

В. А. Лукашевич<sup>1</sup>, В. В. Пономарев<sup>1</sup>, С. В. Губкин<sup>2</sup>, М. И. Тарасевич<sup>3</sup>,  
С. М. Манкевич<sup>1</sup>, Е. О. Пономарёва<sup>3</sup>, В. В. Ковалева<sup>3</sup>,  
Д. А. Королевич<sup>3</sup>, Н. П. Дразжина<sup>3</sup>, С. А. Алешкевич<sup>3</sup>

## ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ИНФАРКТА ГОЛОВНОГО МОЗГА ПОД ВЛИЯНИЕМ АДАПТИВНОЙ КИНЕЗИТЕРАПИИ

Белорусская медицинская академия последипломного образования,  
Минск, Беларусь,<sup>1</sup>

Институт физиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,<sup>2</sup>  
2-я городская клиническая больница, Минск, Беларусь<sup>3</sup>

Современный шаг развития восстановительной медицины пациентов с инфарктом головного мозга (ИГМ) связан с разработкой фенотип – ориентированной медицинской реабилитации, основанной на биомеханическом анализе специфических моторных нарушений, отражающих характер двигательных адаптаций. Целью исследования являлась оценка динамики адаптивной кинематики (АДК) и клинической картины ИГМ под влиянием адаптивной кинезитерапии (АК). Объектом исследования были здоровые добровольцы ( $n = 92$ ) и когорта пациентов перенесших ИГМ, проходивших лечение по программе комплексной терапии (группы «Р» ( $n = 50$ ) и «О» ( $n = 57$ )). Предметом исследования являлась комплексная оценка полученных данных клинического тестирования и биомеханических данных в сопоставлении с нормальными показателями. В результате исследования установлено, что АК статистически значимо при ( $p < 0,022$ ) улучшает АДК у пациентов с различными патобиомеханическими фенотипами (ПБФ) ИГМ. Аналогичным образом АК оказывает положительное влияние на динамику уровня повседневной активности ( $p < 0,006$ ), уровня мобильности ( $p < 0,001$ ), функции стереотипа походки ( $p < 0,001$ ), а также уровня усталости ( $p < 0,001$ ), повышая общую эффективность программы комплексной терапии ИГМ ( $p < 0,003$ ) с отношением шансов 4,03 (95 % ДИ 1,44–11,24): 5,1 (95 % ДИ 1,17–22,51) – у пациентов с ПБФ 1 ( $p < 0,02$ ); 8,1 (95 % ДИ 1,15–55,61) – у пациентов с ПБФ 2 ( $p < 0,02$ ), и 7,71 (95 % ДИ 1,76–33,72) – у пациентов с ПБФ 3 ( $p < 0,003$ ), при отличном качестве диагностики ( $AUC = 0,92$ ).

**Ключевые слова:** инфаркт головного мозга, медицинская реабилитация, патобиомеханический фенотип, адаптивная кинезитерапия, двигательные адаптации.

U. A. Lukashevich, V. V. Ponomarev, S. V. Gubkin, M. I. Tarasevich,  
S. M. Mankevich, E. O. Ponomareva, V. V. Kovaleva, D. A. Korolevich,  
N. P. Drazhina, S. A. Aleshkevich

## FEATURES OF STROKE COURSE UNDER ADAPTIVE KINESITHERAPY

The modern step in development of restorative medicine for patients with cerebral infarction (CI) is associated with phenotype-oriented medical rehabilitation based on a biomechanical analysis of specific motor impairments that reflect the nature of motor adaptations. The aim of the study was to evaluate the dynamics of adaptive kinematics (ADK) and the clinical picture of CI under the influence of adaptive kinesitherapy (AK). The object of the study were healthy volunteers ( $n = 92$ ) and a cohort of CI patients treated according to the complex therapy program (groups “P” ( $n = 50$ ) and “O” ( $n = 57$ )) and AK (group “O”)

