

УДК 612.084+612.821

*А.В. Клименко¹, С.С. Перцов^{1,2}, И.Ю. Яковенко¹***РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОТРАБОТКЕ БАЗОВЫХ ЭНДОХИРУРГИЧЕСКИХ НАВЫКОВ У ИНТРОВЕРТОВ И ЭКСТРАВЕРТОВ**¹Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, г. Москва, Российская Федерация;²Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина, г. Москва, Российская Федерация*A.V. Klimenko¹, S.S. Pertsov^{1,2}, I.Yu. Yakovenko¹***SUCCESS OF THE GOAL-DIRECTED BEHAVIOR DURING BASIC ENDOSURGICAL TRAINING IN THE INTROVERSION AND EXTRAVERSION SUBJECTS**¹Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russian Federation;²P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russian Federation

Резюме. *Цель* — оценка результативности целенаправленной деятельности и ее физиологической цены в динамике эндохирургического тренинга у интро- и экстравертов.

Материалы и методы. Выполнен сравнительный анализ результативности тренировочной деятельности на эндотренажере, динамики показателей вариабельности сердечного ритма (BCP) и электромиографии (ЭМГ) у интровертов и экстравертов. В работе приняли участие 87 мужчин в возрасте 18-24 лет. *Результаты исследования.* Несмотря на лучшие абсолютные показатели результативности целенаправленной деятельности, демонстрируемые экстравертами в исходном состоянии, к концу наблюдений межгрупповые отличия анализируемых параметров не выявлены. Суммарная площадь волны кривой, полученная по результатам ЭМГ, в процессе тренировок снижалась у всех испытуемых; статистически значимых межгрупповых различий в данных показателях не наблюдалось. Увеличение длительности RR-интервалов ЭКГ в процессе тренировочной деятельности характерно в большей степени для экстравертов, чем для интровертов. У всех испытуемых обнаружено повышение общей мощности спектра BCP, не зависящее от индивидуальных психофизиологических особенностей и обусловленное, в первую очередь, увеличением спектральной мощности в очень низкочастотном диапазоне. В отличие от экстравертов, характеризующихся повышением мощности высокочастотного компонента спектра, у интровертов отмечено снижение этого показателя и увеличение спектральной мощности в низкочастотном диапазоне. *Выводы.* Таким образом, результат целенаправленной деятельности на модели эндохирургического тренинга не зависит от индивидуально-типологических особенностей людей. Достижение результата в указанных условиях

Abstract. *Goal* — The success and physiological penalty of a goal-directed behavior were studied during basic endosurgical training in the introversion and extraversion subjects. *Materials and methods.* The result of goal-directed behavior on an endotrainer, as well as the dynamics of parameters for the heart rate variability (HRV) and electromyography were compared in introversion and extraversion subjects. The research involved 87 men aged 18-24 years. *Results.* Despite better absolute indices of goal-directed behavior for extroverts under basal conditions, between-group differences in study parameters were not revealed by the end of observations. The summary waveform electromyography area in all subjects was shown to decrease over the period of training. There were no statistically significant between-group differences in EMG indices. An increase in the length of RR intervals during training was characteristic of extroverts. An increase in the total spectral power of HRV was observed in all participants of the study, did not depend on individual psychophysiological features, and resulted primarily from a rise in the spectral power for the VLF range. The HF range power was increased in extroverts. By contrast, introverts were characterized by a decrease in this parameter and increase in the spectral power for the LF range. *Conclusion.* Hence, the result of goal-directed behavior on the model of endosurgical training does not depend on individual-and-typological features of people. Under these conditions the result of activity in extraverts is achieved by a lower physiological penalty than in introverts.

Keywords: goal-directed behavior, practical endosurgical training, introversion, extraversion, heart rate variability, electromyography, motor stereotype

у экстравертов обеспечивается меньшей физиологической ценой, чем у интровертов.

Ключевые слова: целенаправленная деятельность, практическая эндохирургическая подготовка, интроверсия, экстраверсия, вариабельность сердечного ритма, электромиография, двигательный стереотип

Конфликт интересов отсутствует.

There is no conflict of interest.

Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Клименко Алексей Владимирович
solidcid@mail.ru

Contact details of the corresponding author:

Aleksey V. Klimenko
solidcid@mail.ru

Дата поступления 15.03.2019

Received 15.03.2019

Образец цитирования:

Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. Результативность целенаправленной деятельности при отработке базовых эндохирургических навыков у интровертов и экстравертов. Вестник уральской медицинской академической науки. 2019, Том 16, № 1, с. 57–66, DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-1-57-66

For citation:

Klimenko A.V., Pertsov S.S., Yakovenko I.Yu. Success of the goal-directed behavior during basic endosurgical training in the introversion and extraversion subjects. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2019, Vol. 16, no. 1, pp. 57–66. DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-1-57-66 (In Russ)

Введение

Целенаправленная деятельность млекопитающих реализуется с активным вовлечением различных функциональных систем. Направленность и, как следствие, результат поведения зависят от доминирующих потребностей организма. Известно, что результативность целенаправленной деятельности и её физиологическая цена отличаются у людей с разными индивидуально-типологическими особенностями. Имеются убедительные доказательства, указывающие на более высокую успешность людей с определенными психофизиологическими особенностями [1]. Тем не менее, актуальной остается проблема изучения отдельных аспектов физиологического обеспечения поведения, позволяющих достигать лучшего результата при целенаправленной деятельности.

