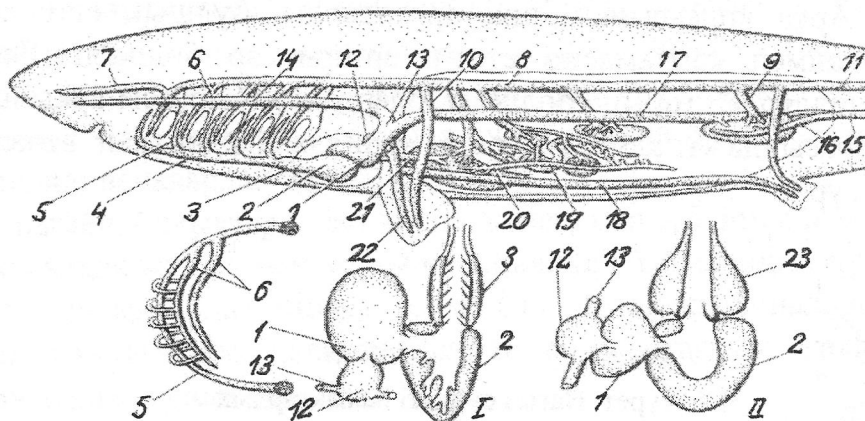
Веноздық синус, вена қаны жиналатын, жұқа қабырғалы шағын қапшық. Веноздық синустан қан құлақшаға, онан қарыншаға барады. Жүректің барлық бөлімдерінің тесіктерінде клапан болады, олар қанның кері ағуына мүмкіндік бермейді.

Барлық балықтарда, нағыз сүйектілерден басқа, қарыншаға артериальді конус жалғасқан. Оның қабырғасы да жүрек етінен құралған, ал ішкі бетінде клапандар жүйесі болады. Бұл орган жүрекке тәуелсіз қызмет істей алады.

Нағыз сүйекті балықтарда артериальді конустың орнында қолқа пиязшығы болады – шағын ақ түсті зат, құрсақ қолқасының алдыңғы кеңейген бөлігі. Құрсақ қолқасының пиязшығының артериальді конустан айырмашылығы – бірыңғай салалы еттен тұрады және клапандары болмайды (39 сур.).

Қостынысты балықтардың өкпемен тыныс алуы дамығандықтан жүрегінің құрылысы күрделенген. Құлақшасы түгелге жақын жоғарыдан салбырап тұратын пердемен екіге бөлінген, перде қатпаршақ түрінде қарыншаға және артериальді конуска созылған. Жүректің сол жағына өкпеден артериальді қан келеді, оң жағына – веноз қолтығынан веноздық қан құйылады, сондықтан жүректің сол жағында артериальдік, оң жағында веноздық қан басым болады.

Балықтың жүрегі кішкентай. Оның салмағы әрбір түрде бірдей емес – дене салмағының 0,1-нен (тұқы) 2,5% дейін (ұшатын балық).



39 сурет. Акулалардың қанайналу жүйесі мен олардың (I) және нағыз сүйекті балықтардың жүрегінің құрылысының үлгісі:

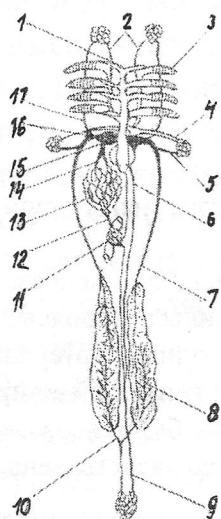
1 – құлақша; 2 – қарынша; 3 – артериальді конус; 4 – құрсақ қолқасы; 5 – желбезекке алып келетін артерия; 6 – желбезектен алып шығатын артерия; 7 – ұйқы артериясы; 8 – арқа қолқасы; 9 – бүйрек артериясы; 10 – бұғанаасты артерия; 11 – құйрық артериясы; 12 – веноздық синус; 13 – Кювье өзегі; 14 – алдыңғы кардинальдік вена; 15 – құйрық венасы; 16 – бүйрек қақпа жүйесі; 17 – артқы кардинальдік вена; 18 – бүйір венасы; 19 – ішекасты вена; 20 – бауыр қақпа венасы; 21 – бауыр венасы; 22 – бұғанаасты вена; 23 – қолқа пиязшығы.

Дөнгелекауыздылар мен балықтардың жүрегінде (қостыныстылардан басқалары) тек веноздық қан болады. Жүректің соғуы әрбір түр үшін өзгеше, әрі балықтың жасына, физиологиялық жағдайына, судың температурасына байланысты – шамамен тынысалу қозғалысына тең. Ересек балықтардың жүрегі сирек – минутына 20-35 рет, шабақтарда әлде қайда жиі – мысалы, бекіренің шабағының жүрегі минутына 142 дейін соғады. Су температурасы көтерілгенде жүректің соғуы артады, ол төмендегенде баяулайды. Көптеген балықтардың қыстау мезгілінде (тыран, сазан) жүрек минутына тек 1-2 рет соғады.

Балықтардың қанайналу жүйесі тұйық. Қанды жүректен қашықтататын қантамырлары артерия деп аталады, дегенмен олардың кейбіреуінде (құрсақ қолқасы, желбезекке алып келетін артериялар) вена қаны болады, қанды жүрекке жақындататындары – вена. Балықтарда (қостыныстылардан басқасы) тек бір қанайналу шеңбері болады.

Нағыз сүйекті балықтардың венозды қаны жүректен қолқа пиязшығы арқылы құрсақ қолқасына, онан желбезекке алып келетін артериялар арқылы желбезектерге барады. Желбезекте қан тотығады. Нағыз сүйекті балықтарға төрт жұп желбезекке алып келетін және сонша алып шығатын артериялар тән. Артериальді қан желбезектен алып шығатын артериялармен жұп арқа қолқасының түбіріне құяды, бұлар алдыңғы ұштарымен бас шеңберін құрай тұтасады және онан жұп ұйқы артериялары, олардан бастың әрбір бөлімдеріне қантамырлары басталады. Соңғы желбезек деңгейінде арқа қолқасының түбірлері бірігіп арқа қолқасын құрайды, ол кеуде бөлімінде омыртқаның астымен созылған, ал құйрықта омыртқаның гемаль өзегінде болады және құйрық артериясы

деп аталады. Арқа қолқасынан ішкі органдарды, бұлшық етті, теріні артериальдік қанмен қамтамасыз ететін артериялар бөлінеді. Барлық артериялар капиллярлар торына бөлінеді, олардың қабырғасы арқылы қан мен тканьдар арасында зат алмасу жүреді. Капиллярлардан қан веналарға жиналады (40 сур.).



40 сурет. Нағыз сүйекті балықтардың қанайналу жүйесінің үлгісі:

1 – құрсақ қолқасы; 2 – ұйқы артериясы; 3 – желбезек артериялары; 4 – бұғанаасты артерия; 5 – бұғанаасты вена; 6 – арқа қолқасы; 7 – артқы кардинальді вена; 8 – бүйректің қантамырлары; 9 – құйрық венасы; 10 – бүйрек қақпа жүйесі; 11 – ішектің қантамырлары; 12 – бауыр қақпа жүйесі; 13 – бауырдың қантамырлары; 14 – бауырдың веналары; 15 – веноздық синус (қолтығы); 16 – Кювье өзегі; 17 – алдыңғы кардинальдік вена.

Негізгі веноздық қантамырлары алдыңғы және артқы кардинальдік веналар, бұлар жүректің деңгейінде қосылып, жүректің веноздық синусына көлденең барып құятын Кювье өзектерін құрайды. Алдыңғы кардинальдік веналар қанды бастың жоғарғы бөлігінен алып келеді. Бастың төменгі бөлігінен, негізінен висцеральді аппараттан, қан тақ яремдік (югулярлі – тамақтық) венаға жиналады, бұл қантамыры құрсақ қолқасының астымен созылады, жүректің маңында екіге жарылып әрқайсысы Кювье өзектеріне жеке құйылады.

Құйрық бөлімінің веноздық қаны гемаль өзегінде құйрық артериясының астында орналасқан құйрық венасына жиналады. Құрсақ қуысында бүйректің артқы деңгейінде ол екіге жарылып бүйрек қақпа венасына айналады. Бұл веналар шамалы жер бүйректің дорсальді бетімен созылады да, бүйректе капиллярларға дейін таралып бүйрек қақпа жүйесін құрайды. Қайтадан бірігіп бүйректің астыңғы жағынан шыққан вена артқы кардинальдік вена деген атпен жүрекке қарай созылады, ол жолай көбею органдарынан, кеуде қабырғаларынан веноздық қанды жинайды. Жүректің артқы ұшының деңгейінде артқы кардинальдік веналар алдыңғыларымен бірігіп веноздық синусқа қан апаратын Кювье өзегін құрайды.

Асқорыту жолы, асқорыту безі, көкбауыр, торсылдақтан веноздық қан ішекасты венасына жиналады, бұл бауыр қақпа венасына айналады. Бауыр қақпа венасы бауырға еніп онда капиллярларға таралып бауыр қақпа жүйесін құрайды. Бұдан шыққан вена қаны бауыр венасымен веноздық синусқа құяды.

Кейбір балықтарда (*Cyclopterus*) құрсақ қуысында екіге жарылған құйрық венасы тікелей артқы кардинальдік веналарға айналады. *Salmo*-да құйрық венасы екіге жарылмай артқы оң жақ кардинальдік венаға айналады. Соңғы екі жағдайларда бүйрек қақпа жүйесі сегментальді және генитальді веналардан дамиды.

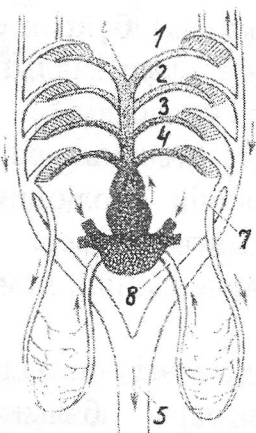
Сонымен, балықтарда екі қақпа жүйесі бар – бүйрек және бауыр. Бірақ бүйрек қақпа жүйесі мен артқы кардинальдік веналардың құрылысы нағыз сүйекті балықтарда бірдей емес. Екі артқы кардинальдік веналардың бірдей дамуы сирек жағдай, әдетте оң жақтағысы жақсырақ дамиды (бекірендерде керісінше).

Әртүрлі балық топтарының құрылысының әртүрлілігі және олардың тіршілік ортасының айырмашылықтарынан жоғарыда келтірілген қан айналу жүйесінің үлгісінен едәуір айырмашылықтардың болуы тән нәрсе.

Дөнгелекауыздыларда 8 жұп желбезекке алып келетін және сонша алып шығатын артериялар болады. Желбезекүсті қантамыры тақ, қолқа түбірлері жоқ. Бүйрек қақпа жүйесі және Кювье өзектері болмайды. Бауыр венасы біреу. Яремдық вена жоқ.