*The subject of the study was a comprehensive assessment of the data obtained from clinical testing and biomechanical data in comparison with normal values. As a result of the study, it was found that AK significantly ( $p < 0.022$ ) improves ADK in patients with various pathobiomechanical phenotypes (PBP) of CI. Similarly, AK has a positive effect on the dynamics of the level of daily activity ( $p < 0.006$ ), mobility level ( $p < 0.001$ ), gait stereotype function ( $p < 0.001$ ), and fatigue level ( $p < 0.001$ ), increasing the overall effectiveness of the complex therapy program ( $p < 0.003$ ) with an odds ratio of 4.03 (95 % CI 1.44–11.24): 5.1 (95 % CI 1.17–22.51) in patients with PBP 1 ( $p < 0.02$ ); 8.1 (95 % CI 1.15–55.61) in patients with PBP 2 ( $p < 0.02$ ), and 7.71 (95 % CI 1.76–33.72) in patients with PBP 3 ( $p < 0.003$ ), with excellent diagnostic quality (AUC = 0.92).*

**Key words:** cerebral infarction, medical rehabilitation, pathobiomechanical phenotype, adaptive kinesitherapy, motor adaptations.

Инфаркт головного мозга (ИГМ) является экономически значимой проблемой современного общества, обуславливающей психобиосоциальную дезадаптацию пациента, главным образом за счет нарушений двигательных функций [1–3].

Ключевым механизмом медицинской реабилитации, способствующей повышению адаптивных свойств нейромышечной системы, считается активация нейропластичности. До настоящего времени в современной литературе остается незатронутой концепция трансформации двигательных приспособительных реакций под влиянием кинезитерапевтических методов в целом и адаптивной кинезитерапии (АК), в частности [4–8].

Вопросы объективной оценки двигательных функций организма также являются актуальными аспектами оказания реабилитационной помощи и, как правило, основываются на международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья, в рамках которой выполняется трансформация относительных параметров (процент нарушения функции) в качественные (степень выраженности нарушений). При этом в большинстве клинических руководств отсутствуют указания на какую-либо методику математического расчета специфических параметров. Использование других этиопатогенетических классификаций ИГМ (TOAST и ASCOD) эффективно отражает качественную природу заболевания, оставляя в тени фенотипирование двигательных нарушений [9–11].

Таким образом, следующим шагом развития восстановительной медицины пациентов после ИГМ может являться фенотип – ориентированная медицинская реабилитация, основанная на биомеханическом анализе специфических моторных нарушений, отражающих характер двигательных адаптаций.

Целью исследования являлась оценка динамики адаптивной кинематики (АДК) и клинической картины ИГМ под влиянием АК.

#### Материалы и методы

Работа выполнена в рамках диссертационного исследования на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 14.03.11 – «Восстановительная медицина, лечебная физкультура и спортивная медицина, курортология и физиотерапия». Исследование проводили на базе неврологическо-

го отделения (для ранней реабилитации пациентов с инсультом) 2-й городской клинической больницы г. Минска.

Объектом исследования были здоровые добровольцы (исследовательская группа «Н»,  $n = 92$ ) и когорта пациентов перенесших ИГМ ( $n = 107$ ), проходивших лечение по программе комплексной терапии (ПКТ), на основании которой последовательно формировали две клинические группы пациентов: «Р» ( $n = 50$ ) и «О» ( $n = 57$ ).

Предметом исследования являлась комплексная оценка полученных данных клинического тестирования и биомеханических данных в сопоставлении с нормальными показателями [8].

Диагноз ИГМ устанавливали на основании неврологической симптоматики и подтверждали нейровизуализационно. При разделении на патогенетические варианты ИГМ использовали международную классификацию TOAST (Trail of Org. Acute Stroke Treatment). Критериями включения в исследование были: 1) клинический диагноз ИГМ с гемипарезом в качестве ведущего симптома; 2) средняя степень тяжести ИГМ (7–16 баллов по шкале тяжести инсульта NIHSS); 3) сроки заболевания от 3-х недель до 6-ти месяцев; критериями исключения: 1) умеренные когнитивные нарушения; 2) отказ пациента.

Критерием формирования группы «Н» являлось значение одного из рассчитанных автоматически (<https://getwoex.wixsite.com/checkin>) показателей, нарушения нейромышечных функций, нарушения скелетных функций или нарушения сенсорных функций, связанных с болью менее 8 % [9].

Анализ и статистическую обработку результатов проводили в программном пакете «STATISTICA 8.0» (Statsoft Inc., США) с применением анализ качественных и количественных данных, корреляционно-го, кластерного и канонического анализа, сравнения двух и более выборок, факторного и дискриминантного анализа, анализа дисперсий, анализа линейных и нелинейных регрессий, а также модели многомерных данных. Результаты представлены в виде медианы (Me) верхнего (UQ) и нижнего квартилей (LQ).

