

лического АД при ортопробе? Насколько оптимальна для выполнения умственной и физической работы ваго- и симпатикотония? С одной стороны, отсутствие в ряде случаев влияния ВРС на гемодинамику при ортопробе могло объясняться наличием разбаланса периферии вегетативной нервной системы (ВНС), функциональным "отрывом" ее от влияния "центра". С другой стороны, результаты исследований позволяют предположить, что оптимизация осуществляется в первую очередь автономными системами саморегуляции сердечной деятельности, и лишь при "выходе" значений гемодинамических параметров за пре-

делы физиологических значений проявляется вмешательство высших отделов ВНС. Гиперреактивность при ваготонии и гипореактивность при симпатикотонии с этих позиций являются адаптационными механизмами, предназначенными для оптимизации имеющихся отклонений напряженности регулирующих систем от оптимума.

Степень вовлеченности регулирующих систем в процесс оптимизации гемодинамического обеспечения физических нагрузок может служить критерием функциональных возможностей организма в функциональной диагностике.

Литература

1. Белов Ю.В. //Кардиология.- 1981.- Т.21.- № 6.- С. 107-110.
2. Балканиа Г.С. //Космич.биол.- 1981.- Т.15.- № 6.- С. 4-9.
3. Конради Г.П., Осадчий Л.И. //Физиол. журн.СССР.- 1972.- Т.58.- № 6.- С.876-886.
4. Атаханов Ш.Э., Робертсон Д.// Кардиология.- 1995.- №3.- С.41-50.

УДК 612.76: 612.34

Ю.Ф. Сарычев

СИСТЕМООБРАЗУЮЩИЕ МЕХАНИЗМЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СЕКРЕЦИИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В МЕХАНИЗМАХ АДАПТАЦИИ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ИФК Томского государственного педагогического университета

Вопросы адаптации при мышечной деятельности представляются актуальными в плане моторно-висцеральных координационных связей в деятельности желудочно-кишечного тракта и мышечной системы. Как показали наши исследования на животных, мышечная нагрузка сопровождается усилением моторно-висцеральных связей периодической внешнесекреторной функцией поджелудочной железы и мышечной системы, что находит свое отражение в модуляции как самого ритма периодической секреции, так и его количественных и качественных характеристик [1].

Полученные нами результаты дают основание утверждать, что двигательная мышечная нагрузка (ДМН) выполняет как пусковую, так и корректирующую роль в формировании периодического ритма секреции поджелудочной железы (ПЖЖ).

Пусковая роль ДМН проявляется в усилении мышечной афферентации, стимуляции регуляторных механизмов периодической деятельности, связанной с сокращением времени «относительного» латентного периода секреции и с появлением внеочередного цикла секреции в зависимости от характера ДМН.

Корректирующая роль ДМН динамически показатели периодической секреции по ходу ее выполнения и стимулирует адаптационные мобилизационные процессы обмена веществ в зависимости от ее объема и мощности.

Наряду с данными, полученными в наших условиях эксперимента, связанные с усилением периодической секреции встречались отдельные опытные дни, в которых отсутствовала выше отмеченная закономерность в характере ответных реакций на ДМН [2].

Анализ полученных результатов показал, что в этих случаях отмечается определенная зависимость между исходным фоном базальной секреции и характером ответных реакций на ДМН: при низком уровне исходного фона ДМН стимулируют внешнесекреторную функцию периодической секреции железы и наоборот – снижают ее при высоком уровне исходного фона.

Последний характерен достоверным сокращением относительного периода секреции показателя П:Р, снижением объема секреции, ее интенсивностью за цикл, и не находит своего отражения в изменениях показателей продолжительности времени цикла секреции, белкового обмена, pH секрета относительно данных фона. Вместе с тем, анализ показателей секреции в зависимости от скорости и продолжительности нагрузки свидетельствует об усилении белкового обмена и отсутствии достоверных изменений остальных показателей.

Следует сказать, что в условиях полной или частичной резекции поджелудочной железы или потери дуоденальных соков отмечаются глубокие изменения

в регуляции вегетативного баланса и повышения тонуса симпатно-адреналовой системы, снижения лабильности нервных центров [3, 4]. Волкова И.Н. предполагает наличие веществ белковой природы в секрете, которые усиливают тонус парасимпатической нервной системы [3]. На этот факт в свое время обратил внимание Ухтомский, подчеркивая особую роль Ах как трофического фактора в нервно-мышечном синапсе.

Дефицит Ах, связанный с метаболизмом его в организме, снижает функциональные возможности двигательного аппарата, его биоэлектрические и биомеханические возможности сокращения, расслабления, лабильности [5, 6, 4].

