

«Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям  
науки и техники»,  
Швейцария (Берн), 27 апреля – 3 мая 2015 г.

*Биологические науки*

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАЛЛЕЛИ  
В РАЗВИТИИ КОСТНОЙ, МЫШЕЧНОЙ,  
КРОВЕНОСНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ  
НЕРВНОЙ СИСТЕМ ГРУДНОЙ  
КОНЕЧНОСТИ В ЭВОЛЮЦИИ  
(ПО ОБЗОРУ ЛИТЕРАТУРЫ)**

Затолюкина М.А., Зуева С.В., Лашина В.Г.,  
Воробьева Н.В., Бабичева А.А., Белых В.С.,  
Емельянова В.В., Коптева Л.С., Кеся О.,  
Загоровская М.С.

*Курский государственный медицинский  
университет, Курск, e-mail: marika1212@mail.ru*

Как известно, у хордовых выделяют парные и непарные конечности. Особый интерес вызывают парные конечности, которые в дальнейшем будут преобразованы в передние конечности млекопитающих. Более подробно мы рассмотрим эволюционные преобразования грудных конечностей. Эволюция парных конечностей шла по пути интенсификации функций крайних отделов и ослабления функций центральных частей [1].

Так, например, у рыб в скелете парных плавников выделяют проксимальный отдел, состоящий из небольшого числа хрящевых или костных пластинок, и дистальный, в состав которого входит большое количество расположенных радиально сегментированных лучей. В связи с тем, что плавники соединены с поясами конечностей малоподвижно, они не могут служить опорой телу при передвижении по твердой поверхности. У кистеперых же рыб, в скелете парных конечностей уменьшено количество костных элементов, и они имеют более крупные размеры. Проксимальный отдел состоит только из одного крупного костного элемента, соответствующего плечевой кости. Далее следуют две более мелкие кости, являющиеся прототипом локтевой и лучевой кости. на них опираются 7-12 радиально расположенных лучей. В соединении с поясами конечностей у такого плавника участвует только прототип плечевой кости, поэтому плавники кистеперых рыб оказываются активно подвижными и могут ими быть использованы не только для изменения направления движения в воде, но и для перемещения по дну [2].

У земноводных, в связи с выходом на сушу, возникают другие адаптации структур грудной конечности к наземному существованию. Так, количество пальцев в конечности равно четырем или пяти. В дальнейшем адаптивное преобразование конечностей выражается в увеличении степени подвижности соединений костей, в уменьшении количества костей в запястье сначала до трех рядов у амфибий и затем до

двух – у пресмыкающихся и млекопитающих. Параллельно уменьшается также и количество фаланг пальцев. Характерно также удлинение проксимальных отделов конечности и укорочение дистальных.

В ходе эволюции меняется так же, расположение конечностей. Если, у рыб грудные плавники находятся на уровне первого позвонка и обращены в стороны, то у наземных позвоночных передние конечности перемещаются кзади и ориентированы не горизонтально, а вертикально. Такие преобразования появляются в результате усложнения ориентации в пространстве и особенно у млекопитающих в связи с преподнятием тела над землей.

В связи с большим многообразием форм передвижения таких как: прыжки, бег, ползание, полет, рытье, лазание, плавание (при возвращении в водную среду), у наземных позвоночных можно встретить практически неограниченное многообразие конечностей. Однако в процессе онтогенеза у большинства наземных позвоночных проявляются общие черты в развитии конечностей: закладка их зачатков в виде малодифференцированных складок, формирование в кисти и стопе вначале шести или семи зачатков пальцев, крайние из которых вскоре редуцируются и в дальнейшем развивается только пять.

Параллельно реконструкции костной системы в эволюции грудной конечности происходили преобразования и в мышечной системе. Так, например, у рыб вся мускулатура туловища состоит из миомеров, правой и левой сторон. Каждый миомер развивается из миотома одного сомита и иннервируется первоначально двигательной ветвью одного спинномозгового нерва. Миомеры отделены друг от друга миосептами. Направление пучков мышечных волокон в миомерах начинает изменяться на разной глубине мышечного слоя. Дифференцировка миомеров значительно более выражена у наземных позвоночных и приводит у них к постепенному обособлению различных слоев брюшной и спинной мускулатуры. Мускулатура парных плавников рыб образуется из вырастающих от вентральных концов миотомов ряда мускульных почек, которые, в свою очередь, подразделяются на два мышечных зачатка, врастающих в основание закладки плавника с его спинной и брюшной сторон. Первые функционально становятся мышцами, отводящими плавник, вторые – приводящими. У наземных позвоночных из мышечного зачатка, гомологичного отводящей мышце плавника, развивается группа разгибателей пятипалой конечности, а из зачатка ее антаго-

стов – группа сгибателей. В пределах каждой группы идет дифференцировка на поверхностные и глубокие мышечные пучки, становящиеся самостоятельными мышцами. В целом мышцы наземных позвоночных, гомологичные мышцам плавников рыб, образуют первичную мускулатуру конечностей. Она иннервируется нервами плечевого и пояснично-крестцового сплетений, образованных в процессе перемещения поясов конечностей в ходе эмбриогенеза. Большой объем движений, большая физическая нагрузка на грудную конечность, в связи с существованием в разных средах обитания у позвоночных, привело к усилению и обособлению большого числа мышц, обслуживающих конечности и к относительной редукции собственно мышц туловища [3].