Шеміршекті балықтардың желбезекке алып келетін және желбезектен алып шығатын артериялар бес жұптан. Кеуде қанаттары мен иық белдеуін қанмен қамтамасыз ететін бұғанаасты артерия мен вена болады. Құрсақ қанаттарынан басталатын бүйір веналары бар. Олар құрсақ қуысының бүйір қабырғаларымен созылып бұғанаасты веналармен қосылады. Артқы кардинальдік веналар кеуде қанаттарының деңгейінде кеңейеді – кардинальдік синустар түзейді.

Қостынысты балықтардың жүрегінің сол жағындағы артериялық қанға қанығырағы желбезек артерияларының алдыңғы екеуіне құйылады, олардан басқа және арқа қолқасына бағытталады. Жүректің оң жағындағы веноздық қанға қанығырағы артқы екі желбезек артериясына, онан өкпеге барады. Ауамен тыныс алғанда өкпедегі кан оттегіге байиды, сосын өкпе венасы арқылы жүректің сол жақ бөлігіне құйылады (41 сур.).



41 сурет. Қостынысты балықтардың қанының айналуының үлгісі:

1–4 – желбезек артериялары; 5 – арқа қолқасы; 6 – құрсақ қолқасы; 7 - өкпе артериясы; 8 - өкпе венасы.

Қостынысты балықтардың өкпе веналарынан басқа құрсақ және үлкен тері веналары болады, ал артқы оң жақ кардинальдік венаның орнында артқы қуыс вена қалыптасады.

Лимфатикалық жүйе. Қанайналу жүйесімен, зат алмасуда үлкен маңызы бар, лимфатикалық жүйе тығыз байланысты. Қанайналу

жүйесінен айрықша лимфатикалық жүйе ашық. Лимфа құрамы бойынша қан плазмасына жақын. Капиллярлармен қан аққанда оның плазмасының оттегі және нәрлі заттары бар бөлігі капиллярлардан шығып, клеткаларды қоршайтын, ткань сұйығын құрайды. Зат алмасудың қалдығы бар лимфаның бөлігі қайтадан капиллярларға өтеді, ал қалған бөлігі лимфатикалық капиллярларға өтіп лимфа деп аталады. Лимфа түссіз, қанның арнаулы элементтерінен тек лимфоциттер болады.

Лимфатикалық жүйе лимфатикалық капиллярлардан тұрады, олар лимфатикалық тамырларға ауысады, бұлармен лимфа тек бір бағытта, жүрекке қарай ақырын ағады. Демек лимфатикалық жүйе, веноздық жүйенің қызметін толықтыра ткань сұйығын қайтарады.

Балықтардың ең ірі лимфатикалық тамырлары жұп омыртқаасты – арқа қолқасының екі жанында құйрықтан басқа дейін созылады, бүйір лимфатикалық тамырлар – тері астында бүйір сызығы бойымен созылған. Осы және бас тамырлары арқылы лимфа Кювье өзектерінің қасында артқы кардинальдік веналарға құйылады. Бұлардан басқа, балықтарда бірнеше тақ лимфатикалық тамырлар бар: дорсальді, вентральді, спинальді. Балықтарда лимфатикалық түйіндер болмайды, бірақ кейбір балықтардың соңғы омыртқасының астында қызғылт түсті сопақ жұп лимфатикалық жүрегі болады, ол лимфаны жүрекке қарай айдайды. Лимфаның ағуына кеуде етінің қызметі мен тынысалу қозғалыстары да көмектеседі. Шеміршекті балықтарда лимфатикалық жүрек және бүйір лимфатикалық тамырлар болмайды. Дөңгелекауыздылардың лимфатикалық жүйесі қанайналу жүйесінен оңашаланған.

Бөлу (зәр) жүйесі және су-тұз алмасу

Зәр бөлу жүйесі зат алмасу процесінің қалдығын сыртқа шығарады және организмге қажетті су-тұз құрамын қамтамасыз етеді. Балықтардың негізгі бөлу органы түтігімен жұп дене (мезонефрикалық) бүйректері. Бүйректен зәр түтік арқылы қуыққа құйылады. Зат алмасудың қалдығын сыртқа шығаруда аз да болса тері, желбезек және ішек те қатысады.

Бүйрек сұйық бөлетін өзекшелер жүйесі, олар сұйықты шығаратын ортақ өзекке құяды. Омыртқалылардың бөлу жүйесінің эволюциясы кезектесіп орнын басқан үш түрлі бүйректер: алдыңғы, немесе бас (пронефрос), бірінші, немесе дене (мезонефрикалық) және екінші, немесе жамбас (метанефрикалық).

Пронефрос (алғашқы, немесе бас бүйрегі) төменгі сатыдағы омыртқалылардың эмбрионында (дөңгелекауыздылар, балықтар, қосмекенділер) дамиды. Ересек кезінде бұларда мезонефрикалық (бірінші, немесе дене бүйрегі) бүйрек дамиды. Жоғарғы сатыдағы омыртқалылардың (амниоттар) эмбрионында мезонефрос, ал

ұқсаған бүйрек торсылдақты қамтыған. Шортан мен алабұғада бүйректің алдыңғы және артқы бөлімдері тұтасқан, ал ортаңғысы екі бөлек.

Шеміршекті балықтардың несесінің негізгі компоненті мочеви́на, нағыз сүйекті балықтарда – аммиак, ол мочеви́надан улылау. Бүйрек негізінен сүзгіштің қызметін атқарады. Зат алмасудың қалдығы бүйрекке қанмен келеді. Арқа қолқасымен артериальді қан бүйрек артерияларымен бүйрекке келеді, онда сүзіледі, сүйтіп алғашқы несеп құралады. Тамырлы шоғырлардан шығатын қантамырлары бүйрек қақпа жүйесінің тамырларымен бірге бөлу өзекшелерін орап алады, сосын тұтасып артқы кардинальді веналарды құрайды. Өзекшелердің орта шамасында организмге қажетті заттар (су, глюкозалар, аминқышқылдары) қайтадан сіңіріледі, сүйтіп екінші, немесе аяққы несеп түзіледі.

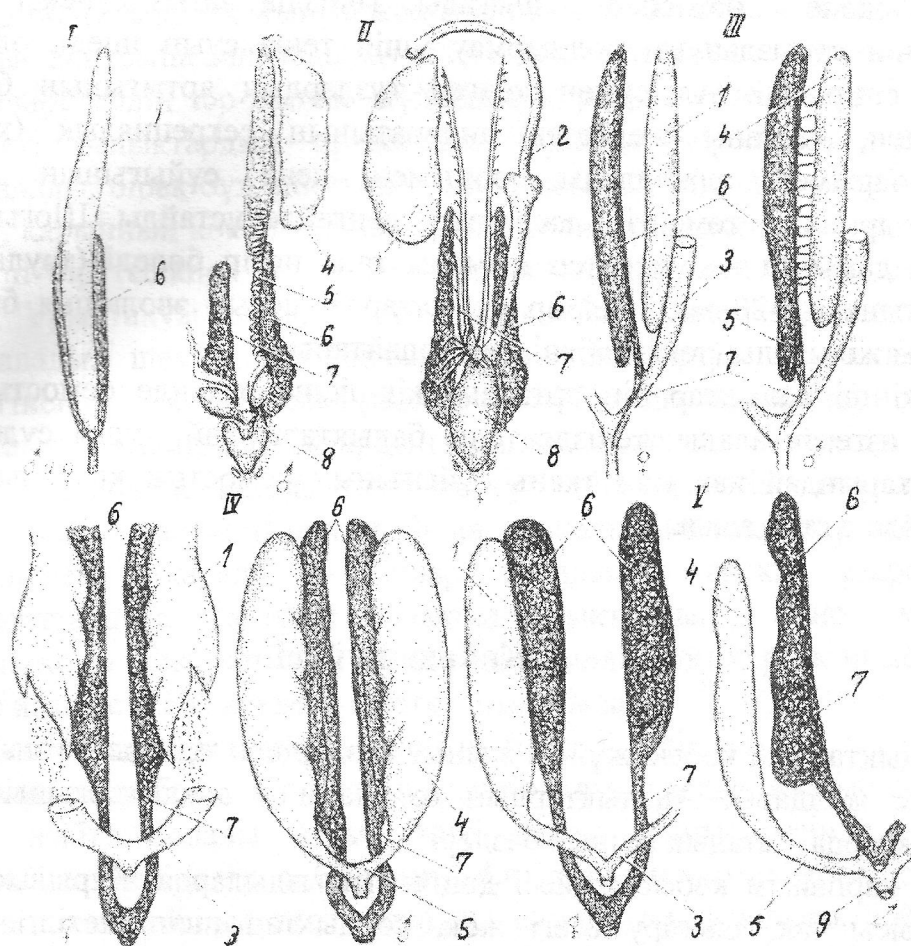
Пронефростың бөлу жолы - пронефрикалық өзек. Мезонефрикалық бүйректің даму барысында пронефрикалық өзек ұзынынан екіге жарылады: Вольф және Мюллер өзектері. Шеміршекті балықтардың аналығында Мюллер өзегі жыныс жолының қызметін атқарады, аталығында жойылады. Вольф өзегі дөңгелекауыздылар, нағыз сүйектілер және шеміршектілердің аналығында несеп жолының қызметін атқарады. Шеміршекті балықтардың аталығының алғашқы даму сатыларында Вольф өзегі әрі несеп жолының, әрі ұрықжолының қызметін атқарады. Бұлардың ересектерінде зәр-жыныс синусына ашылатын жеке несеп түтігі пайда болады, ол өз кезегінде клоакаға ашылады, ал Вольф өзегі тек ұрықжолы болады (43 сур.).

Нағыз сүйекті балықтардың басқаларынан айырмашылығы: клоака жоқ және бөлу мен жыныс жүйелері бір-бірінен толық ажыраған. Олардың зәр жолы (Вольф өзегі) бүйректерден шыққаннан кейін тақ өзекке бірігеді, ол құрсақ қуысының артқы қабырғасымен созылып, қуық құрай, аналь тесігінен кейін ашылатын зәр тесігімен аяқталады.

Балықтардың әртүрлі топтарындағы бүйректердің құрылысы мен олардың қызметі осмостық реттеу ерекшеліктерімен байланысты. Теңіз шеміршекті балықтарының қаны мен ткань сұйығы сыртқы ортамен изотонды (бірдей), тұщысу нағыз сүйекті балықтарында гипертонды (тұзы көп), ал теңіздік нағыз сүйекті балықтарда гипотонды (тұзы аз). Осыған сәйкес олардың осмостық реттеуі де әртүрлі жолмен іске асырылады.

