

более наклонного расположения бедра, которое у тетеревиных более протрагировано как в статике, так и при ходьбе (для Tetraonidae характерна ходьба, в отличие от быстро и легко бегающих Phasianidae). При таком расположении бедра нагрузка на его разгибатели вследствие увеличения плеча действия силы тяжести возрастает. У быстро бегающих Phasianidae тело более приподнято над землей, а бедро ориентировано к продольной оси туловища под гораздо большим углом. Естественно, что в этом случае действие силы тяжести на разгибатели бедра уменьшится. Морфологические особенности этих мышц будут взаимосвязаны скорее с приспособленностью к быстрому бегу, в частности, к локомоции с большой шириной шага и, следовательно, большой амплитудой сгибательно-разгибательных движений в тазобедренном суставе. Более выраженная динамичность разгибателей бедра у Phasianidae, обеспечивающих большую амплитуду движений, подтверждает такое предположение.

Иванов А. И. Каталог птиц СССР.— Л.: Наука, 1976.— 275 с.

Кузьмина М. А. Морфофункциональные особенности задних конечностей куриных.— Тр. Ин-та зоол. АН КазССР, 1964, 24, с. 90—120.

Кузьмина М. А. Тетеревиные и фазановые СССР.— Алма-Ата.: Наука, 1977.— 294 с.

Курочкин Е. Н. Локомоция и морфология тазовых конечностей плавающих и ныряющих птиц: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1968.— 17 с.

Родионова Т. В. Морфологический анализ мышечной системы ноги куриных (Galliformes).— Тр. науч.-исслед. зоол.-биол. ин-та Харьков. ун-та, 1940, 8/9, с. 213—232.

Усенко В. П. Морфо-функциональные особенности скелета и мускулатуры тазовой конечности дневных хищных и голенастых птиц: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1964.— 23 с.

Berger A. J. The comparative functional morphology of the pelvic appendage in three genera of Cuculidae.— Amer. Midl. Nat., 1952, 47, N 3, p. 513—605.

Berger A. J. Anatomical variation and avian anatomy.— Condor, 1956, 58, p. 433—441.

Gadow H. Zur vergleichenden Anatomie der Musculatur des Beckens und der hinteren Gliedmassen der Raŕiten.— Jena: Fisher, 1880.— 56 p.

Gadow H., Selenka E. Aves.— In: Bronn's: Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, in Wort und Bild. Anatomischer Theil. Leipzig, 1891, Bd 2.— 1008 S.

Garrod A. H. On the certain muscles in the thighs of birds and their value in classification.— Proc. Zool. Soc., London, 1873, 1, p. 624—644.

George J. C., Berger A. J. Avian myology.— New-York; London: Academic Press, 1966.— 500 p.

Hudson G. E. Studies on the muscles of the pelvic appendage in birds.— Amer. Midl. Nat., 1937, 18, p. 1—108.

Hudson G. E., Lanzillotti P. J., Edwards G. D. Muscles of the pelvic limb in galliform birds.— Ibid., 1959, 61, p. 1—67.

Stolpe M. Physiologisch-anatomische Untersuchungen über die hintere Extremität der Vögel.— J. Ornithol., 1932, 80, p. 161—247.

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена  
АН УССР

Получено 2.09.82

УДК (591.473.31+591.474)597.587.1

Л. А. Николайчук, А. А. Вронский

## МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЫШЕЧНО-СУХОЖИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ВОМЕРА

В литературе нет данных о морфологии латеральной мускулатуры рыб сем. Sarangidae — наиболее типичных представителей нектеров с карангиформным способом плавания (Breder, 1926). Поэтому мы ставили своей целью исследовать особенности морфологии мномеров и системы их сухожилий у представителя неритической группы сем. Sarangidae вомера — *Vover setapinnis* (Алеев, 1955) и дать им функциональное объяснение, связав их с особенностями работы осевого ундуляционного движителя. При этом учитывались некоторые экологические характеристики вомера.

**Материал и методы.** Фиксированных (4%-ный раствор формалина) и нефиксированных рыб длиной  $24 \pm 6$  см, препарировали послойно по модифицированной методике В. П. Воробьева и готовили серии сагиттальных, фронтальных и поперечных срезов. Как вспомогательный использовали метод электрорентгенографии. Снимки делали аппаратом "Chigodur" с помощью ксерокопирующей установки ЭРГА-02 при следующем режиме: фокусное расстояние 100 см, KV-35, mA-60, нагрузка 50 %.

Названия морфологических структур даны по Нарселу (Nursall, 1956, 1963) с некоторыми уточнениями. При этом за основу взята «Международная анатомическая номенклатура на латинском и русском языках» (1974).