Соотношение мужчин и женщин группы «Н» составляло 3,25:2,5. Разбегка возраста – от 15 до 38 (19[21/17]) лет, роста – от 151 до 190 (173,5[181/166,5]) см и веса – от 41 до 100 (66[77,5/59]) кг.

Соотношение мужчин и женщин группы «Р» регистрировалось как 8,25:4,25 с колебаниями возраста от 40 до 76 (63[67/58]) лет. Длительность госпитализации в группе варьировала от 9 до 26 (19[21/16]) дней. В исследуемой группе было зарегистрировано 12 пациентов с кардиоэмболическим подтипом ИГМ (24 %), у 36 пациентов (72 %) отмечался атеротромботический подтип ИГМ, в двух случаях (4 %) диагностировали лакунарный подтип ИГМ.

В группе «О» распределение мужчин и женщин составило 9,75:4,5 с разбегом возраста от 41 года до 89 (68[72/62]) лет, и сроком госпитализации 10–25 (17[20/15]) дней. Среди пациентов данной клинической группы были диагностированы три этиопатогенетических подтипа ИГМ: кардиоэмболический – у 22 пациентов (39 %), атеротромботический – у 34 пациентов (60 %) и лакунарный в одном случае (2 %).

В начале исследования (суффикс 1) всем участникам проводили биомеханический анализ АДК по тесту «фронтальная стабильность» (ТФС) [9]. В группах «Р» и «О» исследование повторяли после окончания лечения (суффикс 2). Оценку клинической картины ИГМ в динамике выполняли по индексу Бартел (ИБ), модифицированному индексу мобильности Ривермид (МИМР), скандинавской шкале инсульта (СШИ), 10-метровому тесту ходьбы (10МТХ), шкале Фулг-Майера (ШФМ) и шкале тяжести усталости (ШТУ).

Пациенты групп «Р» и «О» были последовательно рандомизированы в клинические подгруппы согласно установленного патобиомеханического фенотипа (ПБФ) ИГМ: «Р1» ( $n = 19$ ), «Р2» ( $n = 12$ ), «Р3» ( $n = 19$ ), «О1» ( $n = 17$ ), «О2» ( $n = 18$ ) и «О3» ( $n = 22$ ). Для диагностики ПБФ применяли следующий алгоритм: ПБФ1 устанавливался при значении ИБ < 31 балла, ПБФ2

диагностируется при значениях МИМР < 14 баллов; а ПБФ3 при результатах 10МТХ > 2 баллов.

Пациенты группы «О» помимо ПКТ проходили лечение по программе АК включающей 15 упражнений (рисунок): 1) «трехэтапное сгибание бедра» (УТСБ), 2) «двухэтапное разгибание бедра» (УДРБ), 3) «двухэтапная мобилизация голеностопного сустава» (УДМГС), 4) «сгибание коленного и тазобедренного суставов» (УСКТС), 5) «динамический подъем таза» (УДПТ), 6) «переворот на здоровый бок» (УПЗБ), 7) «динамическая вертикализация» (УДВ), 8) «фронтальный баланс» (УФБ), 9) «аксиальное перемещение 1» (УАП1), 10) «аксиальное перемещение 2» (УАП2), 11) «боковой шаг» (УБШ), 12) «шаг вокруг оси» (УШО), 13) «шаговая локомоция» (УШЛ), 14) «пространственная ориентация» (УПО), 15) «идентификация стимула» (УИС); сгруппированных в три блока, по принципу равномерной частоты встречаемости, методик мануальной кинезитерапии ( $p > 0,3$ ), функциональной реципрокной нейромышечной электростимуляции ( $p > 0,8$ ), адаптивной механотерапии ( $p > 0,5$ ) и тренировки динамической координации ( $p > 0,8$ ). Выбор блока АК осуществляется в зависимости от соответствующего ПБФ ИГМ. Первый блок (АК1) включает: УТСБ ( $p > 0,8$ ), УДРБ ( $p > 0,8$ ), УДМГС ( $p > 0,5$ ), УШЛ ( $p > 0,7$ ), УСКТС ( $p > 0,5$ ), УДПТ ( $p > 0,3$ ), и УПЗБ ( $p > 0,5$ ). Второй блок (АК2): УТСБ ( $p > 0,8$ ), УДРБ ( $p > 0,8$ ), УПЗБ ( $p > 0,5$ ), УФБ ( $p > 0,8$ ), УАП1 ( $p > 0,6$ ), УАП2 ( $p > 0,5$ ), УШЛ ( $p > 0,7$ ), и УДВ ( $p > 0,5$ ). Третий блок (АК3): УФБ ( $p > 0,8$ ), УАП1 ( $p > 0,6$ ), УАП2 ( $p > 0,5$ ), УБШ ( $p > 0,4$ ), УШЛ ( $p > 0,7$ ), УШО ( $p > 0,4$ ), УПО ( $p > 0,5$ ), и УИС ( $p > 0,4$ ).