Неотъемлемым условием существования высокоорганизованных крупных многоклеточных организмов является кровеносная система, которая обеспечивает интеграцию организма в целостную систему, выполняя транспортные функции. Конкретная функция кровеносной системы зависит от того, что она транспортирует: питательные вещества, кислород, углекислый газ, другие продукты диссимиляции или гормоны.

У рыб с более интенсивным уровнем метаболизмом жаберные сосуды распадаются на капилляры, пронизывающие жаберные лепестки. В процессе интенсификации сократительной функции брюшной аорты часть ее преобразуется в двухкамерное сердце, состоящее из предсердия и желудочка и располагающееся под нижней челюстью, рядом с жаберным аппаратом. В связи с выходом земноводных на сушу и появлением легочного дыхания у них возникает два круга кровообращения. Соответственно этому в строении сердца и артерий появляются приспособления, направленные на разделение артериальной и венозной крови. Перемещение земноводных в основном за счет парных конечностей, а не хвоста обуславливает изменения в венозной системе задней части туловища. В кровеносной системе пресмыкающихся так же происходят прогрессивные изменения, при этом, несмотря на то, что кровь у них преимущественно смешанная, передние конечности кровоснабжаются только артериальной кровью. Существенные отличия в изменении кровеносной системы млекопитающих, сводятся к окончательному разделению венозного и артериального кровотоков. Это достигается благодаря наличию четырехкамерного сердца и редукции правой дуги аорты и сохранением только левой, начинающейся от левого желудочка. В результате все органы млекопитающих снабжаются артериальной кровью.

Эволюция нервной системы, также, включает в себя несколько этапов реструктуризации. Закладывается нервная система в виде сплош-

ной нервной трубки, которая в процессе онто- и филогенеза дифференцируется на различные отделы и является источником периферических симпатических и парасимпатических нервных узлов. Переход позвоночных от водного к наземному образу жизни связан с целым рядом перестроек в центральной и периферической нервной систем. Например, у амфибий в спинном мозгу появляется два утолщения, соответствующие верхнему и нижнему поясам конечностей. Усилением двигательной активности позвоночных и необходимостью постоянного анализа раздражении, приходящих из внешней среды, в первую очередь с переднего конца тела приводит к еще большему совершенствованию мозжечка – основного координатора движений. Появление более *сложных форм двигательного поведения* у позвоночных сопряжено с совершенствованием организации спинного мозга. В целом, прослеживая основные этапы эволюции мозга позвоночных, следует отметить, что его развитие не сводилось просто к линейному увеличению размеров. В различных эволюционных линиях позвоночных могли иметь место независимые процессы увеличения размеров и усложнения цитоархитектоники различных отделов мозга. Основную роль в филогенезе нервной системы позвоночных играет развитие и формирование центральных аппаратов, обеспечивающих сокращение скелетной мускулатуры. Например, в строении спинного мозга различных животных отчетливо обнаруживается соответствие массы мозга размерам тела животного и развитию мускулатуры. Чем сильнее развита мускулатура и чем больше поверхность тела, тем больше развит спинной мозг. У многих животных наиболее развиты шейная и поясничная части спинного мозга, от которых отходят самые толстые нервы к мускулатуре конечностей. Например, у летающих птиц особенно утолщена шейная часть спинного мозга в связи с развитием мускулатуры, участвующей в акте летания, а у бегавших животных, например кенгуру и страуса, наоборот, особенно утолщена поясничная часть спинного мозга, обеспечивающая сокращения мощной мускулатуры нижних конечностей. У рыб, безногих амфибий, змей и безногих ящериц спинной мозг развит равномерно. Что же касается эволюции периферической нервной системы, в частности нервных стволов, иннервирующих конечности, то вначале образуются два сплетения – плечевое и тазовое, затем происходит формирование периферических нервов вслед миотомам мышц. Интересно отметить, что качественно-количественный состав нервных стволов находится в прямой зависимости от сложности и разнообразия движений конечностью и степени развития мышц.