Теңіз шеміршекті балықтарының ішкі және сыртқы орталарының изотондығы қан мен ткань сұйығында мочеви́на мен тұздардың ұсталып қалуы, осының нәтижесінде қандағы мочеви́наның концентрациясы 2,0-2,5% жетеді. Бүйректердің шоғырлы аппараты жақсы дамыған, бірақ сыртқа мочеви́наның, тұздардың және судың артығы ғана шығарылады, сондықтан бұлар бөлетін несеп аз (тәулігіне 1 кг салмағына 2-50 мл). Тұздардың артығын аластату үшін бұл балықтарда ерекше, тік ішекке ашылатын, ректальді без болады.

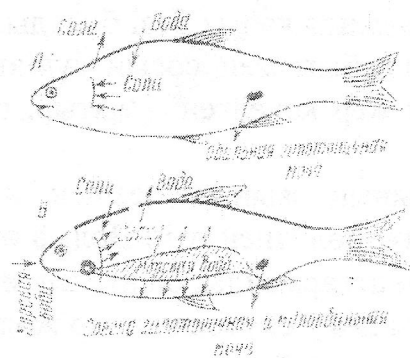
Тұщысу балықтарының қанының және тканьдік сұйығының осмостық қысымы өзін қоршаған ортадан артық болғандықтан олардың организміне



43 сурет. Дөңгелекауыздылар мен кейбір балықтардың зәр-жыныс жүйесі:

А – миного; Б – акула; В – бекіре; Г – албырт; Д – нағыз сүйекті; 1 – аналық жыныс безі; 2 – жұмыртқа жолы (Мюллер өзегі); 3 – екінші жолғы жұмыртқа жолы; 4 – аталық жыныс безі; 5 – ұрықжолы; 6 – бүйрек; 7 – несеп түтігі (жолы); 8 – клоака; 9 – зәр-жыныс синусы.

терісі, желбезегі арқылы және тамақпен су кіреді. Дененің артық сулануынан сақтау үшін бүйрегінің сүзу аппараты жақсы дамыған, сондықтан бұлар көп несеп бөле алады (тәулігіне 1 кг салмағына 50-300 мл). Несеппен бірге шығарылған тұздардың орнын толтыру бүйрек өзекшелерінде активті қайта сіңіру және судан желбезек арқылы сіңірумен теңеледі (44 сур.).



44 сурет. Нағыз сүйекті балықтардың су-тұз алмасу типтері:

А – тұщысулықтар; Б – теңіздік нағыз сүйекті балықтар.

Теңіздік нағыз сүйекті балықтар гипертонды ортада тіршілік етеді, сондықтан су тері, желбезек арқылы,

несеп және нәжіспен шығады. Теңіздік нағыз сүйекті балықтар денесінің сусыздануын болдырмау үшін теңіз суын ішеді, ол ішектен қанға сіңіріледі. Ал сумен келген тұздардың артығының бір бөлігі нәжіспен, қалғаны желбезек аппаратының секрециялық (хлоридты) клеткаларымен аласталады, сонымен дене сұйығының қысымын салыстырмалы төменгі - қалыпты деңгейде ұстайды. Шоғырлы сүзу нашар дамыған – бүйректер шамалы ғана несіп бөледі (тәулігіне 1 кг салмағына 0,5-20 мл). Кейбір балықтарда шоғыр эволюция барысында мүлдем жоғалады (теңіз тебені, теңіз шайтаны).

Өткінші балықтар бір ортадан екіншісіне өткенде осмостық реттеу әдісін өзгерте алады: теңізде теңіз балықтарындай, тұщы суда тұщысу балықтарындай қан мен ткань сұйығының осмостық қысымын керекті деңгейде ұстай алады.

Көбею жүйесі

Балықтардың көбею жүйесі жыныс бездерінен тұрады – гонадалар мен жыныс жолдары. Аналықтардың гонадасы – аналық жыныс бездері, аталықтарда – аталық жыныс бездері.

Ең қарпайым көбею жүйесі дөңгелекауыздыларда. Құрылысы бөлікті гонадасы тақ, шығару өзегі жоқ, сондықтан пісіп жетілген тұқымы гонаданың қабын жыртып құрсақ қуысына түседі, онан жыныс тесігі арқылы зәр-жыныс синусына, онан сыртқа шығарылады. Ұрықтануы сырттай.

Шеміршекті балықтардың ұрықтануы іштей, сондықтан олардың бұл жүйесінің құрылысы едәуір күрделі. Ұрықтанған уылдырық салып көбейеді, тіріжұмыртқа немесе тірі туады. Шеміршектілердің, бекірелердің, қостыныстылардың және кейбір нағыз сүйектілердің аналықтарының гонадасы жыныс жолына жалғаспаған, бөлек, шеміршекті балықтарда оның қызметін Мюллер өзегі атқарады. Шеміршекті балықтардың жұп жыныс өзегі құрсақ қуысында тақ воронкамен ашылады – воронка бауырдың ортаңғы бөлігінің астында аналық жыныс безінің қасында орналасқан. Жетілген тұқым воронка арқылы жыныс жолына түседі, сол жерде ұрықтанады.

Бүйректің алдыңғы бөлігінде жыныс жолында қабық безі болады, онда жұмыртқа (тұқым) әуелі қоймалжың ақуыз қабығымен, сосын мүйізтекес қабықпен қоршалады. Клоакаға жақындау жер кеңейген – жатыр, ол зәр бүршігімен бірге клоакаға ашылады.

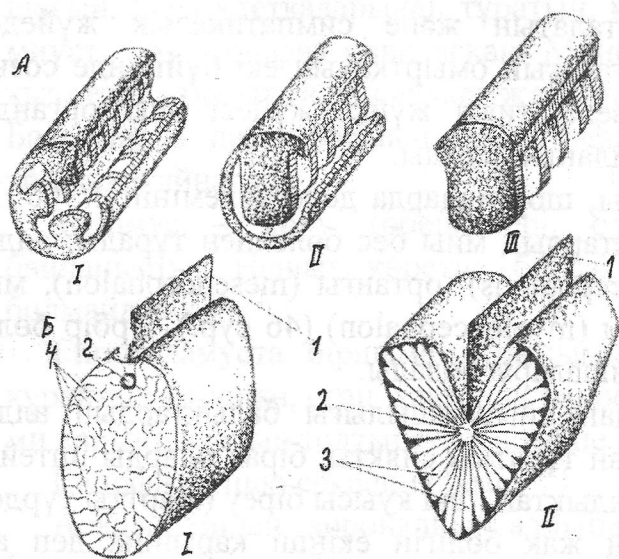
Шеміршекті балықтардың аталықтарының жыныс безінен жыныс өзектері басталады, олар бүйректің алдыңғы бөлігінен өтіп Вольф өзегіне барады. Бүйректің бұл бөлігі бөлу қызметін атқармайды, ол аталық жыныс безінің қосалқысы. Вольф өзектері алғашқы даму сатысында зәр жолының және жыныс өзегінің қызметтерін атқарады, кейіннен, жеке зәр түтігі

пайда болғасын, тек жыныс жолының қызмет атқарады. Жыныс жолы зәр-жыныс синусына ашылады, өз кезегінде ол клоакаға ашылады.

Бекіренелердің зәр-жыныс жүйесінің құрылысы шеміршекті және нағыз сүйекті балықтардың ортасында. Бұларда воронкалы тұқым жолы сакталады, бірақ бұл, қостыныстылардағыдай, Мюллер өзегінің гомологы емес, қарынның көк етінің қатпаршағынан пайда болады. Екі тұқым жолы бірігіп бір тесікпен аналь тесігінің артқы жағынан ашылады. Клоакасы жоқ. Ұрыктануы сырттай. Аталық жыныс бездерінен жыныс өзектері басталады, шеміршекті балықтардағыдай, бұлар бүйректің алдыңғы бөлігінен өтіп ортақ өзекке (Вольф өзегі) барады, бұл әрі зәр түтігі.

Нағыз сүйекті балықтардың жыныс және зәр жүйелері бір-бірінен толық ажыраған. Вольф өзегі зәр түтігінің қызметін атқарады, Мюллер өзегі толық редукцияланған. Жыныс жолының қызметін ерекше қысқа өзекшелер атқарады – бұлар гонаданың артқы ұзарған бөлігі. Албырттардың, әртүрлі шырма-балықтардың және мурендердің тұқымжолы жоқ, жетілген жұмыртқа (уылдырық) құрсақ қуысына түседі, одан жыныс тесігі арқылы сыртқа шығарылады.

Көптеген балықтардың аналық бездері іші қуысты жұп, қуысында жұмыртқалар бекітін пластинкалар болады. Аналық жыныс бездері ашық және жабық болады. Ашық типті аналық жыныс безінде өзіндік қуыс болмайды (бекіренелер, албырттар). Жетілген жұмыртқалар құрсақ қуысына түседі, одан жыныс тесігі арқылы сыртқа шығарылады. Жабық типті аналық жыныс безі екі түрлі болады: бүйір қуысты (тұқылар) және орталық қуысты (алабұғалар) (45 сур.).



45 сурет. Аналық және аталық жыныс бездерінің құрылысы:

А – аналық жыныс бездері: I – жабық типті орталық қуысымен; II – жабық типті бүйір қуысымен (жабық типтілердің қабырғасының бөлігі алынған); III – ашық типті; Б – аталық жыныс бездері: I – циприноидты тип (ацинозды); II – перкоидты тип (радиальді); 1 – мезорхий; 2 – аталық тұқым жолы; 3 – аталық тұқымөзекшелері; 4 – ампулдар.

Аталық жыныс бездері оның қабырғасынан басталып ортақ өзекке құйылатын тұқымдық өзекшелер жүйесінен тұрады. Жыныс безінің пішіні мен ондағы шығару өзектерінің орналасуы бойынша аталық жыныс бездерінің циприноидты (тұқылар, бекірелер, албырттар, майшабақтар, жайындар, шортандар) және перкоидты (алабұғалар) типтерін ажыратады. Циприноидты типтің көлденең кесіндісі дөңгелек немесе сопақ. Тұқым өзектері көп бұтақтанған, олар бездің үстіңгі жағындағы шығаратын өзекке құйылады. Бұндай бездер ацинозды деп те аталады, себебі тұқым өзектерінің бөліктері ампуланы, көпіршікті (ацинус - көпіршік) еске түсіреді. Перкоидты типті бездердің көлденең кесіндісі бұрыштары доғал үшбұрышты. Бұлардың тұқым өзектері радиальді орналасқан және бұтақтанбайды дерлік. Шығару өзегі бездің жоғарғы жағындағы қалың ет арасында болады. Бездердің бұндай типі радиальді деп те аталады.

Жүйке жүйесі

Жүйке жүйесі арқылы организм сыртқы ортамен байланысады және ішкі органдардың жұмысы реттеледі.

