

УДК 612.8:577.31(035)
629.3.072.8:159.94

Бебинов Сергей Евгеньевич

Кандидат педагогических наук, доцент

ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск

se.bebinov@omgau.org

Зарифьян Анэс Гургенович

Кандидат медицинских наук, профессор

ФГБОУ ВО КРСУ, г. Бишкек

anes1946@mail.ru

Щербак Людмила Васильевна

Старший преподаватель

ФГБОУ ВО КРСУ, г. Бишкек

bebinov@yandex.com

Вейберов Вадим Александрович

Лаборант

ФГБОУ ВО КРСУ, г. Бишкек

vovello12@mail.ru

Кардиоинтервалограмма при оценке состояния функциональных систем у слушателей автошколы

Аннотация. Обучение водителей является сложным, многоэтапным процессом. На протяжении обучения в автошколе у слушателей формируются профессиональные водительские навыки, которые в дальнейшем определяют технику, тактику и стратегию управления автомобилем.

В работе рассматриваются способы контроля за формированием функциональной системы у начинающих курсантов, при этом в качестве опорных моментов использованы физиологические характеристики вариабельности сердечного ритма (BPC) начинающих водителей.

Ключевые слова: кардиоинтервалограмма (КИГ), курсанты автошколы, функциональная система, обучение вождению.

Введение. Использование в любой учебно-педагогической деятельности психологических, психофизиологических и педагогических методов контроля ускоряет и оптимизирует процесс обучения. В плане обучения водителей следует отметить, что значительный объем учебной нагрузки приходится на формирование профессиональных водительских навыков. Как известно, в ряде случаев состояние организма наблюдаемые с позиции теории функциональных систем трактуются как системное «квантование» [1, 2]. Состояния систем жизнеобеспечения организма изменяются по мере адаптации к условиям внешней среды. В рамках теории функциональных систем принцип системного «квантования» поведения по выводу, сделанному продолжателем учения П.К. Анохина, К.В. Судаковым и др. дает возможность подойти к весьма важному вопросу о том, какой «физиологической ценой» (в плане соматовегетативного обеспечения) каждый обучаемый достигает этапных и конечных производственных результатов. Это показано при обследовании работников электронной промышленности [3]. Изучение особенностей результативной производственной деятельности человека показало, что уровень психоэмоционального напряжения работающих лиц довольно отчетливо проявляется в показателях вариабельности и параметрах

соматовегетативного обеспечения отдельных «квантов» производственных операций. Независимо от многообразия индивидуальных различий можно выделить следующие особенности: а) отмечается изменение variability сердечного ритма на различных этапах «квантов», б) происходит возрастание variability по мере достижения этапных и особенно конечных результатов. В школе П.К. Анохина при количественном анализе состояния функциональных систем большое внимание уделялось нагрузочным элементам [4, 5]. Отмечено, что оптимум эффективности важнейших эффекторов внутренней среды организма, которому соответствуют пространственно-временные значения внешней нагрузки, может служить значимым критерием количественной оценки физической работоспособности данной функциональной системы и взаимодействующих с ней функциональных систем гомеостаза. Нами осуществлена оценка состояния функциональных систем по степени напряжения физиологических механизмов адаптации, в основе которых лежит variability сердечного ритма [6, 7]. К. В. Судаковым использовались статистические характеристики кардиоинтервалограммы, соотнесенные с динамикой «квантов» функциональной системы [8, 9]. В современных исследованиях КИГ среди объективных ее характеристик, рассматривается спектральный анализ, наиболее точно отражающий степень напряжения адаптивных механизмов. Из характеристик спектрограммы отражающих динамику элементов функциональной нами выбрано соотношение LF/HF, как показатель отражающий состояние вагосимпатического баланса. После сделанных расчетов показано, что это соотношение наиболее объективно отражает состояние системообразующего фактора – вегетативного гомеостаза. Доказано, что в процессе развития учения П.К. Анохина, большинство функциональных систем гомеостатического уровня, как, правило, представлены только внутренними, в большинстве своем генетически детерминированными, механизмами саморегуляции. Полезные приспособительные для организма результаты деятельности этих функциональных систем обеспечиваются в основном автономными неконтролируемыми произвольно механизмами. По К.В. Судакову примером таких функциональных систем являются системы, определяющие оптимальный для метаболизма уровень массы крови, форменных элементов крови, кровяного давления [9]. К.В. Судаков полагал, что другие функциональные системы гомеостатического уровня, так же как функциональные системы дыхания, наряду с внутренним звеном, имеют относительно пассивное внешнее звено саморегуляции, которое при наличии достаточного содержания газов в окружающей среде обеспечивает поступление воздуха в альвеолы легких. Третью разновидность представляют функциональные системы с активным внешним звеном саморегуляции, включающим целенаправленное поведение субъектов во внешней среде, нередко связанном с преобразованием воздействия на ее отдельные элементы.