**Результаты.** Латеральная мускулатура вомера, которую обычно именуют большой латеральной мышцей (*m. lateralis magnus*), разделена соединительноткаными перегородками на восемь продольных мышечных тяжей. Горизонтальная септа, идущая от позвоночника к коже, разделяет большую латеральную мышцу на дорсальную (эпаксиальную)

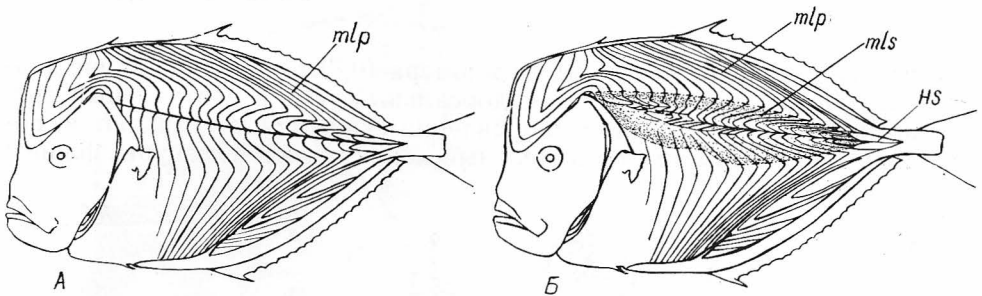


Рис. 1. Рисунок внешней сегментации латеральной мускулатуры вомера после снятия кожного покрова (А) и слоя поверхностной латеральной мышцы (Б):

*mls* — поверхностная латеральная мышца; *mlp* — глубокая латеральная мышца; *HS* — горизонтальная септа.

и вентральную (гипаксиальную) части (*pars dorsalis*, *pars ventralis*), каждая из которых делится соединительнотканой перегородкой, проходящей в сагиттальной плоскости, на глубокую (*pars profundus*) и поверхностную (*pars superficialis*) части. Поскольку глубокая (светлоокрашенная) и поверхностная (темнокрашенная) части латеральной мускулатуры отличаются по ряду морфологических, физиологических характеристик (Le Danois, 1958; Boddeke et al., 1959; Alexander, 1969) их рассматривают как две самостоятельные мышцы: глубокая латеральная (*m. lateralis profundus*) с косо направленными волокнами и поверхностная латеральная (*m. lateralis superficialis*) с волокнами, ориентированными строго продольно. Обычно глубокую латеральную мышцу называют белой, а поверхностную — красной.

Большая латеральная мышца, кроме того, разделена поперечными миоцепами на отдельные сегменты — миомеры. Число их соответствует числу позвонков (у вомера их 23). Рисунок поверхностной сегментации латеральной мускулатуры вомера не отражает всей сложности внутренней архитектуры миомеров, так как имеет место кранио-каудальное смещение глубоких частей каждого мышечного блока (рис. 1, 2). Концы этих смещенных участков сворачиваются частично (туловищный отдел тела) или полностью (хвостовой отдел) в полуконусы и конусы, которые на поперечном сечении тела представлены в виде ряда концентрических колец (рис. 3).

Для костистых рыб, к которым относятся и рыбы сем. *Carangidae*, характерен piscиновый тип миомера (Nursall, 1956) W-образной формы. В туловищном отделе тела вомера миомер имеет срединный дорсальный конус передней флексуры с направленной краниально вершиной, расположенной на уровне позвоночного столба, и вспомогательный дорсальный конус задней флексуры, вершина которого направлена каудально.

Вспомогательный конус, как и задняя флексура в вентральной части туловищного отдела латеральной мускулатуры, выражен слабо.

Миомеры хвостового отдела тела (начиная с 0,48 длины тела) отличаются от туловищных по ряду характеристик. Так, начиная с 7-го миомера (0,38L) появляется вентральный срединный конус, длина которого

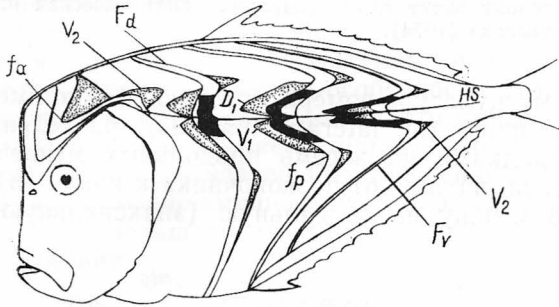


Рис. 2. Изменение архитектуры миомеров латеральной мускулатуры вомера вдоль продольной оси тела:

$D_1$  — срединный дорсальный конус;  $V_1$  — срединный вентральный конус;  $D_2$  — вспомогательный дорсальный конус;  $V_2$  — вспомогательный вентральный конус;  $fa$  — передняя флексура;  $fp$  — задняя флексура;  $Fd$  — дорсальный фланг;  $Fv$  — вентральный фланг;  $HS$  — горизонтальная перегородка.

