

# РОЛЬ КАТЕХОЛОВЫХ АМИНОВ В ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЯХ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

Герасименко Д.К.

*Герасименко Диана Константиновна – магистрант,  
кафедра биомедицины и физиологии,  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь*

**Аннотация:** в статье анализируются особенности влияния симпато-адреналовой системы в осуществлении приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам. Свои адаптивные эффекты симпато-адреналовая система реализует через химических посредников катехоламины, соотношение и уровень которых в миокарде является важной физиологической константой и представляет широкий научный интерес. Различные по интенсивности физические нагрузки являются существенным стресс-фактором, вызывающим достоверную активацию симпато-адреналовой системы и вовлекающим в интенсивную работу все системы органов, а взаимодействие сердечно-сосудистой и симпато-адреналовой систем становится фактором, лимитирующим это приспособление.

**Ключевые слова:** катехоловые амины, адреналин, норадреналин, адаптация, физические нагрузки, симпато-адреналовая система.

Физические нагрузки оказывают существенное влияние на разнообразные физиологические процессы в организме, вовлекают в интенсивную работу все системы органов [1, с. 21]. Биохимические и физиологические механизмы приспособления к мышечной деятельности были сформированы в ходе длительной эволюции, заложены в генетическом коде каждого организма, поэтому они врожденные. Адаптация к физическим нагрузкам – структурно-функциональная перестройка, происходящая на всех уровнях организации организма, способствующая выполнению физических задач при сохранении физиологических констант на относительно постоянном уровне [3, с. 11].

Симпато-адреналовая система является ведущей в осуществлении адаптационных перестроек при различной по интенсивности физической деятельности организма. Ей отводится ключевая роль в осуществлении нейрогуморальной регуляции витальных функций, гомеостатического равновесия под влиянием разнообразных факторов внешней и внутренней среды. Физиологические процессы, развивающиеся на фоне действия физических нагрузок, могут быть соотнесены с классическими фазами стресса по Г. Селье [2, с. 57]. В процессе адаптации организма к физическим нагрузкам взаимодействие сердечно-сосудистой и симпато-адреналовой систем становится фактором, лимитирующим это приспособление. При этом система кровообращения служит универсальным индикатором адаптационных процессов. Данные об изменении содержания катехоловых аминов в сердце в течение суток имеют большую информативность для хронобиологической оценки функционального состояния, резервов симпато-адреналовой системы и работоспособности сердца [4, с. 87–89].

Адаптивные эффекты симпато-адреналовая система реализует через особые химические посредники катехоламины, соотношение и уровень которых в миокарде является важной физиологической константой и представляет широкий научный интерес. Катехоловые амины (адреналин и норадреналин) обеспечивают быстрые реакции сердца на возрастающие потребности организма в кислороде, энергетических субстратах, оказывая положительные ино-, хроно-, батмо-, дромотропные эффекты. Содержание норадреналина в миокарде отражает мощность симпатической иннервации сердца, его функциональные резервы, а снижение его уровня ослабляет сократительные возможности [3, с. 12].

Норадреналин (L-1-(3,4-диоксифенил)-2-аминоэтанол) – гормон («гормон ярости») мозгового слоя надпочечников и медиатор («медиатор бодрствования») симпатического звена вегетативной нервной системы. Адреналин (L-1-(3,4-диоксифенил)-2-метиламиноэтанол) – основной гормон хромаффинных клеток надпочечников («гормон страха») и медиатор, синтезирующийся в симпатических постганглионарных адренергических нейронах в небольшом количестве (до 20 %).