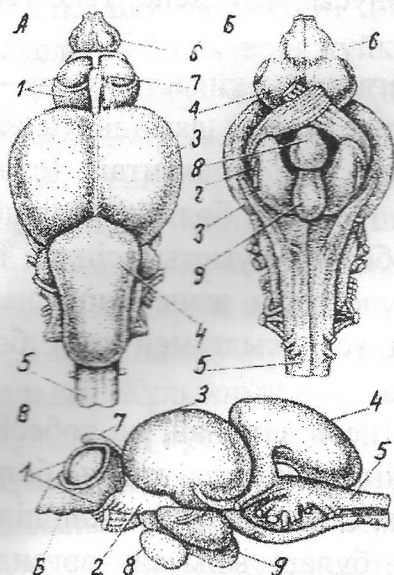
Жүйке жүйені орталық (ми-*cephalon* мен жұлын-*medulla spinalis*) және шеткі (ми мен жұлыннан басталатын нервтер) деп бөледі. Орталық жүйке жүйесінің, шеткілерден айырмашылығы, ортасында қуыс болады. Шеткі нерв жүйесі соматикалық және вегетативті болып онан әрі жіктеледі.

Жұлыннан басталатын нервтерден тұратын соматикалық жүйке жүйесі көлденең-жолақ еттің орталық жүйке жүйесімен байланысын және дененің сезімталдығын қамтамасыз етеді.

Ми мен жұлыннан басталатын және симпатикалық жүйеден – спинальді ганглилармен жалғасатын омыртқаның екі бүйірінде созылған жүйке білігінен тұратын вегетативті жүйке жүйесі ішкі органдарды орталық жүйке жүйесімен байланыстырады.

Ми өте кішкентай, мысалы, шортандарда дене көлемінің 1/300. Басқа омыртқалылардағыдай балықтардың миы бес бөлімнен тұрады: алдыңғы (*telencephalon*), аралық (*diencephalons*), ортаңғы (*mesencephalon*), мишық (*cerebellum*) және сопақша ми (*myelencephalon*) (46 сур.). Әрбір бөлімнің ішінде қуыс, немесе ми қарыншалары болады.

Құрлықтағы омыртқалылардан айырмашылығы балықтардың алдыңғы миы сырттай екі жартышардан тұратын сияқты, бірақ оларды іштей екіге бөлетін перде толық емес, сондықтан ішкі қуысы біреу (шартты түрде ғана сол жақ бөлігін бірінші, оң жақ бөлігін екінші қарынша деп атауға болады). Бұл ми бөлімінің түбі мен бүйір қабырғалары нерв заттарынан тұрады, ал төбесі көпшілік балықтарда эпителиальді, тек акулаларда ол нерв тканінен тұрады.



46 сурет. Албырттың миының құрылысы:

А – үстінен көрінісі; Б – астынан көрінісі; В – бүйірінен көрінісі; 1 – алдыңғы ми; 2 – аралық ми; 3 – ортаңғы ми (көру үлесі); 4 – мишық; 5 – сопақша ми; 6 – иіссезу үлесі; 7 – эпифиз; 8 – гипофиз; 9 – тамырлы қапшық.

Алдыңғы мидың өсіндісі шеміршекті балықтарда иіссезу үлесін, нағыз сүйекті балықтарда иіссезу пиязшығын құрайды. Бұл ми иіссезу орталығы, оның көлемі негізінен балықтың иіссезу қабілеттілігіне байланысты. Бұған қоса, алдыңғы ми балықтардың үйірлік (топтық) мінез-құлығын реттейді. Бұл ми бөлімі бұзылғанда балықтардың өзара байланысы және үйірде болу қабілеттілігі жоғалады.

Аралық мидың түбі мен бүйір қабырғалары ми затынан, ал төбесі жұқа дәнекертқанінен құралған. Бұның үш бөлімін ажыратады: төбешікүсті (эпиталамус), ортаңғы, немесе төбешік (таламус) және төбешікасты (эпиталамус). Бұл мидің ішкі қуысы үшінші қарынша деп аталады.

Эпиталамус аралық мидың төбесін құрайды, оның артқы бөлігінде шағын, нерв клеткаларынан тұратын, қалындаған жері бар, оның үстінде миүсті без - эпифиз орналасқан. Миногаларда бұл жерде жарықты сезу қызметін атқаратын пинеальді және парапинеальді органдар орналасқан. Балықтарда парапинеальді орган редукцияланады, ал пинеальді орган эпифизге айналады.

Таламус – көру төбешіктері, олардың көлемі көздің жітілігіне байланысты. Нашар көретін болса олардың көлемі шағын немесе болмайды.

Гипоталамуста біршама құрылымдар болады: аралық мидың түбін құрайтын воронка, оған жанасқан гипофиз және тамырлы қапшық – бұнда ми қарыншаларын толтыратын ерекше сұйық зат құралады.

Гипофиз – ішкі секреция безі.

Аралық мидан, воронканың алдында хиазма құрайтын, көру нервтері басталады. Бұдан басқа мидың бұл бөлімі, осы бөліммен байланысты мидың басқа барлық бөлімдерінен келетін қозуларды ауыстырып отыратын орталық.

Ортаңғы ми шомбалды негізден және көру үлестерінен тұрады. Бұның төбесі нерв затынан тұрады. Төбесі нерв заты. Ішкі қуысы сильвий құбыры деп аталады. Ортаңғы мидің астын аралық мидың воронкасы жапқан. Бұл ми бөлімінен көз қозғайтын нерв басталады, сондықтан да ол

көру орталығы, оған қоса бұлшық ет тонусы мен дене тепе-теңдігін реттейді.

Мишық – жүзу және жемін ұстауда қозғалысты ұйкастырушы – нерв затынан тұрады және ең жақсы жүзгіштерде жақсы дамиды (акулалар, тунецтер). Аз қозғалатын балықтарда ол өте кішкентай (скаттар). Миногалардың мишығы нашар дамыған – жеке бөлімге бөлінбеген. Шеміршекті балықтарда сопақша мидің төбесінің қуысты өсіндісі болып табылады. Мишық ортаңғы мидің көру үлестерін және сопақша миді үстінен жабады. Скаттардың мишығының үсті жылғамен төрт бөлімге бөлінген.

Сопақша мидың түбі мен қабырғалары нерв затынан, ал төбесі жұқа эпителиальді қабықтан құралған. Оның ішінде қарынша қуысы болады – төртінші қарынша, немесе ромбтекес ойық. Сопақша мидан көпшілік (V-тен X-ға дейін) бас нервтері басталады – бұлар тынысалу органдарын, тепе-теңдік пен естуді, сезінуді, бүйір сызығының сезгіш жүйелерін, жүректі, аскорыту жүйесін жүйкелендіреді (иннервация). Сопақша мидың артқы бөлігі жұлынға ауысады.

Балықтардың әртүрлі топтарында олардың өзіндік сипатына сәйкес ми бөлімдерінің дамуы да әртүрлі. Мысалы, дөңгелекауыздылардың алдыңғы миы иіссезу үлесімен жақсы дамыған, ал ортаңғы миы мен мишығы онша емес. Акулалардың алдыңғы миы, сүйекті балықтардан ерекше оның төбесі нерв затынан құралған, өте жақсы дамыған және мишығы мен сопақша миы да біршама жақсы жетілген. Пелагикалық жақсы жүзетін балықтардың (скумбрия, ұшатын балық, албырттар) көзі жақсы жетілгендіктен, бұларда ең жақсы дамыған ми бөлімдері – ортаңғы ми мен мишық.

Балықтардың миынан 10 жұп бас нервсі басталады, олардың әрқайсысының ретті номері (I, II, т.т.) мен аты бар.

I. Иіссезу нервсі (*n. olfactorius*) алдыңғы мидан басталады. Шеміршекті және кейбір нағыз сүйекті балықтардың иіссезу пиязшығы иіссезу капсуласына тікелей жанасады, сосын алдыңғы мимен нерв жолы арқылы жалғасады. Көпшілік нағыз сүйекті балықтардың иіссезу пиязшығы алдыңғы миға жанасады, ал одан иіссезу капсуласына нервтер барады (шортан, алабұға).

II. Көру нервсі (*n. opticus*) аралық мидың астынан басталады және хиазма құрайды.

III. Көзқозғайтын нерв (*n. oculomotorius*) ортаңғы мидың астынан басталады.

IV. Тежеуші нерв (*n. trochlearis*) көз еттерінің біреуін жүйкелендіреді. Ортаңғы мидың үстінен мишықпен шекарадан басталады.

Барлық қалған нервтер сопақша миден басталады.

V. Ұштармақты нерв (*n. trigeminus*) үш бұтаққа таралады. Бастың жоғарғы бөлігінің терісін, ауыз қуысының жабындысын, жақ еттерін жүйкелендіреді.

VI. Бұратын нерв (*n. abducens*) көздің бір етін жүйкелендіреді.

VII. Бет нервiсiнiң (n. facialis) көптеген бұтағы болады. Бастын жекелеген бөліктерiн жүйкелендiредi.

VIII. Есту нервiсi (n. acusticus) iшкi құлақты, бүйiр сызығын жүйкелендiредi.

IX. Тiл-жұтқыншак нервiсi (n.glossopharyngeus) бiрiншi желбезек доғасын, жұтқыншақтың шырышты қабығын жүйкелендiредi.

X. Кезбе нервтiң (n. vagus) көптеген бұтақтары болады. Желбезектердi, iшкi органдарды жүйкелендiредi

Таспапiшiндi жұлын тiрек (желi) қаңқасының үстiндегi жұлын өзегiнде болады. Жұлынның ортасындағы қуыс, мидiң қарыншаларының жалғасы. Жұлынның ортаңғы бөлігi сұр, ал шет жақтары ақ нерв затынан тұрады. Жұлын нерв талшықтары арқылы мидың әртүрлi бөлімдерiмен байланысты, ол қозған нерв импульстерiн өткiзедi, сонымен бiрге шартсыз қозғалу рефлексдерiнiң орталығы.

Жұлынның құрылысы сегменттi. Саны омыртқа санына сәйкес әрбiр сегменттiң екi жағынан нервтер басталады. Арқа-жұлын нервiсi екi түбiртектiң (арқалық сезiнетiн және құрсақтық қозғалтатын) қосылуынан пайда болады. Бұдан басқа арқа-жұлын нервтерi, кеуде және құрсақ канаттарын жүйкелендiретiн, иық және бел-сегiзкөз шоғырмақтарын түзедi.