постепенно увеличивается и с 19-го миомера (0,7L) она равна длине дорсального срединного конуса. Как дорсальный, так и вентральный срединные конусы в каудальном направлении сужаются и удлиняются, появляется вентральный вспомогательный конус задней флексуры, фланги

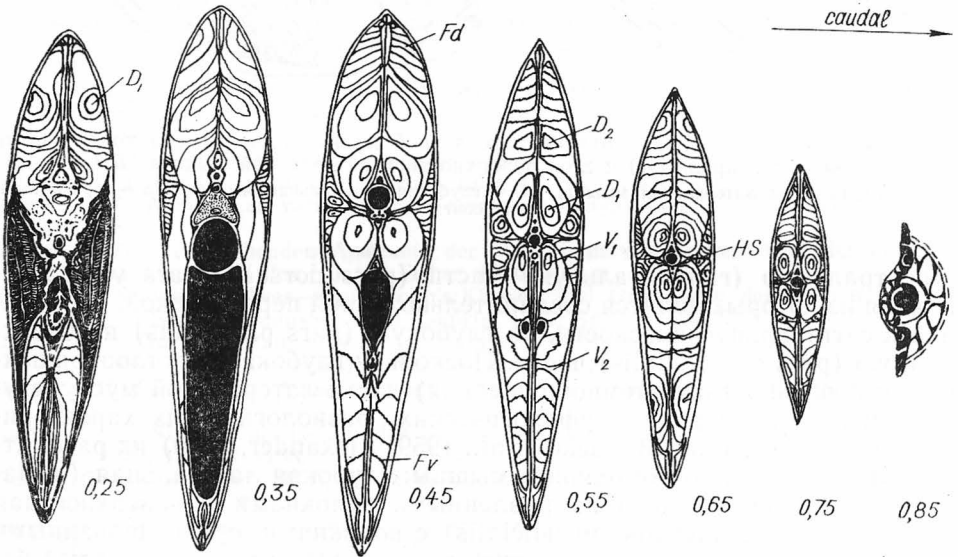


Рис. 3. Схемы серии поперечных срезов тела вомера (обозначения те же, что и на рис. 2; цифрами обозначено расстояние от переднего конца тела рыбы).

удлиняются. Вентральный фланг миомера в хвостовом отделе расширен и расположен так, что при наложении последующего фланга на рисунок поверхностной сегментации появляется реверсия (рис. 1), т. е. нарушается симметричность постанальных миомеров, характерная для большинства костистых рыб (Рыдзюнский, 1939).

Эпаксиальные части первых миомеров не имеют гипаксиальных аналогов, так как заходят вперед по верхнему краю головы и крепятся к вертикальному костному гребню, образованному выростами костей черепа. На рисунке поверхностной сегментации этого участка видна только передняя флексура миомера (рис. 1, 2).

Как указывалось выше, красная мышца, отделенная от более глубоко расположенной белой соединительнотканной перегородкой, также сегментирована. Изучение препаратов показало, что между рисунками внешней сегментации латеральной мускулатуры вомера после снятия ко-

жи и слоя красных мышечных волокон обнаруживаются различия (рис. 1), которые указывают на некоторое краниокаудальное смещение внутренних частей мышечных блоков поверхностной латеральной мышцы. Каждый сегмент этой мышцы, кроме того, изогнут так, что образуются дорсальная и вентральная передние флексуры (рис. 2). Краниально смещенные внутренние края передних флексур сворачиваются в полуконусы, которые, как и в белой мускулатуре, на поперечных срезах тела, представлены в виде концентрических полуколец (рис. 3).

Вдоль продольной оси тела изменяются степень кранио-каудального смещения сегментов поверхностной латеральной мышцы, заостренность флексур и угол при вершине переднего конуса. Все это увеличивает различия в рисунке внешней сегментации поверхностной и глубокой латеральной мышц в хвостовом отделе тела. Так как основная масса волокон красной мышцы ограничена областью, прилегающей к горизонтальной

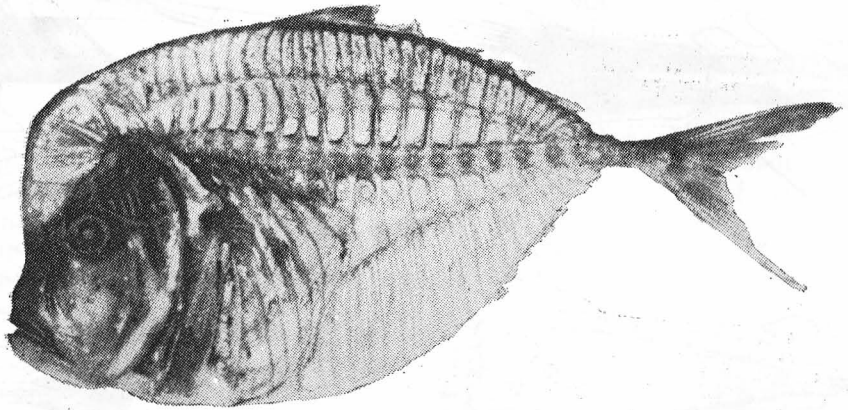


Рис. 4. Общий вид скелета вомера (препарат).