Высокая корреляционная связь отмечается в работе поджелудочной железы и ССС [7, 8].

Таким образом, можно предположить, что снижение тонуса вагуса, отрицательный баланс Ах обмена и механизмов, с ним связанных, в определенной мере может модулировать не только моторно-висцеральный, но и висцеро-висцеральные связи, характеризующие процессы адаптогенеза в условиях мышечной деятельности.

Сравнительный анализ показателей периодической секреции при разном базальном ее фоне в зависимости от показателей ДМН показал, что существенных изменений между ними не наблюдается. Более того, при высоком фоне секреции временные и количественные показатели остаются достоверно выше. Вместе с тем существенных различий в показателях белкового обмена и pH секрета не отмечалось.

Целью нашего исследования явилось изучение периодической внешне-секреторной функции поджелудочной железы и ее роль в механизмах адаптации в условиях мышечной деятельности.

Исходя из цели исследования нами решались следующие задачи:

1. Исследовать моторно-висцеральные координационные отношения в деятельности ССС и базального уровня периодической секреции ПЖЖ в зависимости от ДМН.

2. Показать модулирующую роль холенергических механизмов регуляции ССС в механизмах адаптации при мышечной деятельности, связанной с периодической секрецией ПЖЖ.

Методика исследования

Исследование выполнено на собаках в хронических опытах с фистулой протока поджелудочной железы (ПЖЖ), оперированных по методу Перепелкина Н.М. и Ежова О.К. [9]. Динамическая мышечная нагрузка (ДМН) осуществлялась посредством бега животных в третбане со скоростью 4–8 км в час в течение 30–60 мин. Определялись следующие показатели: продолжительность цикла секреции – время периодической секреции и «относительного» перио-

да покоя и его внутренняя структура – отношение покой/работа, количество секрета за цикл и его интенсивность в единицу времени, биохимические показатели: pH сока, общее количество белка в нем и его ферментативная активность. Работа ССС регистрировалась по времени восстановления пульса после ДМН на бедренной артерии.

В целях выявления моторно-висцеральных координационных отношений в деятельности ПЖЖ и ССС была поставлена специальная серия опытов без потери секреции, с потерей и компенсаторным введением его в объеме 2 мл.

В целях демонстрации холенергических механизмов регуляции ССС в наших условиях эксперимента был поставлен сравнительный модельный эксперимент с использованием экзогенных веществ путем внутримышечного введения при ДМН 8 км в час в течение 30 мин следующих фармакологических препаратов: ацетилхолин – 0,1 грамма, прозерин – 0,5 мг, трипсин – 5 мг, секрет ПЖЖ – 2 мл, липоевая кислота – 12 мг, атропин – 0,001 мг.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ полученных результатов показал, что при низком фоне секреции увеличение продолжительности бега при скорости 4 км/час и 8 км/час сопровождается достоверным увеличением времени восстановления пульса. При скорости 4 км/час время восстановления увеличивается с 22,6 мин до 27,3 минуты, а при скорости 8 км/час с 33 мин до 42 мин.

В то время как при высоком фоне поджелудочной секреции формируется обратная тенденция во времени восстановления пульса после нагрузки: при скорости 4 км/час время восстановления снижается с 26 до 23 минут, а при скорости 8 км/час с 33 минут до 26 минут.

Изменение скорости динамической нагрузки при изменении времени бега с 30 минут до 60 минут имеет одностороннюю направленность, но время восстановления пульса при разном исходном фоне секреции происходит на разных уровнях абсолютных значений. При низком фоне секреции время восстановления пульса растет соответственно с 22 до 23 минут при скорости 4 км/час и с 27 минут до 42 минут при скорости 8 км/час. При высоком фоне секреции время восстановления пульса также растет: соответственно с 26 до 33 мин и с 23 до 26 мин.

Таким образом, очевидно, что характер адапционных механизмов ССС, как в первом, так и во втором случае имеет разную направленность и детерминируется механизмами периодической секреции, но реализуется по единой схеме.

Таким образом, высокий базальный фон ПЖЖ секреции облегчает и оптимизирует адапционные механизмы моторно-висцеральной связи мышечного аппарата и ССС, которые трудно поддаются объяснению с позиций внешних воздействий. Очевидно,

что характер ответных реакций в данном случае объясняется эндогенными механизмами коррекцией обменных процессов и перераспределением панкреатического секрета, а не мышечной нагрузкой. В другом случае наоборот, низкий фон предполагает компенсаторное усиление компенсаторных процессов ПЖЖ в целях мобилизации и стимуляции ССС, оптимального решения двигательной задачи и сохранения гомеостаза в пределах физиологической нормы.