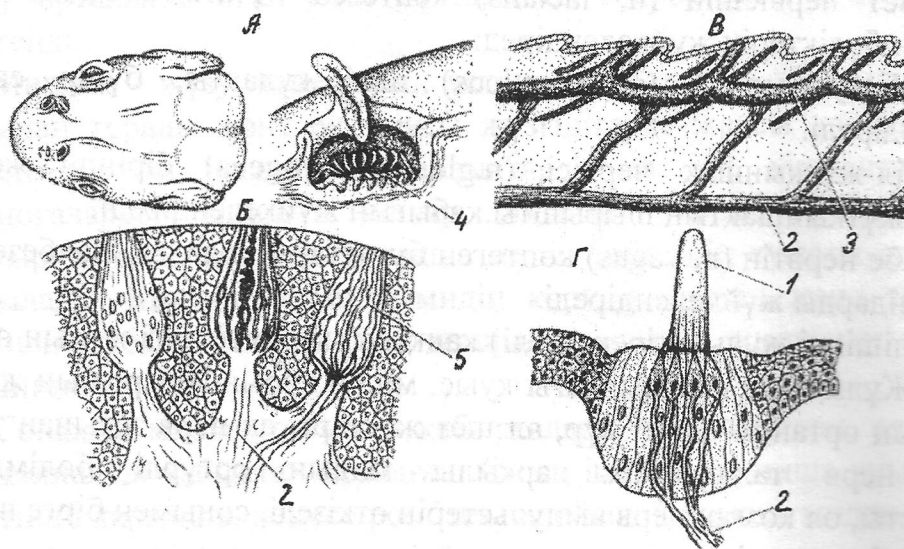
Сезiм мүшелерi

Тiрi организмдердiң ортақ қасиетi сыртқы орта тiтiркенгiштерiне реакциясы. Организмнiң сыртқы ортамен қатынасы сезiм мүшелерi арқылы iске асады – сезiм мүшелерi тiтiркенудi қабылдап оны орталық жүйке жүйесiне өткiзедi. Балықтар суда ерiген заттарды, механикалық әсердi, температураны, жарық, дыбыс, электр тогы, сондай-ақ дене қалпының өзгеруiн сезiнедi.

Химиялық рецепция органдары. Иiссезу және химиялық иiссiз рецепциялар органдарынан тұратын химиялық рецепциялар органдары суда ерiген заттар туралы және тамақтық заттың дәмi туралы ақпараттар алуға қажет.

Иiс сезу органдары мұрын қуысында болады. Балықтардың жұп мұрын тесiктерi – танауы (дөңгелекауыздыларда тақ) – жартылай қатпаршақпен екiге бөлінген: алдыңғысы кiретiн, ал артқысы шығатын, дегенмен кейбiр балықтардың (терпугалар, бельдюга, тiкенектiлер, т.т.) әрбiр жағында бiр тесiктен болады. Бұл мүше иiссезу қапшығы болып табылады, оның iшкi бетi өрнектi қатпаршақ құрайтын - әртүрлi пішiндi және көлемдi розеткалар – шырышпен жабылған (47 сур.).

Миксинаның тақ иiссезу органы жұтқыншақпен қатынасады, ал миногаларда – қатынаспайды. Миногалардың танауы ұзын өзекке апарады, өзектiң артқы қабырғасы кеңейген – ол сезгiш клеткалары бар Өзек питуитарлы өскiн құрай хордаға дейiн созылады. Бұл



47 сурет. Балықтардың сезім мүшелері:

А – иіссезу органы; Б – дәмсезу органы; В – бүйір сызығы; Г – невромаст; 1 – купула; 2 – нерв; 3 – бүйір сызығының өзегі; 4 – иіссезу розеткасы; 5 – дәм бүршігі.

иіссезу капсуласы. Өзек питуитарлы өскін құрай хордаға дейін созылады. Бұл өскіннің жоғарғы жағында жұқа жарғақпен жабылған тесік бар, осы тесік арқылы оған гипофиз енген. Осы себепті иіссезу өзегін назогипофизарлы деп те атайды. Иіссезу капсуласында судың ағысы питуитарлы өскін арқылы іске асады, олай болатыны ол пипетканың рөлін атқарады, ал оның жиырылуы мен кеңеюі желбезек қапшықтарының есебінен жүреді (қ. 33 сур.).

Шеміршекті балықтардың танауы жұп, әдетте тұмсығының астыңғы жағында болады. Қостыныстылардан басқа барлық балықтардың танаулары жұтқыншақ қуысымен қатынаспайды.

Иіссезу органдарының даму деңгейі балықтарды микро- және макросматиктерге бөлуге мүмкіндік береді. Микросматиктердің иіссезу органы нашар дамыған, олар тамағын негізінен көру органдарының көмегімен табады (күндізгі жыртқыштар). Макросматиктерде (акулалар, өткінші албырттар, түнгі жыртқыштар – нәлім, өзен жыланбалығы, т.б.) иіссезу органдары басқа сезім мүшелерінің ішінде жетекшісі. Бұл балықтар иісті өте жақсы сезеді. Бұлардың иіссезу қапшықтары үлкен, ал иіссезу розеткаларының көптеген қатпаршақтары болады. Момын үйірлі балықтардың иіссезу және көру органдары бірдей дамыған.

Иіссезу органдарына алдыңғы мидан басталатын иіссезу нервісі ғана емес, жоғары сатыдағы омыртқалы жануарлардай, үштармақты нервтің талшықтары да келеді.

Иіссезу органдарының көмегімен балықтар тамағын табады, өз түрінің особтарымен қатынаста болады, олардың жынысын, физиологиялық жағдайын, өлі-тірі екенін ажыратады, балықтардың, су омыртқасыздарының және өсімдіктердің қандай түрге жататынын анықтайды, өрістеу кезінде жолын бағдарлайды.

Акулалар, мысалы, 2 км дейінгі қашықтықтан қанның иісін сезе алады, құрбандық организмдерге тез жиналады. Ал, өзен жыланбалығы $3 \cdot 10^{-20}$ дәрежедегі фенилэтил спиртінің концентрациясын сезеді (бұндай жағдайда иіссезу қапшықтарында осы заттың бар болғаны 2-3 молекуласы болады).

Балықтар қорқыныш хабарына, жарақаттанғанда теріден бөлінетін қорқыныш затына, өте сергек әсер етеді. Қорқыныш реакциясы әртүрлі балық түрлерінде әрқалай: біреулері тұнбаға көміледі, екіншілері тығылады, үшіншілері судан секіріп шығады, т.т.

Иіссезу органдарының балықтардың өрістеу кезінде үлкен маңызы бар. Албырттар, мысалы, өзі уылдырықтан шыққан өзен немесе жылғалардың иісін «жадында тұтады» (үй иісі – homing), теңіздерде жайылып кәмелетке жеткенде көбею үшін туған суына қайтып келеді.

Химиялық иіссіз рецепциялар органдары дәмді сезу және жалпы химиялық тітіркендіруді қабылдайды, яғни судың тұздылығы, активті реакциясы (рН), көмірқышқыл газының көлемі, т.т., бұларды іске асыратындар: тері, мұртшаларындағы бет нервісінің (VII) ұшынан тұратын дәм бүршіктері, ауыз қуысындағы және желбезектегі тілжұтқыншак (IX) және кезбе (X) нервтері; кезбе (X) және ұштармақты (V) нервтерге жататын домалактүсті және бұтатүсті клеткалар, сондай-ақ арқажұлын нервтерінің соңы болатын ұршықтәрізді клеткалар; ұштармақты (V), кезбе (X) және арқажұлын нервтерінің бос ұштары. Химиялық иіссіз рецепциялар орталығы сопақша миде.

Дәм бүршіктері ауыз қуысында, мұртшаларда, желбезектерде, басында, қанат талшықтарында, дене бетінде болады. Олардың саны тамағын табу әдісіне байланысты. Мысалы, денесінде дәм бүршіктері өте көп тыран, теңіз нәлімі, мысық-лақа тамағын негізінен дәм бүршіктері рецепторларының көмегімен табады.

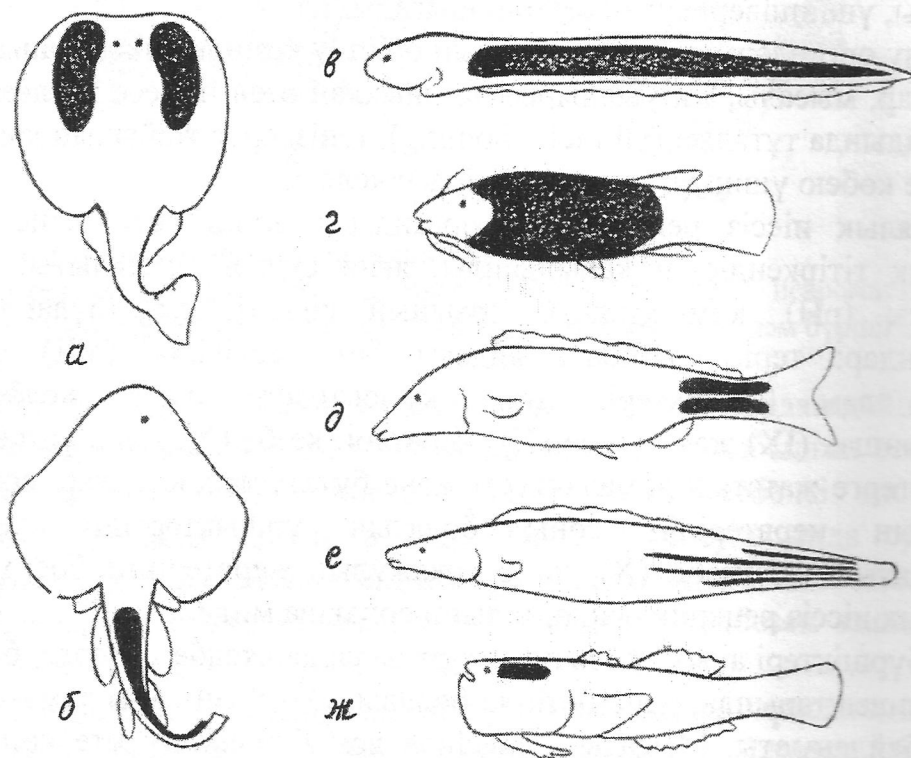
Балықтар дәмнің әртүрлілігін ажырата алады – тәтті, ащы, тұзды, қышқыл. Олардың кейбір ерітінділерге сезімталдығы адам мүмкіншілігінен көп артық (ас тұзына 205 есе, хининге 24, фруктозаға 2,6 есе). Балықтар тұздылықтың $0,03\%$, рН-тың $0,05-0,007$ айырмашылықтарын ажырата алады.

Тері сезім органдары. Балықтар, басқа омыртқалылар сияқты, тері рецепторлары арқылы әртүрлі әсерлерді қабылдай алады: тактильді (жанасу қысым), ауыртатын, температуралық. Балықтардың сезгіш нүктелері әсіресе басында, мұртшаларында және қанаттарында көп болады. Балықтардың жүйке жүйесінің даму деңгейі төмен болғандықтан ауырғанды сезінуі онша емес, бірақ температураның өзгеруін өте жақсы сезеді. Температураның әдеттегіден болар-болмас өзгеруі олардың өрістеу жолын, көбею мерзімін өзгерте алады. Судың тез салқындауынан олар тұмаумен ауырады, тіптен өліп кетуі мүмкін.

Электрорлы рецепторлар мен электрорлы органдар. Балықтардың қарым-қатынаста болуының бір жолы – электр, себебі барлық балықтар электр импульсын шығарады және қабылдай алады.