перегородке, указанные различия в рисунке сегментированности поверхностной и глубокой латеральных мышц наблюдаются только здесь (рис. 1, А, Б).

Поперечные миосепты, разделяющие мышечные блоки миотомальной мускулатуры вомера, прочные. Выходя на латеральную поверхность, они образуют в области задних флексур и флангов миомеров как в дорсальной, так и в вентральной частях хвостового отдела (8—20-й миомер) тела, узкие сухожильные ленты. В каудальном направлении мощность этих сухожилий увеличивается. В области хвостового сужения, сливаясь, они образуют сплошной сухожильный пласт, покрывающий сверху латеральную мышцу и простирающийся до лучей хвостового плавника, к которым он крепится (рис. 5, 6).

В результате некоторого смещения флексур и соответственно конусов первых миомеров дорсальной части мускулатуры наиболее развитыми оказываются миосепты между передней и задней флексурой.

На препарате скелета вомера (рис. 4) отчетливо видны четыре (две в дорсальной и две в вентральной части тела) продольные полосы на медиальной соединительнотканой перегородке. Образованы они внутренними частями миосепт, которые отделяют участки отдельных миомеров между срединными и вспомогательными конусами и между вспомогательными конусами и флангами. Как указывалось выше, сухожильные поверхностные ленты являются продолжением миокоммат именно этих элементов миотомов.

Описанную систему сухожилий именуют поверхностной (Амеуав-Акимфи, 1975). Кроме того, существует система внутренних сухожилий. Это серия тонких, коротких сухожилий, идущих от тел позвонков во