Для выполнения АК использовались следующие технические средства: аппаратно-программный комплекс нейромышечной активации (УПО «ВРТЭК», РБ),



Рисунок. Упражнения адаптивной кинезитерапии, где: 1) «трехэтапное сгибание бедра», 2) «двухэтапное разгибание бедра», 3) «двухэтапная мобилизация голеностопного сустава», 4) «сгибание коленного и тазобедренного суставов», 5) «динамический подъем таза», 6) «переворот на здоровый бок», 7) «динамическая вертикализация», 8) «фронтальный баланс», 9) «аксиальное перемещение 1», 10) «аксиальное перемещение 2», 11) «боковой шаг», 12) «шаг вокруг оси», 13) «шаговая локомоция», 14) «пространственная ориентация», 15) «идентификация стимула»

роботизированный комплекс стационарной кинезиотерапии (ООО «Кинидэкс», РБ) и передвижная роботизированная платформа поддержки шаговой локомоции («WOEX», Pte. Ltd., Сингапур),

Оценка эффективности проводимой терапии выполняли по интегральному показателю АДК ДСПОН, рассчитанному как разность среднего процента отклонения от нормы (СПОН) СПОН(ТФС)1 и СПОН(ТФС)2.

### Результаты и обсуждение

При статистическом анализе несвязанными парами установлено, что выборки мужчин и женщин в клинических группа «Р» и «О» не отличаются между собой по возрасту ( $p < 0,2$ ) и времени госпитализации ( $p < 0,06$ ). Методом сравнения множественных несвязанных выборок были подтверждены нулевые гипотезы об отсутствии связей переменных «дни госпитализации» ( $p < 0,3$ ) и «возраст» ( $p < 0,2$ ) от подтипа ИГМ.

Таким образом клинические группы являлись сопоставимыми по возрасту и времени госпитализации, которые в свою очередь не зависели от подтипа ИГМ.

Аналитическим субстратом расчета показателей СПОН служили результаты биомеханического исследования с вычислением параметров АДК при выполнении ТФС. В группе «Н» основополагающим фактором выделения пространственно-временных переменных АДК послужила их статистическая значимость ( $p < 0,001$ ) и устойчивость к антропометрическим и возрастным неопределенностям. В данную группу вошли переменные времени активной фазы (ВАФ) (рассчитывали, как момент пространственных перемещений кинематических элементов с линейной скоростью более 0,5 м/с) для левой / правой сторон тазобедренных 4,4[8,2/3,5]/13,5[14,8/11,6] с ( $p > 0,1$ ) и коленных суставов 8,1[9,5/4,8]/3,6[4,0/3,1] с ( $p > 0,2$ ). Разработанная диагностическая модель демонстрировала отличное качество (AUC = 0,94) выявления нарушений АДК в группе здоровых лиц ( $p < 0,001$ ).

Согласно разработанной математической модели, полученные количественные данные пациентов сравнивались со значениями, редуцированных на 25 % медиан аналогичных переменных группы «Н», в результате чего для каждого теста вычислялись качественные критерии СПОН в виде производной произведения среднеарифметического процента отклонения от нормы и одного из трех коэффициентов отражающего

участие облегчающих факторов в воспроизведении двигательного задания: 1 – тест выполняется в положении стоя без облегчающих факторов; 2 – тест выполняется в положении стоя с постоянной внешней ассистивной поддержкой; 3 – тест выполняется в положении стоя с применением внешних систем гравитационной поддержки.