Электр импульсінің сипаты және оның күші бойынша балықтарды күшті-, аз- және электрсіздер деп бөледі.

Күштіэлектрлілер – электрлі жайындар, жыланбалықтар, скат; азэлектрлілер – мормирлар (Mormyridae), гимнархтар (Gymnarchidae), гимноттар (Gymnotidae) және т.б.; электрсіздер – басқа балықтардың көпшілігі. Алдыңғы екі топтың өкілдерінің арнайы электрлі органдары болады (48 сур.).



48 сурет. Электрлі балықтардың электрлі органдарының орналасуы:

1 – электрлі скат; 2 – теңіз түлкісі; 3 – электрлі жыланбалық; 4 – электрлі жайын; 5 – пілтұмсық; 6 – гимнарх; 7 – жұлдызсанаушы (қарамен бөлінген жерлер электрлі органдардың орны).

Электрсіз балықтардың арнайы электрлі органы болмайды, олар бөлетін электр импульстері (100-200 мкВ) жүйке-ет қызметінен пайда болады.

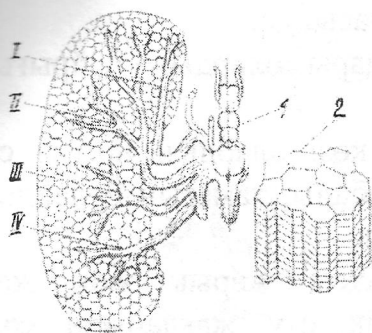
Балықтардың биоэлектрлі кеңістігін сезінуі әртүрлі. Электрлі балықтарда, электрлі жайын мен жұлдызсанаушыдан басқаларында, бүйір сызығының сезгіш органдарына жататын арнаулы электр рецепторлары болады. Электрсіз балықтарда (шеміршекті, кейбір бекірелер, жайындардан басқаларында) электр рецепторлары бары байқалмаған. Дегенмен бұларда тікелей бұлшық етке немесе жүйке жүйесіне немесе басқа рецепторларға әсер етеін электр тоғын қабылдайтын қабілеттілік бар.

Биоэлектрлік кеңістіктерге әсіресе аз- және электрсіз балықтар өте сезімтал, бұларға әлсіз электр сигналдары жолын бағдарлауда және өзара қарым-қатынаста қызмет етеді.

Өте төменгі кернеулі кеңістік бөлетін электрсіз балықтардың жекс кернеулері үйірде қосылып едәуір күшті электр кеңістігін құрайды, бұны үйір орын ауыстырғанда бағытын табуға пайдаланады.

Барлық электрлі балықтардың электрлі органдары дененің екі бүйірінде симметриялы орналасқан электр пластинкаларынан тұратын заттар.

Скаттардың электрлі органдары өте үлкен (дене салмағының 25%-не дейін), ара ұясы сияқты. Бір орган шамамен 600 алтыбұрышты тік орналасқан призмалардан тұрады. Әрбір призмада 40-қа дейін электрлік пластинкалар болады; дөңгелек пішінді пластинкалар қоймалжың затқа толы. Әрбір призма ерекше электр батареясы (49 сур.).



49 сурет. Скаттың электрлі

органының құрылысының үлгісі:

I, II, III, IV – электр нервтері; 1 - мидің электрлі үлесі; 2 – электрлік бағаналар (тік орналасқан призмалар).

Электрлі жыланбалықтардың электрлі органдары екі бүйірінде дененің ұзына бойына дерлік созылған және олар призмалардан тұрады, бірақ тік емес кеңістікте орналасқан. Әрбір органда 70 шамалы призма, ал әрбір призмада 6000-дай электрлі пластинкалар болады.

Электрлі органдардың қызметінің орталығы бір балықтарда (скаттар) сопақша мидің ірі электрлі үлесі, басқаларында – жұлын.

Көпшілік балықтардың электрлі органдарының негізгі элементтері өзгерген және өте жалпақтанған ет талшықтары, кейбір жыланбалықтарда – жүйке клеткалары, электрлі жайындарда – безді клеткалар. Осы пішіні өзгерген клеткалар электрлі пластинкалар деп аталады. Электрлі пластинкалардың нерв ұштары келетін беті мембрана, нервтік, немесе беттік деп аталады. Ол натрий, калий және хлор иондарының таралуын реттейді. Пластинкалардың екінші бетіне қантамырлары келеді. Қозған уақытта пластинканың нервтік, немесе беттік жағы электрлі теріс, ал қарсы беті – электрлі оң болады. Бағаналардағы немесе призмалардағы электрлі клеткалар тізбектеліп жалғасқан, бұл жалпы кернеудің шығарылуын арттырады, ал электрлі органдардағы бағаналар қатары паралельді жалғасқан, бұл жалпы шығарылатын ток күшін арттырады.

Электрлі жайын мен жыланбалық электрді нашар өткізетін тұщы суда тіршілік етеді. Өзінің құрбанын оңай жансыздандыру немесе жауынан қорғану үшін олар жоғары кернеулі ток жинайды: жыланбалықтар ток күші 1,2 А-да 600 В-ға дейін, жайын ток күші бір ампердің оннан біріндей шамада 350 В.

Электрді жақсы өткізетін теңіз суында тіршілік ететін теңіз скаты мұндай мақсатқа аз кернеулі, бірақ жоғары ток күшімен жетеді (50-60 А ток күшінде 40-60 В).

Балықтардың ток бөлу мерзімі барлығында бірдей емес. Мысалы, электрлі скаттың токты бір бөлуі 0,03 сек. созылады және ол бірінен соң бірін 100 дейін ток бөле алады.

Жұлдызсанаушылар мен кәдімгі скаттар (Rajidae) күшті- және азэлектрлі балықтардың ортасында. Бұлардың жалғанэлектрлі (псевдоэлектрические) деп аталатын шағын маманданған органдары дененің құйрық бөлімінде орналасқан. Бұл скаттардың электрлі органдары кішкентай камераларға (2000 шамалы) бөлінген. Олардың әрқайсысындағы қоймалжың затта электр пластинкасы болады. Мысалы, теңіз түлкісі (скат) тудыратын кернеу 4 В шамасында.

Азэлектрлі балықтардың электрлі органдары олардың құйрығында болады және кернеуі вольттің оннан біріндей.

Көру мүшелері. Көпшілік балықтардың көзі олардың негізгі сезім мүшесі, осы арқылы олар өзінің бағдарын табады, тамағын аулайды, өз түрінің особьтарын және жауларын ажыратады.

Суда тіршілік етуіне байланысты, жақсы жарық жоқ жерде, балықтардың көздерінің құрылысы тіршілік ету жағдайына сәйкес әртүрлі.

Балықтардың көз жанары домалақ, ал шынайнасы жалпақ. Көптеген тұщысу балықтарының қарашығы қозғалмайды, сонымен қатар кейбір балықтарда (жыланбалық, камбала, жұлдызсанаушы, шеміршектілер) тарылып-кеңейе алады. Көпшілік балықтардың қабағы болмайды, тек кейбір акулалардың жыпылықтағыш жарғағы бар, ал басқындар (кефалдар) мен кейбір майшабақтарда майлы қабақ дамиды. Көздің жарық мөлшеріне үйренуі көз жанарының қисықтығын өзгертумен емес, көз жанарының өзі орнынан ығысуымен іске асады.

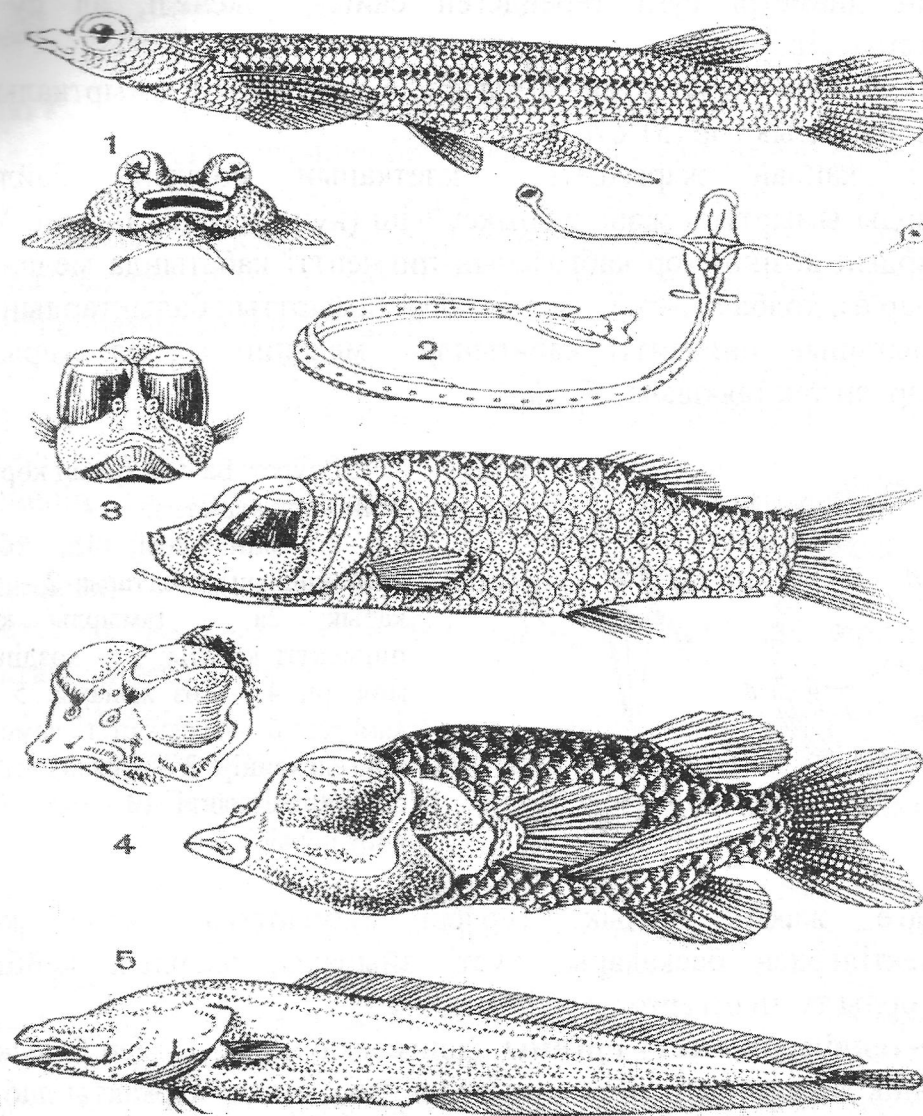
Көпшілік балықтардың көздері басының екі жанында, көруі монокулярлі, яғни әр көз жеке көреді. Көптеген балықтардың көз жанары көз қарашығының тесігінен шығып тұрады, бұл көру кеңістігін едәуір кеңейтеді. Бахтахтың, мысалы, тігінен көру бұрышы 150° (адамда – 134°), кеңістік бойынша – $160-170^\circ$ (адамда – 154°). Монокулярлі жалғыз көздер алдыңғы жағында қаусырылады, сондықтан бинокулярлі болады, бірақ ол өте мардымсыз – бар болғаны $15-30^\circ$. Монокулярлі көрудің негізгі кемшілігі – қашықтықты дұрыс бағалай алмайды.