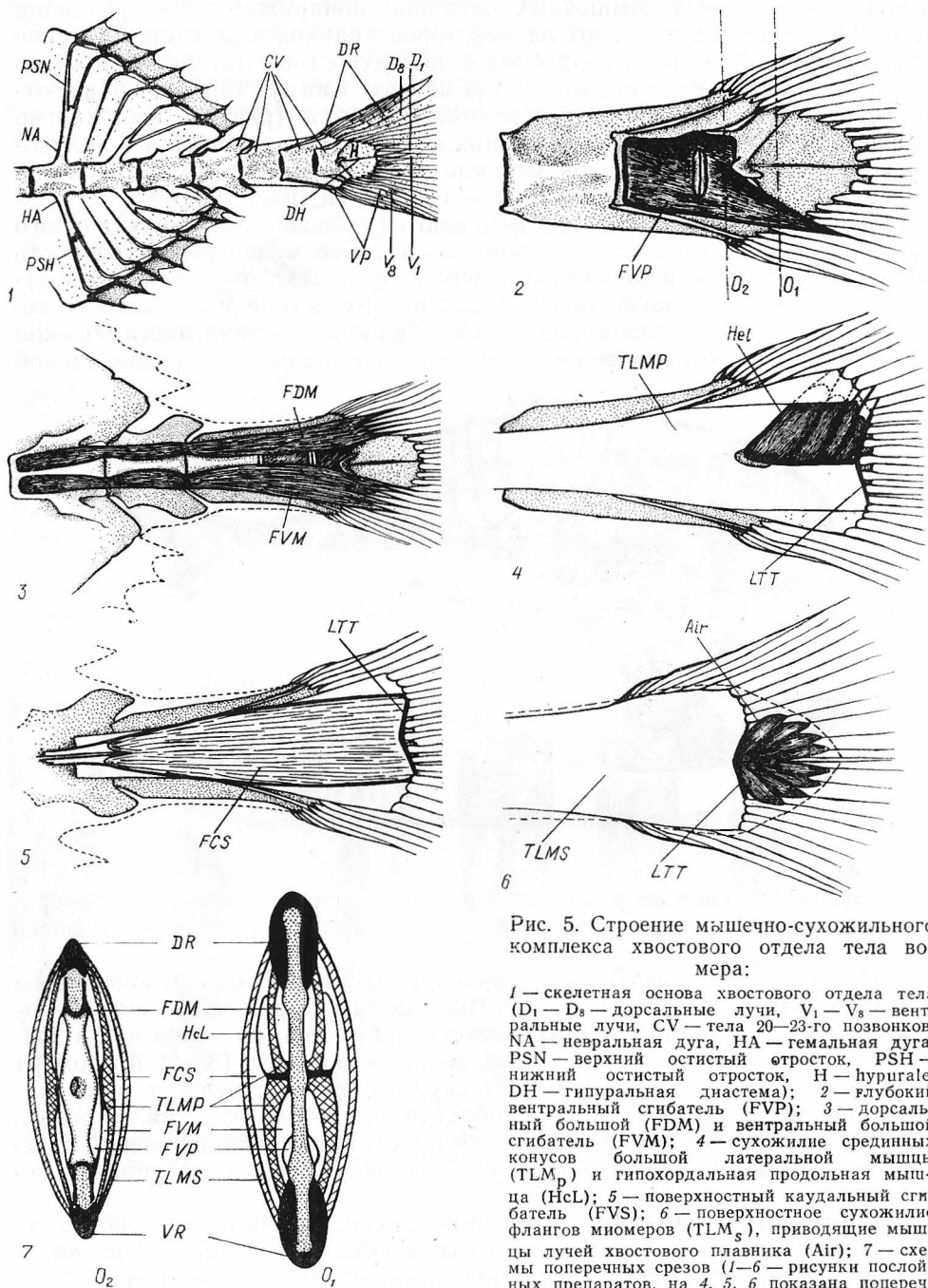


Рис. 5. Строение мышечно-сухожильного комплекса хвостового отдела тела вомера:

1 — скелетная основа хвостового отдела тела ( $D_1 - D_8$  — дорсальные лучи,  $V_1 - V_8$  — вентральные лучи, CV — тела 20—23-го позвонков, NA — невральная дуга, HA — гемальная дуга, PSN — верхний остистый отросток, PSH — нижний остистый отросток, H — гипуралле, DH — гипуралле диастема); 2 — глубокий вентральный сгибатель (FVP); 3 — дорсальный большой (FDM) и вентральный большой сгибатель (FVM); 4 — сухожилие срединных конусов большой латеральной мышцы ( $TLMP$ ) и гипохордальной продольной мышцы (HeL); 5 — поверхностный каудальный сгибатель (FVS); 6 — поверхностное сухожилие флангов миомеров ( $TLMS$ ), приводящие мышцы лучей хвостового плавника (Air); 7 — схемы поперечных срезов (1—6 — рисунки постлойных препаратов, на 4, 5, 6 показана поперечная сухожильная пластинка — LTT).

фронтальной плоскости в каудально-латеральном направлении к внешнему краю горизонтальной перегородки. Начинаясь на уровне позвонка  $p$  и заканчиваясь на уровне  $p+2$ , сухожилия образуют ряд перекрестов с расположенными в этой же плоскости верхними ребрами. Угол, под которым ориентированы сухожилия в каудальном направлении, уменьшается, а их длина остается неизменной. Степень перекрытия тел позвонков верхними ребрами не изменяется по длине тела и составляет  $p+1$ .

В хвостовом отделе тела (начиная с 9—10-го позвонка) сухожилия отходят непосредственно от тел позвонков и идут под горизонтальной

перегородкой. На уровне 20—21-го позвонка их трудно обнаружить, так как тело здесь наиболее сильно уплощено. В туловищном отделе тела (до 8-го позвонка) линия крепления внутренних сухожилий смещена вентрально и расположена на уровне гемальной дуги (рис. 6).

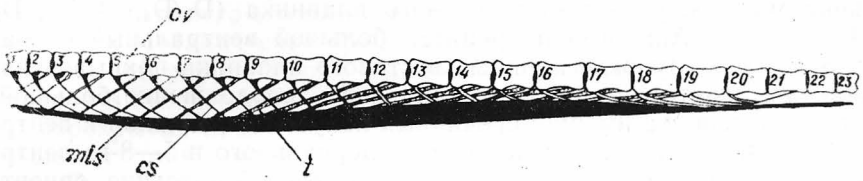


Рис. 6. Система внутренних сухожилий вомера:

*mIs* — поверхностная латеральная мышца, *CS* — верхнее ребро, *t* — сухожилие, *CV* — тело позвонка.

Килевые мышцы, характерные для многих Teleostei (Le Danois, 1958; Ping, Pao, Yang, 1958; Videler, 1975) у вомера отсутствуют. На наш взгляд, это можно объяснить сильным уплощением тела и тем, что непарные плавники простираются на большую длину тела.

Местом крепления отдельных миомеров являются тела позвонков, их отростки и медиальная соединительнотканая перегородка. Позвоночник вомера состоит из 23 коротких и широких амфицельных позвонков: 8 туловищных, несущих ребра и верхние остистые отростки, 13 хвостовых с верхними и нижними остистыми отростками и 1—2 переходных позвонков, имеющих кроме верхних остистых отростков боковые.