Термины интро/экстраверсия, введенные К.Г. Юнгом, учеными трактуются различно. По мнению Г.Ю. Айзенка, главная причина психофизиологических различий между экстравертами и интровертами — уровень возбудимости коры головного мозга. В недавних исследованиях продемонстрированы особенности реализации целенаправленной деятельности у интро- и экстравертов [2].

Рациональным в этом плане представляется определение индивидуально-типологических особенностей человека — одного из предикторов успешности профессиональной деятельности, связанной с работой в условиях эмоционального стресса [3, 4]. В частности, оценка психофизиологических особенностей человека необходима при первичной профессиональной ориентации и развитии человека в выбранной сфере дея-

тельности [3, 5, 6].

Модернизация системы постдипломного образования, происходящая в медицине в последние годы, ставит одной из задач оптимизацию процесса обучения [20, 33]. Качество профессиональных компетенций зависит от многих факторов. Совершенно очевидно, что при подготовке врача, как и специалистов других профессий, необходимо учитывать исходные психофизиологические особенности человека [6, 7].

Одним из подходов к оценке целенаправленной деятельности человека является анализ динамики достижения результата при многократном совершении однотипных действий [1]. Учитывая вариабельность успешности достижения результата в условиях эмоционального стресса в зависимости от психофизиологических особенностей людей [8, 9], в нашем исследовании в качестве модели изучения результативности целенаправленной деятельности был выбран эндохирургический тренинг.

Целью представленной работы явилась оценка результативности целенаправленной деятельности и её физиологической цены в динамике эндохирургического тренинга у интро- и экстравертов.

Методика

В исследовании приняли участие 87 студентов мужского пола в возрасте 18–24 лет, обучающихся в Московском государственном медико-стоматологическом университете им. А.И. Евдокимова. Наблюдения проведены в соответствии принципам Хельсинской декларации. Все испытуемые подписывали доброволь-

ное информированное согласие на участие в исследовании. Критериями включения явились нормальная острота зрения, отсутствие заболеваний нервной системы и опорно-двигательного аппарата. Критериями исключения были нарушенная острота зрения, заболевания нервной системы, опорно-двигательного аппарата, наличие опыта работы с эндохирургическим инструментарием. Из исследования также исключались лица с выявленными отклонениями от диапазона возрастных нормативов для нормально развивающихся молодых людей, выявляемыми при оценке их функционального состояния. Количественную (в баллах) оценку исходного уровня интро-экстраверсии испытуемых проводили с помощью теста Айзенка. На основании полученных результатов было выделено 3 группы людей (подробное описание приводится в разделе «Результаты исследования»).

Перед первой тренировкой испытуемым объясняли основные принципы работы с эндохирургическим инструментарием. Участники исследования ежедневно работали на эндотренажере, выполняя три стандартных упражнения базовой тренировки эндохирургических навыков. Упражнения были подобраны из существующих курсов эндохирургического тренинга, таких как «Объективный структурированный клинический экзамен» (ОСКЭ; OSCE) [10], «Глобальная Оперативная Оценка Лапароскопических Навыков» (ГО-ОЛН; GOALS) [11], Базовый эндохирургический симуляционный тренинг и аттестация (БЭСТА) [12, 13].

Тренировки проводили на коробочном тренажере T5 Large RM, производства фирмы 3-D Med (США). Все испытуемые прошли 10 тренировок, состоящих из трех тестовых заданий, по 20 минут каждая. Тест №1 заключался в перемещении эндозажимом четырех поролоновых шариков ($d=0,3$ см) из стартовой позиции на вершины пластиковых цилиндрических столбиков ($h=2$ см, $d=0,2$ см). Задание поочередно выполнялось правой и левой рукой, сложность его обусловлена повышенными требованиями к координации движений при перемещении и фиксации объектов.

При выполнении теста №2 требовалось переместить нанизанные на пластиковые столбики ($h=2$ см, $d=0,2$ см) шесть полых поролоновых цилиндров ($h=2$ см, $d=0,6$ см, $d1=0,4$ см) на аналогичные по размерам столбики, находившиеся на расстоянии 4-8 см от первых. Упражнение выполнялось бимануально: эндозажимом, находящимся в одной руке, производился подъем цилиндра, цилиндр передавался в эндозажим другой руки, далее цилиндр нанизывался на целевой столбик. Как и в первом тесте, сложность обусловлена трудностью координации при перемещении и фиксации объектов, бимануальной передачей цилиндров из одного зажима в другой, необходимостью точно рассчитывать силу сжатия бранш эндозажима при фиксации цилиндра.

Тест №3 предполагал произвести бимануальное иссечение круга (с длиной окружности 10 см) из бумажной салфетки. Основным критерием, определяющим

сложность в данном случае, была разнотипность действий, выполняемых испытуемыми левой и правой рукой. В рабочей (доминирующей) руке находились эндозажимы, во вспомогательной — эндозажим.

На каждое задание выделяли по 300 секунд. За отведенное время фиксировалось количество ошибок и количество невыполненных элементов. Ошибками для первых двух тестов считались — потеря переносимого объекта из эндозажима или соприкосновение его с поверхностью. Если отведенное на выполнение задания время истекло, все неперенесенные объекты также считались ошибочными. В тесте №3 количество ошибок высчитывалось по формуле: $N=L+L1$, где N — количество ошибок; L — длина некорректно иссеченной окружности при пересечении ее контура (см); $L1$ — длина не иссеченной окружности по истечении временного интервала (см). Все абсолютные показатели заносились в индивидуальный чек-лист. Для последующего анализа высчитывалась общая сумма затраченного времени на все задания и суммарное количество допущенных ошибок за каждый день.