Балықтарға көздердің қозғалғыштығы тән, олар негізінен бірдей қозғалады, бірақ кейбір түрлерде (камбалалар, жасыл-балық – Perciformes) – бір-бірінен тәуелсіз. Ең қозғалғыш көз жыртқыш балықтарда.

Көздің жітілігі балықтарда әртүрлі, бірақ құрлықтағы жануарлармен салыстырғанда олар алыстан көре алмайды. Айталық, өзен алабұғасы 0,1 мм объектіні тек 5,5 см қашықтықтан ғана көре алады, 1 мм – 55 см, 10 мм – 5,6 м. Әдетте балықтар заттарды 10-15 м ғана көре алады. Ең алыстан

көретіндер шеміршектілер, бұл олардың көз қарашығын тарылтып-кеңейте алатындығынан.

Жарық аз жерлердегі балықтардың көпшілігінің көз мөлшері кішірейеді, сонымен қатар үлкен тереңдіктерде тіршілік ететін балықтарға (теңіз алабұғасы, жаркырауық анчоустар, т.т.) өте әлсіз жарықты сезе алатын үлкен көз тән. Кейбір тұңғықтың және үңгірлердегі сулардың балықтарының көзі болмайды (50 сур.).



50 сурет. Балықтардың әртүрлі топтарының өкілдерінің көздері:

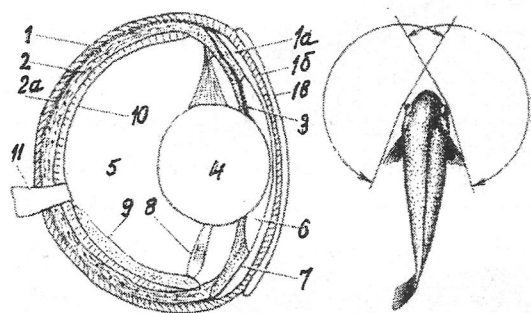
1 – төрткөз-балық (*Anableps tetraphthalmus*); 2 – тұңғықтың балығы идиакантаның дернәсілі (*Idiacanthus fasciola*); 3 – опистопрот (*Opisthopterus soleatus*); 4 – макропинна (*Macropinna microstoma*); 5 – үңгірдің соқыр балығы люцифуга (*Lucifuga subterranea*).

Балықтар кәдімгі көздерімен ауадағыны көре алмайды деуге болады, бірақ кейбір балықтарда осы мақсат үшін көздерінде арнайы бейімделушілік болады. Мысалы, тропикалық төрткөзді балықтардың әр көзі горизонтальді пердемен екіге бөлінген. Көздің жоғарғы бөлігінің көз жанары жалпайған, ал шынайнасы дөңес, бұл олардың ауадағыны көруіне мүмкіндік жасайды.

Балықтар ауадағы заттарды көзін судан шығармай-ақ көре алады. Бұндай жағдайда олар заттарды дөңгелек терезе арқылы көретін сияқты, терезенің диаметрі суға тереңдеген сайын үлкейеді, ал су бетіне көтерілгенде кішірейеді.

Балық көзінің құрылысының үлгісінде құрлықтағы омыртқалылармен көптеген ортақтық бар (51 сур.).

Көзде қандай жарықсезгіш клетканың болуына байланысты балықтарды ымырттық және жарықсүйгіш (күндізгі) деп бөледі. Күндізгі балықтардың көзінің тор қабығының пигментті қабатында меланин көп, таяқшалар аз, колбашалар үлкен болады. Ымырттық балықтардың көзінің тор қабығының пигментті қабатында меланин аз, ал жарықсезгіш клеткалардан тек таяқшалар болады.



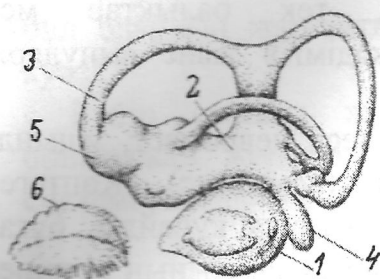
51 сурет. Балықтардың көру органы және көру кеңістігі:

1 – көздің шелі; 1а, 1б, 1в – шынайнаның қабаттары; 2 – тамырлы қабық; 2а – тамырлы қабықтың пигментті қабаты; 3 – көздің сыртқы мөлдірі; 4 – көз жанары; 5 – артқы камера; 6 – алдыңғы камера; 7 – дөңгелек сіңір; 8 – жиырылатын ет; 9 – орақтес өсінді; 10 – тор қабық; 11 – көру нервісі.

Түгелге жақын балық түрлері (ымырттық және көпшілік шеміршектілерден басқалары) түсті айырады, олардың кейбіреулері рефлекторлы түсін өзгерте алады.

Тепе-теңдік және есту органы. Дөңгелекауыздылар мен балықтардың тепе-теңдік және есту органы тек ішкі құлақ, немесе жарғақты лабиринт – ми сауытының артқы бөлігіндегі есту капсуласында орналасқан. Бұлардың не сыртқы, не ортаңғы құлағы, не дабыл жарғағы жоқ. Жарғақты лабиринт екі қапшықтан тұрады: жоғарғысы сопақ, төменгісі дөңгелек. Шеміршектілердің қапшықтары әлі екіге толық бөлінбеген. Көптеген балықтардың дөңгелек қапшығынан өскін – лагена басталады, бұл лагенаның алғашқы нышаны. Сопақ қапшықтан өзара перпендикулярлі орналасқан үш жартышеңберлі өзекшелер тарайды (миногаларда – 2, миксиаларда – 1). Жартышеңберлі өзекшелердің бір ұшы кеңейген – ампула, ол эндолимфаға толы лабиринт қуысымен қатынасады (52 сур.). Лабиринттен эндолимфатикалық өзек басталады, ол нағыз сүйекті

балықтарда тұйық аяқталады, ал шеміршектілерде сыртқы ортамен қатынасады.



52 сурет. Тепе-теңдік және есту органы:
1 – дөңгелек қапшық; 2 – сопақ қапшық; 3 – жартышеңберлі өзектер; 4 – улитканың нышаны; 5 – жартышеңберлі өзектердің ампулалары, 6 – отолит.

Ішкі құлақтың сезгіш элементі - түкті клеткалары, бұлар есту нервсінің соңы – дақ түрінде жартышеңберлі өзектердің ампуласында, қапшықтарда және лагенада болады. Балықтар тепе-теңдігін сақтау үшін жартышеңберлі өзектер мен отолиттердің, немесе есту тастары, үлкен маңызы бар (әр құлақта үшеуден: ең үлкен біреуі дөңгелек қапшықта, екіншісі сопақта, үшіншісі лагенада).

Тепе-теңдік органының қызметін жарғақты лабиринттің жоғарғы бөлігі – жартышеңберлі өзектерімен сопақ қапшық атқарады, ал дыбысты негізінен лабиринттің төменгі бөлігімен қабылдайды.

Дененің қалыпты жағдайдан ауытқуы жартышеңберлі өзектердің бірінде эндолимфаның ағысын туғызады, ағыс ампулалардағы түкті клеткаларын тітіркендіреді. Отолиттерде осыған ұқсас әсер етеді. Отолиттерде жылдық сакиналар жақсы көрінеді, сол арқылы кейбір балықтардың жасын анықтайды.

Есту органының құрылысының қарапайымдылығына қарамастан балықтар айтарлықтай жақсы есітеді – 5 Гц-тен 15 кГц дейінгі дыбыстарды қабылдай алады. Ультрадыбысты (жоғары жиіліктегі) балық естімейді.

Балықтар дыбысты ішкі құлақтан басқа бүйір сызығының сезгіш органдары арқылы да қабылдайды. Ішкі құлақ пен бүйір сызығының сезгіш клеткаларының құрылысы мен шығу тегі ұқсас, олар есту нервсінің тарамдарымен жүйкеленеді және орталығы сопақша мидегі бірлестірілген акустиколатеральді жүйеге жатады. Жердің қозғалысының, толқынның, ағыстың, жарылыстың, кемелердің шуының әсерінен пайда болатын төменгі жиіліктегі тербелістер (5 – 20 Гц) бүйір сызығы жүйесінің сезгіш органдарымен қабылданады.

Балықтардың ішкі құлағының сезімталдығы, дыбыс тербелісінің резонаторы және рефлекторы торсылдақпен күшейеді. Ішкі құлақ қуысы торсылдақпен Вебер-еламаан сүйектері (тұқылар мен жайындарда), не торсылдақтың тұйық өскіндері (майшабақтар, трескалар) немесе ерекше ауа қуысы арқылы жалғасады (қ. 23 сур.). Дыбысқа ең сезімтал балықтар - Вебер аппараты барлары. Ішкі құлақ қуысымен байланысты торсылдақтың көмегімен балықтар төменгі және жоғары жиіліктегі дыбысты қабылдай алады. Демек, балықтар төменгі жиіліктегі тербелісті әрі бүйір сызығының сезгіш органдарымен, әрі ішкі құлақпен жалғасқан торсылдақтың

көмегімен қабылдайды. Жоғары жиіліктегі дыбысты (1-15 кГц) Вебер аппараты бар балықтар қабылдайды.

Бүйір сызығы жүйесінің сезім органдары. Бүйір сызығының сезім органдары, немесе сейсмосенсорлы жүйе, тек балықтар мен космекенділерде дамиды. Бұлардың ішінде «кәдімгі» және ампулярлі органдарды ажыратады.

«Кәдімгі орган» – бұл «сезгіш бүршік», немесе невромаст, ұшында түктері бар сезгіш клеткалардың жинағы (комплекс). Көптеген балықтардың невромасты дірілдек төмпешік – купула құрайды, бұған сезгіш клеткалардың түктері де кіреді. Купулалар су ағысының әсерінен оңай тербеледі. Невромастар дененің бетінде, шұңқырда, ашық жылғаларда, тері өзектерінде болуы мүмкін.

Невромастар балықтарға тіршілік ортасында, су ағысын сезіне, бағдарын анықтауға және төменгі жиіліктегі дыбысты қабылдауға мүмкіндік береді.

Дөңгелекауыздылар мен кейбір балықтардың бүйір сызығының сезім органдарының құрылысы өте қарапайым.

Миногаларда – бұл ақшыл майда тері төмпешіктер, ол әсіресе басында көп болады, ал денесінде бірнеше қатар орналасқан. Әрбір төмпешікте түбінде сезгіш бүршігі бар жылға болады.