Действие физических нагрузок на организм, как и стрессовая реакция, носит фазный характер и включает последовательные срочную и долговременную адаптации. Даже при легкой и умеренной физической нагрузке выявлены некоторые изменения в экскреции катехоламинов в кровь и мочу, а при тяжелой – значительные повышения. На фазе быстрой активации в начале действия стрессора норадреналин высвобождается в гипоталамус, другие центры ЦНС, начинается активация адренергических нейронов, мозгового слоя надпочечников, увеличивается выброс адреналина и поступление его в сердце. В острую фазу стресса активность симпато-адреналовой системы максимальна, затем понижается и повышается на фоне дополнительного раздражителя. Прослеживается гипертрофия мозгового слоя надпочечников, активируется симпатическая нервная система,

стимулирующая повышение содержания катехоламинов в плазме крови (около 80 % адреналина, 20 % норадреналина) и ответные приспособительные реакции со стороны сердечной деятельности, дыхательной системы, отмечающиеся в повышении давления, ЧСС. концентрации глюкозы в крови, усилении перераспределения крови к скелетным мышцам, ускорении обмена веществ и т.д. [4, с. 89].

Катехоламины усиливают распад гликогена, учащают и усиливают ЧСС, улучшают проведение возбуждения по миокарду и т.д., ускоряют продолжительность потенциала действия кардиомиоцитов за счет влияния на медленный кальциевый ток. Катехоламины действуют на кардиомиоциты через  $\beta$ -рецепторы, активируют гуанилнуклеотид-связывающий протеин (Gs), стимулирующий аденилатциклазу, цАМФ-зависимая протеинкиназа (цАМФ из АТФ) фосфорилирует белки, создающие каналы для пропускания ионов  $Ca^{2+}$ ,  $Na^{+}$ , что способствует ускорению деполяризации кардиомиоцита, увеличению фазы «плато» потенциала действия, повышению частоты сократимости миокарда, увеличению потребности кардиомиоцитов в  $O_2$ , ускорению медленной диастолической деполяризации. Исследования на изолированных препаратах правого предсердия доказывают, что при выполнении физических нагрузок повышается роль инотропных эффектов адреналина и  $\alpha_1$ -рецепторов, служащих резервным механизмом для срочной адаптации.  $\alpha_1$ -рецепторы вызывают положительный инотропный эффект, связанный с повышением концентрации цАМФ,  $Ca^{2+}$ -тока, замедлением  $K^{+}$ -тока, увеличением длительности потенциала действия [1, с. 16].

Соотношение в миокарде адреналин: норадреналин – важная физиологическая константа. Двигательный режим – фактор, влияющий на изменение отношения адреналин: норадреналин. В работе А.С. Чинкина [3, 10–18] указывается, что у животных и человека, не имеющих тренированности к физическим нагрузкам, при физическом напряжении, длительной гипокинезии, в экстремальном состоянии заметно повышается активность симпато-адреналовой системы (гормонального звена), усиливается секреция адреналина, повышение его уровня в миокарде, усиление хронотропного эффекта, несколько снижается содержание норадреналина и инотропного эффекта, повышение частоты сердечных сокращений без увеличения ударного объема крови. Миокард активно поглощает адреналин из циркулирующей крови коронарных сосудов в начале применения физических нагрузок.

В состоянии сильного физического утомления организма в сердце, надпочечнике уменьшается уровень катехоламинов, их предшественников и ферментов, обеспечивающих ресинтез, запасы катехоламинов истощаются, концентрация в крови падает. Снижение адреналового звена в регуляции сокращений миокарда и преобладание симпатического благоприятно для сердца. Для развития преобладания симпатической нервной системы требуется многократная срочная адаптация с экскрецией адреналина, на основе которой строится долговременная адаптация.

#### *Список литературы*

1. *Матлина Э.Ш.* Обмен катехоламинов при мышечной нагрузке у экспериментальных животных // Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 1975. Т. 6. С. 4–22.
2. *Новоселова О.А.* Динамика экскреции катехоламинов у учащихся разного возраста в покое и после физической нагрузки // Известия ВУЗа. Уральский регион, 2009. № 3. С. 56–61.
3. *Чинкин А.С.* Соотношение адреналин : норадреналин и альфа-, бета-адренорецепторы в миокарде и адренергические хроно- и инотропные реакции при экстремальных состояниях и адаптации // Наука и спорт: современные тенденции, 2014. Т. 4. № 3. С. 10–18.
4. *Шайхелисламова М.В.* Нервные и гормональные механизмы срочной адаптации школьников к дозированной физической нагрузке // Вестник ТГГПУ, 2011. Т. 26. № 4. С. 86–91.