Результаты настоящих наблюдений показали, что потеря секрета в условиях постановки опытов один раз в неделю не оказывают влияние на исходный фон периодической секреции и количество в нем белка в восстановительный период в зависимости от характера нагрузки. Вместе с тем в сериях опытов, где скорость бега была выше, в исходном фоне наблюдалось снижение показателя РН и увеличение частоты сердечных сокращений ($P < 0.01$). И наоборот, в тех сериях опытов, где продолжительность бега возросла, частота пульса снижалась и отмечалась тенденция снижения РН секрета ($P < 0.01$).

Разная направленность динамики отмеченных показателей в зависимости от скорости и продолжительности ДМН по результатам данных фона является дополнительным аргументом в пользу биологической целесообразности периодической секреции поджелудочной железы в механизмах адаптации при мышечной деятельности.

Таким образом, дефицит поджелудочной секреции, связанной с потерей его во время эксперимента изменяет адаптационные возможности ССС и внутренней среды организма и оказывает пролонгирующее действие на динамику метаболических процессов обмена веществ в восстановительный недельный период.

В целях интерпретации полученных фактов нами поставлена серия опытов с потерей тощачовых соков и компенсаторным введением их в объеме 2 мл внутримышечно. Анализ полученных результатов показал, что в этом случае существенно изменяется картина адаптационных возможностей ССС [10, 11]. В опытах с потерей секрета и дефицитом его во время бега при ДМН 8 км в час в течение 30 мин изменяет функциональное состояние ССС – время восстановления пульса увеличилось в 1,6 раза и составило 61 мин ($P < 0.01$). В опытах с компенсаторным введением в объеме 2 мл секрета внутримышечно сокращало время восстановления пульса в 1,8 раза и составило 21 минуту ($P < 0.01$). В обоих случаях контролем служило время восстановления пульса без потери секрета.

Естественно предположить, что высокий уровень энергетического обмена в условиях гиперкинезии обеспечивается и высокой степенью надежности и эффективности моторно-висцеральных связей организма. Этот факт находит свое отражение в механизмах регуляции вегетативного баланса, связанного с повышением тонуса вагуса, становлением и развитием

сердечной брадикардии, повышением эффективности уровня обменных процессов в условиях мышечного покоя и дозированных мышечных нагрузках. Естественно, что увеличение тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, а вместе с тем холинергетических механизмов ресинтеза АТФ в условиях гиперкинезии создает предпосылки усиленного метаболизма одного из важнейших нейромедиаторов нервно-мышечной системы Ах. Вероятность подобной версии в значительной степени будет целесообразна, если принять во внимание исследования, отражающие динамику Ах обмена связано с частичной или с полной экстерпацией поджелудочной железы [7, 8]. Очевидно, что избирательная направленность холинергических механизмов адаптогенеза будет в определенной степени определяться состоянием внешнесекреторной деятельности поджелудочной железы. Известно, что дефицит Ах в организме снижает функциональные возможности двигательного аппарата, его биоэлектрические, биомеханические возможности сокращения, расслабления и лабильности.

В целях оценки вегетативного баланса и выявления холинергических механизмов регуляции ССС был проведен модельный эксперимент с использованием экзогенных биологически активных веществ: ацетилхолин – 0,1 грамма, прозерин – 0,5 мг, трепсин – 5 мг, секрет ПЖЖ – 2 мл, липоевая кислота – 12 мг, атропин – 0,001 [24].

Анализ и оценка полученных данных показал, что время восстановления пульса после мышечной нагрузки при введении ацетилхолина и прозерина составило: соответственно 9 и 10 минут против 38 минут в интактном варианте. При введении фармакологического трипсина время восстановления пульса завершилось к 22 минуте, при введении собственного секрета поджелудочной железы восстановительный период пульса составил 21 минуту, внутримышечное введение липоевой кислоты – 18 минут. При выключении холинергических рецепторов при использовании холиналика атропина реакция на ДМН была негативной, время восстановления пульса увеличилось до 63 минут. Внешне поведение животных характеризовалось отрицательной реакцией на мышечную нагрузку, что сопровождалось беспокойством, нарушением дыхательного ритма, отказом в выполнении беговой нагрузки.