Во время тренировки производили регистрацию электромиограммы (ЭМГ) поверхностным методом на аппарате ВІОРАС МР 36 (ВІОРАС® Systems, Inc., США) в диапазоне 5-500 Гц. Электроды были закреплены на внутренней поверхности обоих предплечий. Для оценки использовали показатель площади волны кривой (mV^2).

Каждый день в течение 60 минут до тренировки испытуемые находились в состоянии оперативного покоя. Регистрацию ЭКГ в положении сидя проводили ежедневно в течение 5 минут до и после тренировки. При этом интервал времени между регистрацией ЭКГ и началом/окончанием тренинга не превышал 30 секунд. Далее выполняли расчет variability сердечного ритма (BCP). Регистрацию и обработку ЭКГ проводили с использованием комплекса для обработки кардиоинтервалограмм и анализа variability сердечного ритма «Варикард 2.51» на основе пакета программ аппаратно-программного комплекса «Варикард» (ООО ИВНМТ «РАМЕНА», Россия). Анализ variability сердечного ритма осуществляли в соответствии с рекомендациями «Международного стандарта» [8, 14]. Программное обеспечение позволяет проводить исправление допущенных ошибок и удаление артефактов. При оценке данных ЭКГ использовали статистические характеристики спектрального анализа BCP [8], такие как средняя длительность RR-интервалов — RRNN (мс), общая мощность спектра — TP (mc^2), спектральная мощность в высокочастотном диапазоне — HF (mc^2), спектральная мощность в низкочастотном диапазоне — LF (mc^2), спектральная мощность в очень низкочастотном диапазоне — VLF (mc^2).

Для статистической обработки полученных данных и представления результатов использовали пакет STATISTICA v.10. Оценка данных на нормальность производилась с использованием критериев Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. При нор-

мальном распределении анализируемых данных (показатели, полученные по результатам тренировок), вычисляли среднее значение и стандартную ошибку среднего. При оценке характеристик спектрального анализа ВСР и площади волны кривой электромиограммы, имеющих распределение, отличное от нормального, использовали методы непараметрической статистики. Вычислялась медиана и интерквартильный интервал между 25 и 75% процентилями. Достоверность различий оценивали по критериям Стьюдента для нормальных распределений; Манна–Уитни и Уилкоксона для отличных от нормальных распределений.

Результаты исследования

На основании психотипологического тестирования Айзенка были выделены следующие три группы испытуемых:

- группа I — интроверты ($n=22$; 25,29%), I квартиль выборки, медиана по тесту Айзенка — 6 (ИКР 5-9);
- группа II — группа средних значений («фон»; $n=43$; 49,42%), II-III квартиль выборки, медиана по тесту Айзенка — 13 (ИКР 13-14);
- группа III — экстраверты ($n=22$; 25,29%), IV квартиль выборки, медиана по тесту Айзенка — 16 (ИКР 16-18).

В первый день тренировок экстраверты справлялись со всеми заданиями на 14,8% быстрее интровертов ($p=0,001$; табл. 1). При этом экстраверты допускали существенно меньше ошибок, чем интроверты (на 5,94; $p=0,005$). Суммарная площадь волны кривой, зафиксированная при регистрации ЭМГ в первый день, отличалась незначительно. Медиана для первой группы составила 72,29 мВ² (ИКР 52,16-93,45 мВ²), для третьей — 61,46 мВ² (ИКР 51,57-74,63 мВ²; $p>0,05$).

Таблица 1

Показатели результативности выполнения упражнений на эндотренажере у испытуемых разных групп ($M \pm SEM$)

Table 1

Success indices for endotrainer exercises in subjects of various groups ($M \pm SEM$)

Группа / Group	Показатель / Index	Первая тренировка / The first training session	Десятая тренировка / The tenth training session	Разница показателя между первой и десятой тренировками / Difference between the first and tenth training sessions	Среднее изменение показателя за одну тренировку / Average change in the index over one training session
Группа I (интроверты) / Group I (introverts)	Время (сек)	682±92,4*	305,57±63,3#,**	376,43±135,77*,**	41,82±13,87*,**
	Ошибки (число)	15,96±6,29*	3,72±1,59#	12,24±5,69*	1,36±0,63*
Группа II (фон) / Group II (baseline value)	Время (сек)	635,44±111,02	346,1±72,31#,*	289,32±118,62	32,14±14,35
	Ошибки (число)	13,6±6,69*	4,15±2,41#	9,4±7,43	1,05±0,83
Группа III (экстраверты) / Group III (extroverts)	Время (сек)	594,08±100,51	299,68±69,28#	294,4±77,43	32,71±8,6
	Ошибки (число)	10,12±5,16	3,35±2,34#	6,77±4,79	0,75±0,53

Примечание: * $p<0,05$ по сравнению с индивидами из III группы; ** $p<0,05$ по сравнению с индивидами из II группы; # $p<0,05$ по сравнению с соответствующим показателем для первой тренировки

Note: * $p<0,05$ compared to group III subjects; ** $p<0,05$ compared to group II subjects; # $p<0,05$ compared to the corresponding index in the first training session.

Испытуемые второй и третьей группы за каждую тренировку сокращали время выполнения всех заданий соответственно на 5,06 и 5,51% от исходного значения. Динамика прогрессии временного показателя у интровертов была выше и составила 6,13% ($p<0,001$). Схожая картина наблюдалась и в динамике снижения общего количества ошибок — 8,52, 7,72 и 7,41% для первой, второй и третьей группы соответственно. Различия прогрессии среднего снижения числа ошибок между I и III группой составили 1,11% ($p<0,001$). Суммарная площадь волны кривой, полученная по данным ЭМГ, с каждым днем тренировок снижалась: у интровертов — на 1,82 мВ² (ИКР 0,77-2,73 $p<0,0001$), у фоновой группы людей — на 1,88 мВ² (ИКР 0,24-3,16 мВ²; $p<0,0001$), у экстравертов — на 1,74 мВ² (ИКР 1,03-2,88 мВ²; $p<0,0001$).