Туловищный и хвостовой отделы позвоночника резко отличаются друг от друга. Так, верхние остистые отростки в туловищном отделе тонкие и ориентированы под различными углами к продольной оси тела. Здесь, как правило, каждый остистый отросток соединен с одним птеригофором спинного плавника (рис. 4). Между гребнем черепа и спинным затылочным плавником имеются *interneuralia*. Остистые отростки хвостового отдела мощные, ориентированы все под углом  $90^\circ$  к продольной оси тела и прочно соединены с двумя базалиями спинного и анального плавников. Это соотношение нарушается только в области 17—19-го позвонков (рис. 5, 1).

Соединительнотканая перегородка между элементами позвоночника очень плотная, а между элементами скелета непарных плавников в хвостовом отделе она замещена костными пластинами, образовавшимися в результате разрастания вширь и уплощения птеригофор.

В заднем хвостовом отделе (17—19-й позвонки), где тело резко dorso-вентрально сужается, остистые отростки укорочены, а базалии анального и спинного плавников сохраняют прежние размеры, соединительнотканая перегородка отсутствует, т. е. медиальная плоскость представляет сплошную костную пластину.

Остистые отростки последних пяти позвонков (19—23) образуют четыре (по два справа и слева) продольных костных кила, смещенных латерально от медиальной плоскости. Отростки последних трех позвонков вместе с *huriale* создают площадь для крепления лучам и лучикам хвостового плавника. Последние крепятся к *huriale* так, что охватывают ее справа и слева.

До позвонков каудального стебля собственно латеральная мускулатура не доходит. Здесь расположены мышцы хвостового плавника. На вогнутых поверхностях 22—23-го позвонков расположена внутренняя мышца — глубокий вентральный сгибатель (*m. flexor ventralis profundus*), который как бы сглаживает эти вогнутости и крепится своим сухожильным концом между первым и вторым вентральным лучом (рис. 5, 2). Выпуклость, образованную задним краем 22-го и передним краем 23-го позвонка, эта мышца не покрывает. Над ней расположены большой вент-

ральный (*m. flexor ventralis major*) и большой дорсальный (*m. flexor dorsalis major*) сгибатели. Начинаются они на уровне 19-го позвонка и простираются к лучам хвостового плавника, к которым и крепятся. Большой дорсальный сгибатель крепится пятью заостренными сухожильными концами между лучами хвостового плавника ( $D_5/D_4$ ,  $D_4/D_3$ ,  $D_3/D_2$ ,  $D_2/D_1$ ,  $D_1/DR_1$ ). Аналогично крепится большой ventральный сгибатель (рис. 5, 3). Эти глубокие мышцы хвостового плавника покрываются сухожильным пластом, представляющим собой продолжение большой латеральной мышцы, а именно: срединных конусов дорсальной и ventральной части миомеров. На уровне 5—8-го дорсального и 5—8-го ventрального лучей пласт крепится к плотной сухожильной пластине, ориентированной в трансверзальной плоскости (рис. 5, 4). Сама эта пластина крепится к *hurugale*.

Необходимо отметить, что такая пластина обнаружена нами и у других видов сем. *Sarangidae*. В литературе мы не встретили описания аналогичных структур для других *Teleostei*. По ventральному краю *hurugale* и небольшому боковому отростку последнего позвонка проходит граница крепления гипохордальной продольной мышцы (*m. hypochordal longitudinalis*). Она представлена четырьмя обособленными овальными мышцами, каждая из которых собственным сухожилием крепится между лучами хвостового плавника ( $DR_1/D_1$ ,  $D_1/D_2$ ,  $D_2/D_3$ ,  $D_3/D_4$  (рис. 5, 4).

Причем сухожилия двух более краниально расположенных мышц крепятся к хвостовым лучам, проходя под сухожильным пластом латеральной мускулатуры, а две более каудально расположенные мышцы крепятся поверх него. В хвостовом отделе септальные перегородки, разделяющие мышечные блоки красной мускулатуры, собираясь вместе по границе поверхностной и глубокой мышц, образуют сухожильные пластины; продолжением которых на уровне 20-го позвонка является поверхностный каудальный сгибатель (*m. flexor caudalis superficialis*). Крепится эта мышца к поперечной сухожильной пластине и между 5 и 6-м дорсальными и 5 и 6-м ventральными лучами хвостового плавника (рис. 5, 5).

Описанный мышечный комплекс сверху покрывает сухожильный пласт, образовавшийся при слиянии сухожилий флангов дорсальных и ventральных хвостовых миомеров, который крепится к поперечной сухожильной пластине и по линии крепления 1—4-го лучей и 1—7-го лучиков (в дорсальной и ventральной части) (рис. 5, 6).

За поперечной сухожильной пластиной расположены четыре дорсальные и четыре ventральные мышцы, которые крепятся соответственно между хвостовыми лучами  $D_4/D_5$ ,  $D_5/D_6$ ,  $D_6/D_7$ ,  $D_7/D_8$  и  $V_4/V_5$ ,  $V_5/V_6$ ,  $V_6/V_7$ ,  $V_7/V_8$  (рис. 5, 6). Исходя из предположения о функциональной роли указанных мышц, о чем будет сказано ниже, мы считаем, что они могут быть названы приводящими мышцами лучей хвостового плавника (*m. adductor interradiialis*).