Предложенное К.В. Судаковым «системное «квантование» поведения» позволяет глубоко и точно анализировать физиологические параметры трех конкретных функциональных систем, которые обеспечивают данную этапную или целенаправленную результативную конечную производственную деятельность [1, 8].

Для контроля и коррекции профессиональных водительских навыков нами изучалась динамика напряжения механизмов адаптации слушателей автошколы при управлении автомобилем в условиях транспортного потока и осуществлена попытка увязать характеристики КИГ (преимущественно данные спектрального анализа) с динамикой элементов функциональных систем. Рассматривая публикации учеников и последовательней академика П.К. Анохина, можно отметить, что в учении о функциональных системах, сам он и сотрудники его школы допускали, что системообразующими факторами в сложных мультипараметрических системах могут быть устойчивые показатели, отражающие состояния рассматриваемой системы (например, величина АД в системе кровообращения, вентиляторные показатели в респираторной системе и т.д.) [9]. В этих трудах отчетливо проведена мысль о том, что целостный организм представляет собой иерархию множества функциональных систем с использованием принципа многосвязного одновременного и последовательного их взаимодействия. В каждый данный момент времени жизнедеятельности

организма доминирует ведущая система и остальные выравниваются по отношению к ней в соподчиненном порядке, при котором результат подчиненной системы входит в результат деятельности системы более высокого уровня доминирования.

Цель исследования. Найти возможности оценки состояния функциональной системы начинающих автомобилистов, анализируя данные кардиоинтервалограммы регистрируемой на различных тапах практического занятия в условиях дорожного движения.

Материалы и методы исследования. В педагогическом эксперименте приняли участие курсанты автошколы обоего пола ($n = 24$) в возрасте 18 – 25 лет. Запись кардиоинтервалограммы осуществлялась поэтапно на учебном занятии:

1) регистрация КИГ у обследуемого, сидящего за рулем автомобиля перед началом занятия;

2) регистрация КИГ после 45 минут управления автомобилем;

3) регистрация КИГ после следующих 45 минут вождения.

Запись КИГ проводилась на протяжении 5-минутных интервалов с соблюдением существующих требований [7].

Результаты и обсуждение. В таблице представлены поэтапные результаты средних значений КИГ (данные статистического анализа и спектральные характеристики) и указана достоверность различий между значениями вариабельности сердечного ритма (ВРС) в фоне и этапах учебного занятия.

Таблица

Динамика показателей ВРС на различных этапах учебного занятия
по практическому вождению автомобиля в условиях дорожного движения

Этапы обследования	Частота пульса, уд./мин	ИН, относительная величина	АМ ₀ , относительная величина	LF/HF, относительная величина
Фон до занятия	78±2,94	54±10,35	35,7±13,1	1,72±0,23
После первой половины занятия	80,5±2,14 P< 0,05	89±15,1 P< 0,05	39,9±2,9 P< 0,05	2,64±0,7 P<0,05
После второй половины занятия	80±2,5 P>0,05	89,1±20,85 P>0,05	41,5±4,8 P<0,05	1,72±0,27 P<0,05

Значения в покое показателей ВРС, дополняли значения индекса напряжения. Так, амплитуда моды (АМ₀) составила 32,5±2,01, отражая нормотоническую направленность вегетативной регуляции. Соотношение низкочастотной и высокочастотной составляющих при спектральном анализе (1,48±0,15) соответствовало нормотоническому типу с небольшой тенденцией к превалированию активности симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Управление автомобилем в условиях транспортного потока несколько учащает пульс курсантов, хотя статистические показатели не показывают достоверных различий средних значений пульса в фоне и на протяжении первой половины занятия.