Известно, что метаболизм Ах в организме осуществляется в ходе его синтеза из А₂КО и холина. Последний, как известно, лимитирован гомеостатическим состоянием внутренней среды и деятельностью таких органов, как поджелудочная железа и печень. Естественно предположить, что нервно-мышечный синапс и метаболизм Ах в нем является сдерживающим фактором в механизмах становления тренированности, а вместе с тем моторно-висцеральных связей мышечной системы и поджелудочной железы. Экспериментальные исследования, связанные с

введением экзогенных регуляторов ресинтеза Ах таких как, прозерин и липокаин в определенной степени устраняют негативные явления в состоянии нервно-мышечного синапса. При этом ресинтез Ах в красных мышцах более чувствителен к кислороду, чем в белых.

Вместе с тем усиление внешнесекреторной функции ГПЖ в условиях гиперкинезии может интерпретироваться с позиций общих метаболических процессов, связанных с механизмами коррекции обмена веществ: «эндогенного питания», синтеза биологически активных веществ, экскреторной функции обеспечивающей гомеостатическое равновесие». С другой стороны, важной составляющей системного адаптогенеза является сохранение и поддержание динамического равновесия вегетативного баланса нервной системы в целях обеспечения гомеостатического оптимума и получения полезного конечного результата. Очевидно, что увеличение тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы является биологически целесообразной реакцией на динамическую мышечную нагрузку, которая повышает адаптационные возможности организма и являет-

ся приоритетным механизмом повышения резистентности организма на клеточном, органном и целостном уровне.

Выводы

1. Усиление периодической секреции поджелудочной железы является объективным отражением адаптационных механизмов в регуляции обмена веществ, связанное с корректирующей деятельностью функциональной системы в условиях мышечной деятельности с целью получения физиологически полезного результата.

2. Системообразующий механизм периодической секреции поджелудочной железы является объективным показателем лимитирующим адаптационные возможности ССС и моделирующим динамику восстановительных процессов частоты пульса, а вместе с тем адаптационные возможности организма в целом.

Полученный материал позволяет наметить пути оптимизации учебно-тренировочного процесса при занятиях физической культурой и спортом.

Литература

1. Сарычев Ю.Ф., Пегель В.В. Роль секрета внешнесекреторной функции поджелудочной железы в механизмах регуляции ССС при мышечной деятельности. // Физиологические проблемы утомления и восстановления. – Киев-Черкасы, 1985 – С. 130–132.
2. Сарычев Ю.Ф. Пегель В.В. Ритм обменных процессов внешнесекреторной функции поджелудочной железы в механизмах регуляции ССС при мышечной деятельности. // Физическая культура и спорт как средство гармонического развития личности в условиях Сибири в свете решения XXVII съезда КПСС. – Томск, изд-во ТГУ, 1987. – С. 116–118.
3. Волкова И.Н. О значении гормонов регуляции синтеза медиаторов. // Нейрогуморальная регуляция в норме и патологии. – Казань, 1967. – Т. XXIV. – С. 200.
4. Пионтак Н.Е. Влияние удаления поджелудочной железы на тонический компонент сокращения скелетных мышц лягушки. // Нейрогуморальная регуляция в норме и патологии. – Казань, 1967. – Т. XXIV. – С. 200.
5. Зефирова Н.В., Кибяков А.В. О механизме позно-тонических сокращений и переходе их в тетанус. // Физиол. ж. СССР – 1956 – Т. XLII. – № 6. – С. 484.
6. Зефирова Л.Н. Влияние частичного удаления поджелудочной железы на нервно-мышечный аппарат теплокровных животных // Нейрогуморальная регуляция в норме и патологии. – Казань, 1967. – Т. XXIV. – С. 200.
7. Халилов Р.Р. Функциональные сдвиги в сердечной мышце после резекции поджелудочной железы в эксперименте. // Труды научной конференции посвященной 100-летию со дня рождения профессора Н.И.Напалкова. – Ростов-на-Дону, 1969. – С. 80.
8. Мищенко Н.С. Патогенное действие на кровообращение и дыхание ферментов поджелудочной железы. // Врачебное дело. – 1965. – № 6. – С. 30.
9. Перепелкин П.Н., Ежов И.К. Методы исследования и некоторые закономерности внешнесекреторной функции поджелудочной железы. // Бюл. эксп. биол. – 1969. – Т. 8. – С. 124–125.
10. Сарычев Ю.Ф. Пегель В.В. Динамика периодической деятельности поджелудочной железы у собак во время бега и после него на разных этапах восстановительного периода. // Механизмы адаптации физиологических функций организма. – Томск, изд-во ТГУ, 1985. – С. 178–183.
11. Сарычев Ю.Ф. Динамика физической работоспособности с позиций системного адаптогенеза и оценка ее вегетативного обеспечения. // Проблемы физического состояния и работоспособность детей и молодежи. – М., 1994. – С. 148–149.