**Обсуждение.** Рыбы создают пропульсивную силу либо волнообразными движениями тела, либо локальными движениями хвостового плавника и каудального стебля. У рыб со скомброидным типом плавания хвост является в основном движителем (Gray, 1933; Bainbridge, 1963). Туловищные ундуляции при этом очень малы. Точка нулевого латерального отклонения корпуса рыбы в этом случае находится на 1/3 длины тела (Кашин, 1971). У ставридовых рыб эта точка смещена каудально (Nursall, 1956). В литературе нами не были обнаружены сколько-нибудь конкретные указания на то, каким образом сокращения основной массы миотомальной мускулатуры вызывают движения, в значительной степени ограниченные областью каудального стебля и хвостового плавника.

Полученные нами данные об устройстве мышечно-сухожильного комплекса вомера позволяют сделать некоторые заключения. Вомер относится к неритической группе рыб сем. *Sarangidae*. В то же время он встречается в смешанных стаях с быстроплавающими нектерами — став-

риды, бумперы, сардинеллы (Расс, 1971), что свидетельствует о скоростных возможностях этого вида.

Конусное строение миомеров латеральной мускулатуры вомера увеличивает расстояние между точками приложения сил в отдельном миомере, в результате чего его сокращения может вызывать локальные искривления тела. Механические преимущества конусного строения возрастают в каудальном направлении. Удлинение срединных конусов и флангов миомеров в хвостовом отделе тела, т. е. увеличение степени их поперечного перекрытия приводит к тому, что мышечная сила прикладывается дальше от точки опоры этой рычажной системы и ближе к подлежащей перемещению массе, величина которой к хвосту уменьшается (Nursall, 1956).

Конусное строение сегментированных мышечных блоков поверхностной латеральной мышцы свидетельствует, что такая организация плавательной мускулатуры является, вероятно, оптимальным или даже единственно возможным решением задачи: придание телу рыбы изгибных движений с определенными параметрами. Наличие конусов в миомерах поверхностной и глубокой латеральной мышц, кроме того, может служить примером параллельного развития морфологических структур, входящих в состав одной функциональной системы.

Упрочение миосепт и переход их в поверхностные сухожильные ленты, идущие к хвостовому плавнику, создает возможность передачи мышечного усилия, вызываемого сокращением мышечных волокон отдельных миомеров латеральной мускулатуры корпуса, на каудальный стержень и хвостовой плавник. В туловищном отделе тела, где латеральные отклонения корпуса малы, сухожилия ориентированы краниально и крепятся к костям черепа.

Наличие поверхностных сухожилий в поверхностной латеральной мышце, идущих к хвостовому плавнику, по нашему мнению, указывает на то, что тип плавания вомера одинаков на высоких и низких скоростях.

Нарсел (Nursall, 1956) указывал, что характер локомоторной волны, проходящей по телу нектера, а следовательно, и скорость его движения определяются балансом двух сил, действующих на миомер: мышечной силы, стремящейся к сгибанию тела животного вокруг вертикальной оси, и силы сопротивления, стремящейся к возвращению тела в точку нулевой деформации. Силы сопротивления определяются поперечной гибкостью тела (Roockwell at al., 1938; Барсуков, 1959, Vainbridge, 1963; Яковцев, 1966) и его пассивной механической упругостью (Кашин, Смоляников, 1969; Кашин, 1971; Алеев, 1973, 1976). Тело вомера обладает рядом морфологических приспособлений, которые значительно повышают его жесткость и пассивную механическую упругость. Это доказывается наличием короткого позвоночного столба, состоящего из 23 удлиненных амфицельных позвонков, тела которых жестко скреплены уплощенными и разросшимися сочленовными отростками, сращением остистых отростков с птеригиофорами спинного и анального плавников, а также наличием плотной соединительнотканной перегородки между элементами позвоночника и костных пластин в основаниях непарных плавников.

Система внутренних сухожилий, ориентированных в плоскости латеральных изгибов тела, свидетельствует о том, что внутренний скелет вомера представляет собой достаточно жесткую «костную пластину», которая может аккумулировать энергию упругости при изгибании под тянущим воздействием миосепт, прочно закрепленных по линиям проекций поверхностных сухожилий на медиальную плоскость.