Заключение. Таким образом, образование костной основы плечевой конечности, мышц,

обеспечивающих ее движение, сосудистой и нервной систем в эволюции, происходит в параллели и тесной взаимосвязи друг с другом. Чем более высокую ступеньку занимает животное в эволюционной лестнице, тем более выражена реструктуризация компонентов передней конечности и тем сложнее морфологически она организована.

**Список литературы**

1. Ноздрачев А.Д. Периферическая нервная система: Структура, развитие, трансплантация и регенерация / А.Д. Ноздрачев, Е.И. Чумасов. – СПб.: Наука, 1999. – 280 с.
2. Петренко В.М. Автономная часть периферической нервной системы и лимфатическая система: сравнительная морфология // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 2 – С. 107-108.
3. Тишевой И.А. Анатомия центральной нервной системы: Учебное пособие.-Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 131 с.

**«Технические науки и современное производство»,  
Швейцария (Берн), 27 апреля – 3 мая 2015 г.**

**Технические науки**

**ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОСТИ  
И Понижения Температуры  
Испытания на Характеристики  
Локального Разрушения  
Порошковых Легированных  
Сталей**

Волоконский М.В., Мишин В.М.

*Северо-Кавказский федеральный университет  
(СКФУ), Пятигорск,  
e-mail: misha\_volokonski@mail.ru*

Полагали, что применение подходов структурной микромеханики разрушения [3,5,7] позволит установить закономерности зарождения и развития трещины в порошковой стали в зависимости от её пористости и температуры испытаний [2,4].

Цель работы – установить зависимость характеристик локального разрушения порошковых легированных сталей от различной степени пористости при понижении температуры испытаний.

Исследования проводили на стали, полученной в результате спекания частично-легированного порошка (0,013% С; 4,02% Ni; 0,53% Mo; 1,49% Cu; 0,007 S; 0,009% P; 0,158% O). Микроструктура спеченных сталей представляет собой смесь упрочняющих составляющих (бейнита и мартенсита), окруженных пластичным и вязким остаточным аустенитом, расположенным, в основном, в области межчастичных границ. Закалку, с целью предотвращения растрескивания, проводили в масло. Температура отпуска составляла 600 °С. Проводили испытания образцов типа Шарпи с надрезами, а также с предварительно выращенными усталостными трещинами сосредоточенным изгибом и цилиндрических образцов диаметром 5 мм из порошковой стали с различной степенью пористости 9,8 – 30 % в диапазоне температур 77 – 293 К. Определяли критические коэффициенты интенсивности напряжений ( $\sigma_F$ ) и сопротивление микросколу ( $\sigma_p$ ) при различных температурах испытания и для различной степени пористости. Расчет сопротивления микросколу ( $\sigma_p$ ) осуществляли с помощью метода конечных элементов [1].

Было установлено, что понижение температуры испытаний порошковой стали повышает сопротивление микросколу ( $\sigma_p$ ), то есть локальное напряжение зарождения трещины, а повышение пористости от 9,8 – 30 % ведет к снижению уровня сопротивления микросколу ( $\sigma_p$ ). В то же время известно, что сопротивление микросколу ( $\sigma_p$ ) для сталей практически не зависит от температуры испытаний [3-5]. Таким образом, имеет место существенное отличие поведения порошковой стали от обычных сталей при хрупком разрушении, заключающееся в повышении сопротивления микросколу ( $\sigma_p$ ) с понижением температуры испытаний.

Понижение температуры от 20° до –25°С приводит к резкому снижению критического коэффициента интенсивности напряжений  $\sigma_F$ . Дальнейшее понижение температуры испытаний до – 93°С не изменяет величины  $K_{Ic}$  для пористости 9,8–30%. Поскольку критический коэффициент интенсивности напряжений характеризует сопротивление трещины ее развитию, следовательно в диапазоне температур –193°С – –25°С условия перехода трещины к катастрофическому росту не зависят от температуры. Увеличение пористости порошковой стали как при комнатной так и при температуре –193°С приводит к снижению критического коэффициента интенсивности напряжений.

Таким образом, установлены основные закономерности влияния степени пористости и температуры испытаний на процессы локального разрушения (зарождения микротрещины) – сопротивление микросколу ( $\sigma_p$ ) и сопротивление трещины ее развитию порошковых легированных сталей. Показано, что имеет место существенное отличие поведения порошковой стали от обычных сталей при хрупком разрушении, заключающееся в повышении сопротивления микросколу ( $\sigma_p$ ) с понижением температуры испытаний.

**Список литературы**

1. Волоконский М.В., Мишин В.М. Оценка прочности границ зерен стали, ослабленных фосфором и остаточными микронапряжениями // Современные наукоемкие технологии. - 2013. – №3. – С. 104-105.