Отмечены достоверные изменения показателей ВРС на всех тапах учебного занятия. Увеличивается индекс напряжения механизмов адаптации. Уровень амплитуды моды находится в диапазоне от 32 до 41. Изменение этой характеристики наблюдается после первой и в меньшей степени после второй половины занятия, показывая нарастание и поддержание умеренной степени активности симпатического отдела вегетативной нервной системы обучающихся.

Спектральный анализ кардиоинтервалограммы показывает, что значения индекса вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) подтверждают процесс централизации

регуляции ритма сердца. При этом волновая структура спектра кардиоинтервалограммы испытуемых изменяется в сторону уменьшения общей мощности спектра. Рассматривая характеристики КИГ можно считать, что наиболее информативным и объективным является соотношение LF/HF полученное при спектральном анализе. Сравнивая значения этого соотношения, полученные после первой и второй частей занятия, можно полагать, что первое значение отражает процесс удаления лишних элементов функциональной системы и переход к вегетативному гомеостазу (системообразующему фактору LF/HF).

Вариабельность ритма сердца, рассматриваемая при анализе «квантов» трудовой деятельности [9], позволила увидеть по спектральным характеристикам соотношений LF/HF изменение состояния функциональной системы, отражающее напряжение адаптивных механизмов ($LF/HF = 2,64 \pm 0,7$). Но к завершению занятия проявляется процесс освобождения функциональной системы от ненужных элементов и соотношение LF/HF устанавливается в пределах $1,72 \pm 0,27$.

Анализ variability сердечного ритма позволяет оценивать состояние функциональной системы по результату, полученному после освобождения организма от чрезвычайно большого количества степеней свободы, способствующему формированию интеграла эффективных возбуждений, необходимых и имеющих приспособительный смысл для организма именно в данный момент и в данной ситуации [5]. Приспособительная деятельность целостного организма представляется непрерывно следующими друг за другом переходящими процессами, требующими определенного напряжения регуляторных механизмов.

Рассматривая деятельность обучаемых на различных этапах занятия можно говорить о системном квантовании поведения. По К.В. Судакову системные «кванты» целенаправленной деятельности могут строиться как на основе биологических (метаболических), так и социальных потребностей у человека [1].

Учение о функциональных системах является основой системного подхода в физиологии. Использование теории функциональных систем в педагогике, медицине, искусстве позволяет утверждать, что в общей теории функциональных систем отражены универсальные черты функционирования, относящиеся к различным классам явлений [5]. Использование системного подхода при обследовании и оздоровлении трудовых коллективов [1, 3], дало возможность получить оригинальные данные, в которых как тестовый показатель используется variability ритма сердца, отражающая состояние вагосимпатического баланса в регуляции не только сердечной деятельности, но и всего организма в целом [6, 7].

В исследованиях К.В. Судакова производственные процессы рассматриваются в виде «континуума» отдельных функциональных систем – «квантов» с этапными и конечными результатами, которые на каждом микроинтервале имеют соответствующее соматовегетативное обеспечение и свои физиологические показатели [9]. Показано, что уровень психоэмоционального напряжения работающих лиц довольно отчетливо проявляется в показателях variability параметров соматовегетативного обеспечения отдельных «квантов» (операций) производства.

В рассматриваемом нами случае в процессе управления автомобилем у обучаемого происходит постоянная смена функциональных состояний, отражающихся в характеристиках КИГ. Можно полагать, что значение каждого показателя кардиоинтервалограммы слушателя автошколы есть пропорциональное нагрузке отражение мультипараметрического, взаимодействия функциональных систем. Наиболее объективный параметр, получаемый в результате спектрального анализа кардиоинтервалограммы, – соотношение LF/HF. На физиологическом уровне это соотношение истолковывается как показатель вагосимпатического баланса. При условии повышения нагрузки на организм или при продолжении прежней работы, приводящей к утомлению, соотношение может изменяться. Принимая указанное соотношение за системообразующий фактор, можно проследить за динамикой состояния функциональной системы.