На десятый день тренировок статистически значимых

отличий абсолютных значений указанных показателей между экстравертами и интровертами не наблюдалось. Интроверты завершали прохождение всех тестов на 5,89 сек медленнее, чем экстраверты (1,93%; $p>0,05$). Межгрупповая разница по количеству ошибок на десятый день тренировок для интровертов и экстравертов снизилась более чем в четыре раза по сравнению с первоначальным значением (11,04 и 57,71% соответственно; $p>0,05$). Необходимо отметить, что в отличие от первой группы, во второй и третьей группах были выявлены по два испытуемых, которые к последней тренировке увеличили количество допущенных ими ошибок. Межгрупповое отличие суммарной площади волны кривой для интровертов и экстравертов снизилось до 8,75% (изначально — 18,45%). Медиана для этих групп составила соответственно 31,71 мВ² (ИКР 24,56-39,4 мВ²) и 34,76 мВ² (ИКР 30,16-44,46 мВ²; $p>0,05$).

Статистически значимых межгрупповых различий в показателях прогрессии не наблюдалось (данные не представлены).

Изменения показателей ВСР участников исследования до и после проведенных тренировок приведены в таблице 2.

Таблица 2
Характеристики сердечного ритма у испытуемых до и после тренировки на эндотренажере (медиана и интерквартильный интервал 25% и 75%)

Table 2
Characteristics of the heart rate in subjects before and after training sessions on an endotrainer (median and interquartile interval of 25% and 75%)

Показатель / Index	Первая тренировка / The first training session		Десятая тренировка / The tenth training session		Среднее изменение показателя за все дни (до и после тренировки) / Average change in the index over all days (before and after each training session)
	До тренировки / Before training	После тренировки / After training	До тренировки / Before training	После тренировки / After training	
Группа I (интроверты) / Group I (introverts)					
RRNN (мс)	698 77–96	691 631–762	719 667–840	733 636–829	2,62* -18,02–9,21
TP (мс ²)	2127 1230–3316	1918 1305–3852	2207 1149–3301	2486 1105–4004	214,23 -186,87–651,48
HF (мс ²)	446 198–871	288 206–685	551 199–984	465 206–972	-5,75* -91,51–124,49
LF (мс ²)	1097 574–1695	1222 699–1617	951 722–1576	1035 541–1712	49,78 -94,8–323,93
VLF (мс ²)	372 176–760	318 206–670	307 165–477	274 144–711	122,64*,** -21,37–325,9
LF/HF	2,56 1,63–3,41	2,88 2–4,49	2,61 1,04–3,45	2,2 1,29–5,74	0,35*,** -0,12–0,59
(VLF+LF)/HF	3,66 2,35–5,08	4,29 3,09–6,69	3,76 1,34–5,71	4,05 2,11–6,68	0,09** -0,21–1,23
Группа II (фон) / Group II (baseline value)					
RRNN (мс)	746 653–813	722 628–769	692 628–763	693 645–763	-4,13 -15,29–17,71
TP (мс ²)	1536 789–2474	1522 941–2456	1830 1032–3348	2015 625–2841	47,69 -299,84–303
HF (мс ²)	333 131–612	308 128–662	389 120–691	345 120–685	4,57 -84,56–66,96
LF (мс ²)	920 498–1426	1004 516–1314	956 428–1546	1040 339–1584	-10,94 -264,23–265,7
VLF (мс ²)	172 107–311	195 97–362	346 126–445	314 121–582	-0,88 -104,81–87,28
LF/HF	3,03 1,38–4,29	2,73 1,84–4,6	3,03 1,7–5,95	3,25 1,6–6,08	-0,27 -0,63–0,33
(VLF+LF)/HF	3,81 2,03–4,89	3,74 2,7–5,86	4,33 2,62–7,26	4,37 2,41–7,62	-0,3 -1,11–0,53
Группа III (экстраверты) / Group III (extroverts)					
RRNN (мс)	724 665–803	711 661–799	704 678–758	737 697–784	4,28 -3,23–20,5
TP (мс ²)	2712 1404–5144	3076 128–662	1835 1286–3815	2091 1421–4221	79,88 -463,03–766,24
HF (мс ²)	743 337–1241	454 265–907	437 239–778	468 277–810	70,43 -19,59–112,21
LF (мс ²)	1299 580–2362	1533 722–1977	977 3 39–2261	1096 676–2282	4,8 -235,4–370,51
VLF (мс ²)	435 137–943	469 235–829	265 147–635	386 143–681	67,1 -54,27–207,69
LF/HF	2,14 1,28–4,34	2,78 1,29–4,71	2,85 1,56–4,83	2,63 1,79–4,63	-0,07 -0,63–0,16
(VLF+LF)/HF	2,68 1,74–5,27	4,23 2,18–6,05	4,25 0,27–1,23	3,7 2,14–6,41	0,06 -0,02–0,54

Примечание: * $p < 0.05$ по сравнению с индивидами из III группы; ** $p < 0.05$ по сравнению с индивидами из II группы
Note: * $p < 0,05$ compared to group III subjects; ** $p < 0,05$ compared to group II subjects.