Шеміршекті балықтардың невромастары ашық (қарапайым акулалар мен химералар) және жабық (басқа балықтар) өзекшелерде орналасқан; Сави көпіршіктері (Сави жалпағы) - өзгерген плакоидты қабыршақпен жабылған невромастар (электрлі скаттарда); спиракулярлі органдар – невромастар түрінде – шашыратқыштың алдыңғы үстінгі жағында орналасқан және Лоренцини ампулалары.

Бекірелерде тері өзектері мен терінің қысқа сүйекті түтіктерінде орналасқан невромастар мен спиракулярлі орган болады, ал Лоренцини ампуласы сезгіш шұңқырлармен алмастырылған.

Көпшілік нағыз сүйекті балықтардың невромастары жабық өзекшелерде болады, бұл өзекшелер бүйір сызығын құрай дененің ұзына бойына созылған, ол балық басында күрделі жүйе құрайды. Бұлардан басқа дененің бетінде ашық болатын невромастарда кездеседі (гольян).

Бүйір сызығы мен бастың өзектері шырышқа толы, әрі олардың қуысына сезгіш бүршіктердің купуласы ұмсынып кірген. Өзекшелер сыртқы ортамен қабыршақтардағы кішкентай тесіктер арқылы байланысады.

Ампулярлі органдар, Лоренцини ампуласы деп те аталады, тек тақтажелбезектілерде болады - электрорецепторлар. Пішіні түтік сияқты, сүзбетәрізді затқа толы, дене бетінде кішкентай тесіктермен аяқталады. Түтіктедің дене ішінде кеңейген жері - ампула болады, ампулада ұшында түктері бар сезгіш клеткалар болады. Әрбір ампулаға нерв ұштары келеді.

Бүйір сызығының сезгіш органдарына, барлық электрлі балықтарда және кейбір электрсіз нағыз сүйектілерде болатын, электр рецепторлары

да жатады. Бұлардың құрылысы бүйір сызығының сезгіш клеткаларына ұқсас, бірақ олардың жоғарғы ұшында түк болмайды.

Бүйір сызығының сезгіш органдарына есту нервісінің бұтақтары келеді, бұл олардың жарғақты лабиринтпен генетикалық байланысты екенінің куәсі.

Бүйір сызығы жүйесінің сезгіш органдарының құрылысы мен орналасқан жерлері әрбір түрде өзгеше, сондықтан кейбір түрлерде систематикалық белгі болады.

Ішкі секреция бездері

Ішкі секреция бездері, немесе эндокриндылар, деп өзіндік өзегі жоқ, ал бөлген гормондары бүкіл организмге қан арқылы таралатын бездерді атайды. Бұндай жүйе гуморальді жүйе аталады.

Балыктар өмірінде гормондардың маңызы өте үлкен. Гормондар зат алмасуға, осмостық қысымды реттеу процесіне, жыныс клеткаларының дамуы мен жетілуіне және т.б. әсер етеді.

Балыктардың ішкі секреция бездеріне қалқанша безі, адреналды без, гипофиз, каудальді нейросекреторлы жүйе, ультимобранхиальді без, эпифиз және т.б. жатады.

Қалқанша без. Пішіні және көлемі әртүрлі бұл без құрсак қолқасының маңында болады. Қалқан безінің гормоны йодтиреглобулин дамуды реттейді, соның ішінде метаморфозды (миногалар, жыланбалық, камбалалар), зат алмасу мен балық мінез-құлығына әсер етеді. Қалқан безінің ең активті қызметі өрістегіш балыктардың көбею миграциясы кезінде байқалады, олардың активті қозғалуына себепші болады.

Адреналды без және Станниус денесі. Жоғары сатыдағы омыртқалылардың ішкі бездерінің арасында бүйрекүсті безі бар, ол қыртысты (кабық) және ми заттарынан тұрады, бұлардың әрқайсысының шығу тегі бөлек, гормондары да әртүрлі, бірақ ақырында бір органды қалыптастырады. Қабықты (қыртысты) заттың клеткалары интерреналдылар деп аталады, мидікі — хромафинділер. Осы клеткалардың жиынтығын адреналды без деп атайды.

Нағыз сүйекті балыктарда интерреналды және хромафинді тканьдер бас бүйрегінің маңайында болады.

Интерреналды ткань жыныс гормондары глюкокортикостероидтар (кортизон және гидрокортизон) мен минералкортикостероидтарды бөледі. Бұл гормондар белок пен углеводтың, су-тұздың алмасуына үлкен әсер етеді, әрбір жынысқа тән мінез-құлыққа дем береді (ынталандырады). Хромафинді ткань адреналин мен норадреналин бөледі - жүректің қозуы мен жиырылу күшіне, қанның қысымына, қандағы қанттың мөлшеріне әсер етеді.

Станниус денесі дене бүйрегінде болады. Бұлар осмостық қысым процесінде рөл атқарады деген болжам бар.

Гипофиз. Аралық мидың түбінде орналасқан және негізгі екі бөлімнен тұрады: аденогипофиз және нейрогипофиз, бұлардың шығу тектері әртүрлі. Аденогипофиз асқору органдарымен филогенетикалық байланысты, құрамы эпителиальді безді ткань, жұтқыншақтың артқы қабырғасының томпайуынан пайда болған. Нейрогипофиз аралық мидің төменгі бөлігінің (гипоталамус) жалғасы.

Гипофиз ішкі секреция бездерінің ең маңыздыларының бірі. Аденогипофиздің гормоны осмостық қысымды реттеуге қатысады, балықтың өсуіне, түсін өзгертуіне, шырышты клеткалардың қызметіне әсер етеді, басқа ішкі бездердің қызметін реттейді. Гонадотропты гормон даму процесі мен жыныс клеткаларының жетілуін реттейді. Балықтарға гипофиз экстрактісін егу олардың жыныстық заттарының дамуын ынталандырады. Н.Л.Гербильский тапқан гипофизарлық егу әдісі балық өсіруде кеңінен қолданылады.

Нейрогипофизде екі гормон болады: вазотоцин және ихтиотоцин, бұлар гипоталамустың ядросында пайда болады – осмостық қысымды реттеу процесіне қатысады.

Каудальді нейросекреторлық жүйе (урогипофиз). Құрлықтағы омыртқалылардан айрықша балықтарда ерекше құйрық нейросекреторлы жүйе болады, бұл балықтардың суда тіршілік етуімен байланысты шығар. Жұлынның құйрық бөлімінде өте ірі нейросекреторлы клеткалар болады, олардың жуан өсінділері жұлынның төменгі бөлігіндегі өскінде (нейрофиз) аяқталатын, құрылысы бойынша нейрогипофизге ұқсас, айрықша тракт (жол) құрайды. Нейрофизде уротензин гормоны жиналады және бөлінеді, бұл гормон осмостық қысым процесін реттейді, тағы да, мүмкін, қанның қысымын реттеуге және көбею процесіне қатысатын шығар.

Ультимобранхиальді бездер. Өңештің жан-жағындағы бұл бездер фосфор мен калийдің алмасуын реттейді.

Эпифиз. Эпифиз, немесе жоғарғы ми қосалқысы, аралық мидің төбе жабындысының өсіндісі. Ол өндіретін гормондар майда артерияларды тарылтады, сонысымен теріні қуқылдандырады, ішектің жиырылуын (перистальтика) күшейтеді, минеральдік алмасуды реттеуге қатысатындар.

Аралдық (оңашаланған) клеткалар. Өттің, оның өзектерінің, көкбауырдың маңайында кездеседі, ең көп болатын жері бауыр. Аралдық клеткалар (Лангерганс аралдары) эпителиальдік клеткалардың шоғыры, ол қан капиллярлар торымен жиі шырмалған. Бұл клеткаларда қандағы қанттың мөлшерін реттейтін инсулин гормоны өндіріледі.

Жыныс бездері. Жыныс клеткаларынан басқа жыныс гормонын өндіреді. Жыныс гормондары балықтардың екінші жыныстық белгілерінің және күйіттік сәндіктің дамуына, ұрпағына қамқорлық жасауға ұмтылуына дәнекер болады.

Пайдаланылған әдебиеттер

- Алеев Ю.Г. Функциональные основы внешнего строения рыб. М., 1963.
- Анисимова И.М. и Лавровский В.В. Ихтиология. М., 1991.
- Бәйімбет Ә.А., Темірхан С.Р. Қазақстанның балықтәрізділері мен балықтарының қазақша-орысша анықтауышы. Алматы, 1999.
- Бекенов А., Есжанов Б.Е. Русско-казахский словарь зоологических терминов. Алматы, 1997.
- Биологический энциклопедический словарь. М., 1986.
- Гуртовой Н.Н., Матвеев Б.С., Держинский Ф.Я. Практическая зоология позвоночных. Низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы. М., 1976.
- Джумалиев М.К. Биоразнообразие животного мира (хордовые). 1 ч. Алматы, 2002.
- Жизнь животных. Рыбы. 4 т. М., 1983.
- Иванов А.А. Физиология рыб. М., 2003.
- Митрофанов В.П. Экологические основы морфологического анализа рыб. Алма-Ата, 1977.
- Митрофанов И.В., Баимбетов А.А., Майкл Дж. Мур. Словарь названий рыб Казахстана (лат., рус., англ., каз.). Алматы, 1999, 2003.
- Моисеев П.А., Азизова Н.А., Куранова И.И. Ихтиология. М., 1981.
- Никольский Г.В. Экология рыб. М., 1963, 1974.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966.
- Рыбы Казахстана. 1 т. Алма-Ата, 1986.
- Суворов Е.К. Основы ихтиологии. М., 1948.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959.

Мазмұны

Алғы сөз	3
Кіріспе	4
Ихтиологияның дамуына қысқаша шолу	5
1 бөлім	
Балықтар құрылысының ерекшеліктері	9
Балықтардың сыртқы құрылысы және қозғалысы	9
Тері және оның туындылары	19
Қанқа	29
Бұлшық ет	39
Асқорыту жүйесі	41
Торсылдақ және гидростатикалық тепе-теңдік	46
Тынысалу органдары	49
Жүрек-тамырлар жүйесі	56
Бөлу (зәр) жүйесі және су-тұз алмасу	62
Көбею жүйесі	66
Жүйке жүйесі	68
Сезім мүшелері	71
Ішкі секреция бездері	81
Пайдаланылған әдебиеттер	83

Оқу басылымы

Бәйімбет Әбірек Арықұлы

ИХТИОЛОГИЯНЫҢ НЕГІЗДЕРІ

1-бөлім

Оқу құралы

Шығарушы редакторы *А. Шуриева*
Компьютерде терген *Г. Ниязова*
Мұқабасын көркемдеген *К. Өмірбекова*

ИБ № 3298

Басылуға 04.10.2005 жылы қол қойылды. Формат 60 x 84 1/16. Көлемі 76.т.
Офсетті қағаз. Офсетті басылыс. Тапсырыс № 3545. Таралымы 200 дана.

Бағасы келісімді.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің "Қазақ университеті" баспасы.
Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.
"Қазақ университеті" баспаханасында басылды.