Мускулатура хвостового плавника вомера представляет собой преобразованные хвостовые миомеры. Она рудиментарна и представлена значительно меньшим числом хвостовых мышц, чем у других Teleostei, что связывается с наличием жесткого, глубоководчатого хвостового плавника, несущего основную нагрузку в создании пропульсивной силы при скомброидном типе плавания (Nursall, 1963). Как указывалось выше,



каудальный стебель и хвостовой плавник приводятся в движение сокращением миомеров латеральной мускулатуры через систему поверхностных сухожилий. Имеющиеся в хвостовом отделе небольшие по массе мышцы-сгибатели (*m. flexor ventralis profundus*, *m. flexor dorsalis major*, *m. flexor ventralis major*, *m. flexor caudalis superficialis*) играют вспомогательную роль в латеральных отклонениях движителя, осуществляя тонкую регуляцию его движений.

У рыб с относительно жестким хвостовым плавником (Carangidae, Schombridae) тенденция к концентрации водного потока медиально, где плавник наиболее гибок, нейтрализуется развитием латеральных щитков на хвостовом стебле (Алеев, 1955). Такого рода образования у вомера отсутствуют, но имеется поперечная сухожильная пластина, которая расположена перед радиальными лучами ( $D_5 - D_8$ ,  $V_5 - V_8$ ) и является местом крепления сухожилий срединных конусов и флангов миомеров и *m. flexor caudalis superficialis*.

Эта пластина уменьшает гибкость медиальной части хвостового плавника, так как препятствует передаче на его лучи изгиба, вызванного сокращением миотомальной мускулатуры. Чрезмерным латеральным отклонением этой части хвостового плавника при возвратно-колебательных движениях его лопастей препятствуют расположенные здесь поверхностные межрадиальные мышцы.

Алеев Ю. Г. О функциональном и филогенетическом значении некоторых морфологических особенностей рыб подсемейства Carangidae (Carangidae, Perciformes).— Докл. АН СССР, 1955, 100, № 2, с. 377—380.

Алеев Ю. Г. Движение и движители нектеров.— Зоол. журн., 1973, 52, вып. 8, с. 1132—1141.

Алеев Ю. Г. Нектон.— Киев: Наук. думка, 1976, с. 99—107.

Барсуков В. В. Сем. зубаток (Anarhichadidae).— Л.: Изд-во АН СССР, 1959. X 171 с. (Фауна СССР. Т. 5. Рыбы. Вып. 5).

Кашин С. М., Смоляников В. В. К вопросу о геометрии туловищной мускулатуры рыб.— Вопр. ихтиологии, 1969, 9, с. 1139—1142.

Кашин С. М. Изучение кинематики плавания рыб и структурной организации их двигательной системы. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1971.— 25 с.

Расс Т. С. (Ред.) Жизнь животных. 1971, т. 4, ч. I. Рыбы. М.: Просвещение, с. 450—457.

Рыдзюнский А. Г. Развитие формы миотома рыб.— Тр. Ин-та эволюц. морф., 1938, 2, вып. 4, с. 3—111.

Яковлев В. Н. Функциональная эволюция скелета рыб.— Палеонтол. журн., 1966, № 3, с. 3—13.

Alexander R. M. The orientation of muscle fibres in the myomeres of fishes.— Journ. Bar. Biol. Assoc. U. K., 1969, 49, p. 263—290.

Ateyaw-Akumfi C. The functional morphology of the body and tail muscles of the Tunna Katsuwonus pelamis L.— Zoologischer Anzeiger, 1975, 194, N 5—6, p. 367—375.

Bainbridge R. Caudal fin and body movement in the propulsion of some fish.— Exp. Biol., 1963, 40, p. 23—56.

Breder C. M. The locomotion of fishes.— Zoologica, 1926, 4, p. 159—297.

Boddeke R., Slijer E. J. and Stelt A. var der Histological characteristics of the Bodymusculature of fishes in connection with their mode of life.— Proc. Konink. Nederl. Acad. Wetensch., C. 1959, 62, p. 576—588.

Gray L. Muscular movement of fish.— Nature (London). 1963, 131, N 3319, p. 825—828.

Le Danois V. Systeme musculaire.— In: Grasse P.-P. Traite de zoologie. 1958. V. 13, \*. Masson. Paris. p. 783—817.

Nursall I. R. The lateral musculature and the swimming of fish.— Proc. Zool. Soc. London, 1956, 126, p. 127—143.

Nursall I. R. The caudal musculature of hoplopagrus guntheri Gill. (Perciformes. Lutjanidae).— Canadian journal of Zoology, 1963, 41, p. 865—880.

Ping C., Pao S., Yang H. Y. The skeletal musculature of the carp (Cyprinus carpio L.).— Acta Zool. Sinica, 1958, 10(3), p. 289—315.

Roockwell H., Evans F. G. and Pheasant H. C. The comparative morphology of the vertebrate spinal column. Its form as related to function.— J. Morphol., 1938, 63, p. 87—117.

Videler J. J. On the interrelationships between morphology and movement in the tail of the cichlid fish Tilapia nilotica (L.).— Netherl. j. Zool., 1975, 25 (2), p. 143—194.