Среднее различие длительности RR-интервалов до и после тренировок на протяжении всех дней работы с эндотренажером достоверно возросло у интровертов и особенно у экстравертов (межгрупповое различие — 1,9 мс; $p=0,04$). Во всех группах в процессе тренировок повышалась общая мощность спектра ВСП. В ходе тренинга мощность HF-компонента спектра ВСП повышалась у экстравертов, но снижалась у интровертов (межгрупповое различие — 85,63 мс²; $p=0,026$). Повышение показателя VLF-компонента спектра ВСП в процессе тренировок было отмечено в I и III группах, но более выражено у интровертов (межгрупповое различие — 55,54 мс²; $p=0,025$). Соотношение LF/HF у всех испытуемых изменялось незначительно: в группе I обнаружена тенденция к повышению, а в группах II и III — к снижению этого параметра. Межгрупповое различие соотношения LF/HF у интро- и экстравертов составило 0,42 ($p=0,03$). Статистически значимых межгрупповых различий показателей ВСП как в исходном состоянии, так и после каждой тренировки не обнаружено.

Обсуждение результатов

Результаты нашего исследования демонстрируют зависимость исходных показателей результативности целенаправленной деятельности на модели симуляционных тренировок базовых эндохирургических навыков от индивидуально-типологических особенностей испытуемых. Выявлены более высокие анализируемые параметры у экстравертов по сравнению с таковыми у интровертов. Полученные результаты согласуются с имеющимися данными об особенностях реализации целенаправленной деятельности в зависимости от индивидуальных психофизиологических особенностей [1].

Нами обнаружено, что различная прогрессия результативности целенаправленной деятельности в динамике тренинга была связана с наличием исходных межгрупповых отличий изучаемых параметров — затраченного времени и количества допущенных ошибок. При этом динамика абсолютных показателей на используемой модели эндохирургического тренинга не была связана с индивидуально-типологическими особенностями человека.

Как указывалось выше, во II и III группах присутствовали испытуемые, которые к окончанию наблюдений увеличили количество допущенных ошибок при выполнении упражнений на эндотренажере. Это может быть связано с возникновением рассогласования после предыдущих ошибок в процессе последующей деятельности [15]. Такое поведение характерно для людей с высокой степенью экстраверсии, что было показано в ранее опубликованных работах [16]. Результаты, полученные нами на модели эндохирургических тренировок, существенно расширяют представление о формировании базовых мануальных навыков в хирургической практике [17].

Установлено, что площадь волны кривой, рассчитанная при регистрации ЭМГ в процессе тренировок, снижается независимо от исходного уровня интро-экстраверсии. Уменьшение мышечной работы, совершаемой испытуемыми в указанных условиях, по-видимому, является следствием формирования специфических двигательных стереотипов. Отсутствие значимых межгрупповых различий абсолютных значений и динамики прогрессии показателей ЭМГ у индивидов всех групп может свидетельствовать о единой тактике достижения результата у людей со схожим уровнем подготовки.

У испытуемых всех групп в процессе тренировок наблюдалось увеличение общей мощности спектра ВСП, что согласуется с опубликованными ранее данными [18]. Указанная особенность, по-видимому, отражает удовлетворительное функциональное состояние системы кровообращения испытуемых [19]. Большее увеличение общей мощности спектра ВСП во время целенаправленной деятельности было более характерно для интровертов. Полученные результаты не противоречат существующим представлениям о физиологических механизмах, лежащих в основе вариабельности ритма сердца у человека [20].

Спектральная мощность в HF диапазоне является одним из надежных критериев реализации парасимпатических влияний на сердечную деятельность [20]. В нашем исследовании установлено, что в отличие от интровертов, у экстравертов наблюдается повышение HF-компонента спектра ВСП в динамике тренировочной деятельности. Указанные изменения иллюстрируют усиление активности парасимпатической нервной системы в этих условиях, что согласуется с имеющимися литературными данными [21]. Такой вариант регуляции ритма сердца отражает функциональную устойчивость и высокие адаптационные возможности экстравертов [22]. Следует отметить, что абсолютные значения мощности HF-компонента спектра ВСП у интровертов были выше, чем у экстравертов. Полученные данные дополняют имеющиеся сведения об особенностях вариабельности сердечного ритма у студентов с разной степенью интро-экстраверсии при решении когнитивных задач [2].

Известно, что обработка эндохирургических манипуляций требует повышенного внимания [17, 23]. В нашем исследовании показано, что испытуемые всех групп характеризуются увеличением мощности VLF диапазона спектра ВСП при работе на эндотренажере. Это может быть связано с активацией механизмов произвольного внимания в условиях его повышенной концентрации и является одним из показателей реализации физической активности, направленной на достижение высокого результата.

Обнаружено, что в отличие от интровертов, экстравертам свойственно меньшее абсолютное соотношение показателей LF/HF и его динамика в процессе эндохирургического тренинга. Данный параметр отра-

жает баланс между симпатическими и парасимпатическими отделами вегетативной нервной системы [14, 20, 24, 25]. На основании этого можно сделать вывод, что для экстравертов характерно большее вегетативное равновесие. Указанная особенность является фактором, влияющим на адаптационные резервы организма [3], что важно при профессиональном отборе специалистов, чья деятельность связана с постоянными стрессорными ситуациями [3, 26].