Заключение. Опираясь на положения системного подхода правомерно полагать, что улучшение результативности обучения в автошколе кроме классического педагогического, психологического и психофизиологического подходов, требует изучения и физиологических механизмов (КИГ), позволяющих приблизиться к видению состояния функциональных систем.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать выводы:

1. Характеристики variability сердечного ритма полученные у слушателей автошколы в покое, перед началом занятия, явились фоном для последующих исследований.
2. Управление автомобилем на протяжении первой половины занятия приводит к изменению показателей ВСР, что отражает значительное повышение активности симпатических механизмов вегетативной нервной регуляции.
3. Управление автомобилем на протяжении второй половины занятия также поддерживает высокую активность симпатических образований, но в несколько меньшей степени по сравнению с первым этапом.
4. Значения показателя вагосимпатического баланса (LH/HF), отмечаемые на разных тапах занятия, отражают степень освобождения функциональной системы от избыточных элементов при формировании акцептора результата действия.
5. Если характеристики системы на разных тапах занятия будут значительно отличаться по признакам незавершенности формирования элементов системы, то процесс обучения требует коррекции.
6. Контроль над уровнем активности отделов вегетативной нервной системы во время управления автомобилем позволяет видеть формирование элементов функциональной системы, вести коррекцию этой активности по показателям ВСР, тем самым поддерживая оптимальный режим освоения профессиональных водительских навыков курсантами автошколы.

Ссылки на источники

1. *Судаков К.В.* Системный анализ производственной деятельности человека как основа диагностики здоровья / К.В. Судаков, Ю.Д. Машин, Р.В. Скалкин и др. // Советская медицина. – 1983. – № 7 – С. 8 – 14.
2. *Судаков К.В.* Системное построение функции человека [Электронный ресурс] : избранные лекции по нормальной физиологии / К.В. Судаков. – М., 1999. – Режим доступа : <http://medin.dp.ua/index.php?id=16> (дата обращения 23.04.2018 г.).
3. *Судаков К.В.* Опыт применения теории функциональных систем для оценки состояния здоровья человека в реальных производственных условиях / К.В. Судаков // Вестник. АМН СССР. – 1984. – № 1. – С. 10 – 19.
4. *Анохин П.К.* Химический континуум мозга как механизм отражения действительности / П.К. Анохин // Вопросы философии – 1970. – № 6. – С. 107 – 118.
5. *Анохин П.К.* Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М. : Медицина, 1974 – 446 с.
6. *Баевский Р.М.* Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.Э. Клецкин. – М. : Наука, 1984. – 214 с.
7. *Баевский Р.М.* Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1) / Р.М. Баевский и др. // Вестник Аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65 – 74.
8. *Судаков К.В.* Общая теория функциональных систем / К.В. Судаков. – М. : Медицина, 1984. – 224 с.
9. *Судаков К.В.* Функциональные системы организма / К.В. Судаков. – М. : Медицина, 1987. – 432 с.

Bebinov Sergey Evgenievich

*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Head of the Department of Physical Culture and Sports
FSBEI HE Omsk SAU, Omsk
se.bebinov@omqau.org*

Zarifyan Anes Gurgenovich

*Candidate of Medical Sciences, Professor
Dean of the Faculty of Medicine
FSBEI HE KRSU, Bishkek
anes1946@mail.ru*

Shcherbak Lyudmila Vasilyevna

*Senior Lecturer, Department of Normal and Pathological Physiology
FSBEI HE KRSU, Bishkek
bebinov@yandex.ru*

Veyberov Vadim Aleksandrovich

*Assistant, Department of Normal and Pathological Physiology
FSBEI HE KRSU, Bishkek
vovello12@mail.ru*

On the use of indicators of the vagosympathetic balance cardiointervalograms in assessing the status of functional systems for students of driving schools

Annotation. When training drivers of vehicles a lot of time is given to practicing practical driving skills. In the work methods of control over the formation of a functional system for beginner cadets are considered, while the physiological characteristics of the heart rate variability (HRV) of novice drivers were used as reference points.

Keywords: cardiointervalogram (CIG), cadets driving school, functional system, driving load.