В нашем исследовании впервые представлены данные, свидетельствующие о том, что физиологическая цена целенаправленной деятельности на модели эндохирургических тренировок у экстравертов ниже, чем у интровертов. При сравнении исходных параметров — времени выполнения заданий и количества допущенных ошибок при эндохирургическом тренинге — становится очевидной большая результативность экстравертов. Однако межгрупповая разница абсолютных величин этих показателей не отмечена к окончанию курса тренировок на эндотренажере. Доказано, что уровень интро-экстраверсии не оказывает значимого влияния на динамику снижения площади волны кривой ЭМГ. Существенно, что регулярные тренировки сопровождаются уменьшением совершаемой мышечной работы в процессе эндохирургического тренинга независимо от индивидуально-типологических особенностей человека. Полученные данные имеют не только фундаментальное, но и прикладное значение. Выявленные особенности реализации целенаправленной деятельности у интровертов и экстравертов могут найти применение в комплексе мероприятий при профотборе врачей-хирургов [4, 6].

Заключение

Интро-экстраверсия является важной индивидуально-типологической особенностью человека при совершении целенаправленной деятельности, в частности, при проведении эндохирургических тренировок. Несмотря на лучшие абсолютные показатели результативности целенаправленной деятельности у экстравертов в исходном состоянии, к концу наблюдений межгрупповые отличия анализируемых параметров не выявлены. Площадь волны кривой, рассчитанная при регистрации ЭМГ в процессе тренировок, снижается независимо от исходного уровня интро-экстраверсии, что является следствием формирования специфических двигательных стереотипов. Увеличение длительности RR-интервалов ЭКГ в процессе тренировочной деятельности характерно в большей степени для экстравертов, чем для интровертов. У всех испытуемых обнаружено повышение общей мощности спектра ВСР, обусловленное, в первую очередь, увеличением спектральной мощности в очень низкочастотном диапазоне. В отличие от экстравертов, характеризующихся повышением мощности высокочастотного компонента спектра, у интровертов отмечено снижение этого показателя и увеличение спектральной мощности в низкочастотном диапазоне. Таким образом, результат целенаправленной деятельности на модели эндохирургического тренинга не зависит от индивидуально-типологических особенностей людей. Достижение результата в указанных условиях у экстравертов обеспечивается меньшей физиологической ценой, чем у интровертов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бердников Д.В., Апчел В.Я., Бобынцев И.И. Психофизиологические основы организации регуляции целенаправленной деятельности (обзор литературы). *Экология Человека*. 10:37–46. 2016.
2. Джебраилова Т.Д., Иванова Л.В., Сулейманова Р.Г. Результаты компьютерного тестирования и вариабельность сердечного ритма у студентов с разной степенью интро-экстраверсии. *Академический журнал Западной Сибири*. 3(52):16–17. 2014.
3. Кормилицына Н. К., Гавришева Н. В. Показатели вариабельности сердечного ритма и гемодинамики мозга, значимые для профессионального отбора специалистов экстремального профиля. *Вестник Ивановского государственного университета. Сер.: Естественные, общественные науки*. 1:19–22. 2015.
4. Merlo L.J., Matveevskii A.S. Personality testing may improve resident selection in anesthesiology programs. *Medical teacher* 31(12):551–554 2009.
5. Абишева З.С., Асан Г.К., Жетписбаева Г.Д., Журунова М.С., Даутова М.Б., Исакова У.Б., Исмагулова Т.М., Раисов Т.К. Значение диагностики темперамента студентов. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 4(1): 506–507.

REFERENCES

1. Berdnikov D.V., Apchel V.Ya., Bobyntsev I.I. Psychophysiological bases of hormone regulation organization (literature review). *Human ecology = Ekologiya Cheloveka*. 2016. No. 10, pp.37–46. (In Russ.).
2. Dzhebrailova T.D., Ivanova L.V., Suleymanova R.G. Computer test results and heart rate variability in students with varying degrees of intro-extroversion. *Academical journal of West Siberian = Akademicheskii zhurnal Zapadnoy Sibiri*. 2014. No. 3(52), pp. 16–17. (In Russ.).
3. Kormilitsyna N. K., Gavrishcheva N. V. Indices of heart rate variability and brain hemodynamic important for professional selection of extreme profile specialists. *Vestnik of Ivanovo State University Vol:Natural, Social Sciences = Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo universiteta Ser.: Estestvennye, obshchestvennye nauki*. 2015. No. 1, pp. 19–22. (InRuss.).
4. Merlo L.J., Matveevskii A.S. Personality testing may improve resident selection in anesthesiology programs. *Medical teacher*. 2009, No. 31 (12), pp. 551–554. doi: 10.3109/01421590903390593
5. Abisheva Z.S., Asan G.K., Zhetpisbaeva G.D., Zhurunova M.S., Dautova M.B., Iskakova U.B., Ismagulova T.M., Raisov T.K. The value of diagnosing

- 2016.
6. Нуйкина М.Р. Нужно ли воспитывать хладнокровие у студента-медика? Научно-методический электронный журнал Концепт. Т31:946–950. 2017.
 7. Ласовская Т.Ю., Алмадакова О.А., Зеленская В.В. Динамика уровня психологического стресса, депрессии и симптомов СЭВ у врачей-интернов разных специальностей на этапе прохождения интернатуры. Медицина и образование в Сибири. 4:67. 2014.
 8. Димиртиев Д.А., Саперова Е.В. Вариабельность сердечного ритма и артериальное давление при ментальном стрессе. Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. 101(1): 98–107. 2015.
 9. Кириллова Т.В., Забегалина С.В. Адаптация личности субъекта экстремальной деятельности. Прикладная юридическая психология. 1:6–11. 2018.
 10. Sloan D.A., Donnelly M.B., Schwartz R.W., Strodel W.E. The Objective Structured Clinical Examination. The new gold standard for evaluating postgraduate clinical performance. *Annals of Surgery*. 222(6):735–742. 1995.
 11. Hogle N.J., Liu Y., Ogden R.T., Fowler D.L. Evaluation of surgical fellows' laparoscopic performance using Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills (GOALS). *Surgical Endoscopy* 28(4):1284–1290. 2014.
 12. Горшков М.Д., Совцов С.А., Матвеев Н.Л. БЭСТА, курс базового эндохирургического симуляционного тренинга и аттестации. Альманах института хирургии им. А.В.Вишневого S1:600–601. 2017.
 13. Горшков М.Д., Совцов С.А., Матвеев Н.Л. Симуляционное обучение базовым навыкам в эндохирургии. Симуляционный тренинг по малоинвазивной хирургии: лапароскопия, эндоскопия, гинекология, травматология-ортопедия и артроскопия. Москва. РОСОМЕД 71–131. 2017.
 14. Heart rate variability. Standards of Measurement. Physiological Interpretation and Clinical Use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 93(5):1043–1065. 1996.
 15. Муртазина Е.П. Вариабельность кардиоритма и ее связь с результативностью последующей зрительномоторной деятельности. Физиология человека. Т. 41 2:29–37. 2015.
 16. Емшанова Ю.А. Индивидуально-типологические особенности теннисистов и их влияние на соревновательную деятельность. Физическое воспитание студентов. 5:22–25. 2011.
 17. Луцевич О.Э., Рубанов В.А., Толстых М.П., и др. Факторы, влияющие на скорость формирования базовых мануальных навыков в лапароскопической хирургии. Московский хирургический журнал. 3(55): 47–53. 2017.
 18. Попов В.В., Фрицше Л.П. Вариабельность сердечного ритма: возможности применения в физиологии и клинической медицине Украинский медицинский журнал 2:1–8. 2006.
 19. Бабунц И.В., Мириджанян Э.М., Машаех Ю.А. the temperament of students. *International Journal of Applied and Basic Research = Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2016. No. 4 (1), pp. 506–507. (In Russ.).
 6. Nuykina M.R. If it necessary to bring composure in a medical student? *Scientific and methodical electronic journal Concept = Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal Kontsept*. 2017, Vol. 31, pp. 946–950. (In Russ.).
 7. Lasovskaya T.Yu., Almadakova O.A., Zelenskaya V.V. Dynamics of level of psychological stress, depression and symptoms of ems at interns of different specialties at internship. *Journal of Siberian Medical Sciences = Meditsina i obrazovanie v Sibiri*. 4:67. 2014. (In Russ.).
 8. Dimirtiev D.A., Saperova E.V. Heart rate variability and blood pressure during mental stress. *Russina Sechenov Physiology Journal = Ros. fiziol. zhurn. im. I. M. Sechenova*. 2015. No. 101(1), pp. 98–107. (In Russ.).
 9. Kirillova T.V., Zabegalina S.V. Person's adaptation to extreme activity. *Applied law psychology = Prikladnaya yuridicheskaya psikhologiya*. 2018. No. 1, pp. 6–11. (In Russ.).
 10. Sloan D.A., Donnelly M.B., Schwartz R.W., Strodel W.E. The Objective Structured Clinical Examination. The new gold standard for evaluating postgraduate clinical performance. *Annals of Surgery*. 1995. No. 222 (6), pp. 735–742.
 11. Hogle N.J., Liu Y., Ogden R.T., Fowler D.L. Evaluation of surgical fellows' laparoscopic performance using Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills (GOALS). *Surgical Endoscopy* 28(4):1284–1290. 2014. doi: 10.1007/s00464-013-3324-6
 12. Gorshkov M.D., Sovtsov S.A., Matveev N.L. BESTA, course of basic endosurgical simulation training and certification. *Almanac Institute of Surgery A.V. Vishnevsky = Al'manakh instituta khirurgii im. A.V.Vishnevskogo*. S1:600–601. 2017. (In Russ.).
 13. Gorshkov M.D., Sovtsov S.A., Matveev N.L. Simulation training in basic endosurgery skills. Simulation training in minimally invasive surgery: laparoscopy, endoscopy, gynecology, traumatology, orthopedics and arthroscopy. *Moscow ROSOMED 71–131*. 2017. (In Russ.).
 14. Heart rate variability. Standards of Measurement. Physiological Interpretation and Clinical Use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 93(5):1043–1065. 1996.
 15. Murtazina E.P. Heart rate variability during reading instruction and its interrelationship with effectiveness of subsequent visual-motor activities. *Human Physiology = Fiziologiya cheloveka*. 2015. Vol. 41, No. 2, pp. 29–37. (In Russ.).
 16. Emshanova Yu.A. The individual topological characteristics of the tennis players and their influence on competition results. *Physical education of students = Fizicheskoe vospitanie studentov*. 2011. No. 5, pp. 22–25. (In Russ.).

Азбука анализа variability сердечного ритма. Ставрополь. Принтмастер. 2002.

20. Котельников С.А., Ноздрачев А.Д., Одинак М.М. и др. Variability ритма сердца: представления о механизмах. Физиология человека. Т. 28. 1:130–143 2002.

21. Джебрайлова Т.Д., Коробейникова И.И., Дудник Е.Н. Физиологические корреляты оптимизации состояния человека с целью повышения эффективности работы на компьютере. Академический журнал Западной Сибири № 3 (52): 56–57. 2014.

22. Попова Е. А., Кормилицына Н. К. Выявление ранних признаков дезадаптивных расстройств у специалистов экстремального профиля различных групп профпригодности. Наука и технологии в современном обществе: материалы Международной научно-практической конференции. Уфа : РИО ИЦИПТ. 7–11. 2014

23. Niitsu H., Hirabayashi N., Yoshimitsu M., et al. Using the Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS) global rating scale to evaluate the skills of surgical trainees in the operating room. Surgery Today. 43(3):271–275. 2013.

24. Баевский Р.М. Проблема оценки и прогнозирования функционального состояния организма и ее развитие в космической медицине. Успехи физиологических наук. Т. 37. № 3:42. 2006.

25. Montano N., Ruscone T.G., Porta A. et al. Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt. Circulation. 4(90):1826 1994.

26. Гавришева Н.В., Кормилицына Н.К. Взаимосвязь показателей церебральной гемодинамики и variability сердечного ритма у курсантов. Инновационная наука в глобализующемся мире: материалы Международной научно-практической конференции. Уфа: РИО ИЦИПТ. 3–6. 2014.

17. Lutsevich O.E., Rubanov V.A., Tolstykh M.P., etc Factors affecting the rate of formation of basic manual skills in laparoscopic surgery. Moscow Surgical Journal = Moskovskiy khirurgicheskiy zhurnal. 2017. No. 3 (55), pp. 47–53. (In Russ.).

18. Popov V.V., Fritsshe L.P. Heart rate variability - potential of application in physiology and clinical medicine. Ukrainian medical journal = Ukrainskiy meditsinskiy zhurnal. 2006. No. 2, pp. 1–8. (In Russ.).

19. Babunts I.V., Miridzhanyan E.M., Mashaekh Yu.A. Hornbook of analysis of heart rate variability. Stavropol. Printmaster. 2002. (In Russ.).

20. Kotel'nikov S.A., Nozdrachev A.D., Oдинаk M.M. etc Heart rate variability: representation of mechanisms. Human Physiology = Fiziologiya cheloveka. 2002. Vol. 28. No. 1, pp. 130–143 (In Russ.).

21. Dzhebrailova T.D., Korobeynikova I.I., Dudnik E.N. Physiological correlates of optimizing a person's condition in order to improve computer work success. Academical journal of West Siberian = Akademicheskii zhurnal Zapadnoy Sibiri. 2014. No. 3(52), pp. 56–57. (In Russ.).

22. Popova E. A., Kormilitsyna N. K. Determination of early characteristics of mesadaptive disorders of specialists of the extreme profile of different groups of profitability. Science and technology in modern society: materials of the International Scientific and Practical Conference. = Nauka i tekhnologii v sovremennom obshchestve: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ufa : RIO 7–11. 2014. (In Russ.).

23. Niitsu H., Hirabayashi N., Yoshimitsu M., et al. Using the Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS) global rating scale to evaluate the skills of surgical trainees in the operating room. Surgery Today. 2013. No. 43 (3), pp. 271–275. doi: 10.1007/s00595-012-0313-7

24. Baevskiy R.M. The problem of assessing and predicting the functional state of the organism and its development in space medicine. Advances in physiological sciences = Uspekhi fiziologicheskikh nauk. 2006. Vol. 37. No. 3, p. 42. (In Russ.).

25. Montano N., Ruscone T.G., Porta A. et al. Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt. Circulation. 4(90):1826 1994.

26. Gavrishcheva N. V., Kormilitsyna N. K. The relationship of cerebral hemodynamic parameters and heart rate variability among cadets. Innovation science in a globalizing world: materials of the International Scientific and Practical Conference = Innovatsionnaya nauka v globalizuyushchemsya mire: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Ufa:RIO 3–6. 2014. (In Russ.).

Авторы

Клименко Алексей Владимирович
Московский государственный медико-
стоматологический университет им. А.И. Евдокимова
Ассистент кафедры общей хирургии
Российская Федерация, 127473, Москва, ул. Делегат-
ская, 20/1
solidcid@mail.ru

Перцов Сергей Сергеевич

Московский государственный медико-
стоматологический университет им. А.И. Евдокимова
Заведующей кафедрой нормальной физиологии и ме-
дицинской физики, заместитель директора НИИ нор-
мальной физиологии имени П.К. Анохина по науке, за-
ведующей лабораторией системных механизмов эмо-
ционального стресса НИИ нормальной физиологии
имени П.К. Анохина
Доктор медицинских наук, профессор, член-
корреспондент РАН
Российская Федерация, 125315, Москва, ул. Балтий-
ская, 8
s.pertsov@mail.ru

Яковенко Игорь Юрьевич

Московский государственный медико-
стоматологический университет им. А.И. Евдокимова
Заведующей кафедрой общей хирургии, Доктор меди-
цинских наук, профессор
Российская Федерация, 127473, Москва, ул. Делегат-
ская, 20/1
yakovenko8465@yandex.ru

Authors

Aleksey V. Klimenko
Moscow State University of Medicine and Dentistry
named after I.A. Evdokimov
Assistant of the department of common surgery
Russian Federation, 127473, Moscow, Delegatskaya str.,
20/1
solidcid@mail.ru

Sergey S. Pertsov

Moscow State University of Medicine and Dentistry
named after I.A. Evdokimov
Head of the department of normal physiology and medical
physics
Deputy director for Science, head of the laboratory of
system mechanisms for emotional stress at P.K. Anokhin
Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia
Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of RAS
Russian Federation, 125315, Moscow, Baltiyskaya str., 8
s.pertsov@mail.ru

Igor Yu. Yakovenko

Moscow State University of Medicine and Dentistry
named after I.A. Evdokimov
Head of the department of common surgery
Dr. Sci. (Med.), Professor
Russian Federation, 127473, Moscow, Delegatskaya str.,
20/1
yakovenko8465@yandex.ru