На основании нормальных значений переменных ВАФ выполняли расчет СПОН(ТФС)1 и СПОН(ТФС)2, а также переменной ДСПОН (таблица 1) в подгруппах Р1–3 и О1–3.

При проведении парных сравнений установлена статистическая несостоятельность сформулированных нулевых гипотез в отношении параметра ДСПОН в следующих связанных парах: 1) «О1» и «Р1» ( $p = 0,02$ ); 2) «О2» и «Р2» ( $p = 0,02$ ); и 3) «О3» и «Р3» ( $p = 0,02$ ). При этом достоверно большие значения показателя ДСПОН зафиксированы в подгруппах «О1», «О2» и «О3» (при  $R > 0,6$ ) с уровнем достоверности менее 0,001. Полученные данные указывают на лучшую динамику восстановления нарушений АДК при условии дополнения ПКТ методом АД, что статистически подтверждается большими значениями показателя ДСПОН (при  $p < 0,03$ ) в подгруппах, составляющих группу «О».

Результаты клинического тестирования с применением диагностических шкал вывели специфические маркеры ПБФ: 1) ПБФ 1 определяется при значениях индекса Бартел менее 33 баллов ( $p < 0,02$ ) и/или результатов тестирования по шкале Фугл-Майера менее 48 баллов ( $p < 0,001$ ); при значении модифицированного индекса мобильности Ривермид менее 14 баллов ( $p < 0,004$ ), устанавливается ПБФ 2, 3) при регистрации результатах выполнения 10-метрового теста ходьбы, превышающих 2 балла ( $p < 0,001$ ), диагностируется ПБФ 3.

Результаты клинического тестирования после проведения лечения в анализируемых подгруппах представлены в таблице 2.

Исходя из представленных данных установлено, что в ходе ПКТ у пациентов с ПБФ 1 отмечается положительная динамика клинической картины заболевания, обусловленная повышением уровня повседневной активности и улучшением двигательных функций нижних конечностей, соответственно валидированных статистически значимым ( $p < 0,0002$ ) увеличением ИБ с 20[25/15] до 35[40/35] баллов, а также результатами ШФМ, демонстрирующими значимый ( $p < 0,0001$ ) рост с 48[53/46] до 57[59/55] баллов.

Таблица 1. Результаты анализа интегральных показателей СПОН (ТФС) и ДСПОН в подгруппах Р1–3 и О1–3 с уровнем статистически значимых различий

	СПОН(ТФС)1 (в %)	СПОН(ТФС)2 (в %)	ДСПОН (в %)	
«Р1»	89,49[91,04/87,20]	89,25[90,83/86,90]	0,24[0,3/0,2]	$p = 0,021, R > 0,6$
«О1»	89,90[91,20/86,10]	89,60[90,90/85,80]	0,40[0,40/0,30]	
«Р2»	69,94[75,92/64,07]	69,27[75,40/63,26]	0,68[0,81/0,54]	$p = 0,022, R > 0,6$
«О2»	68,30[77,50/66,20]	67,50[76,80/65,50]	0,80[1,10/0,70]	
«Р3»	58,90[59,81/45,24]	58,13[60,59/44,06]	0,9[1,2/0,86]	$p = 0,02, R > 0,6$
«О3»	58,75[61,30/55,20]	57,75[60,00/54,00]	1,20[1,30/1,10]	
«Р1–3»	$N = 32,17544, p < 0,001$		$N = 75,74, p < 0,001$	

Таблица 2. Результаты анализа клинических шкал в подгруппах «Р1-3» и «О1-3»

ПБФ	Подгруппа	ИБ2	МИМР2	10МТХ2	ШФМ2
ПБФ1	Р1	35[40/35]	17[18/15]	1[1/0]	57[59/55]
	О1	40[55/30]	27[29/22]	2[3/1]	59[64/55]
		$p < 0,0002$	-	-	( $p < 0,0001$ )
ПБФ2	Р2	45[50/40]	17[19/16]	1[1/0]	66[67/61]
	О2	67,5[80/60]	32[33/28]	3,5[4/3]	66,5[73/61]
		-	( $p < 0,001$ )	-	-
ПБФ3	Р3	55[75/45]	22[24/19]	3[4/2]	62[66/60]
	О3	90[95/85]	36[37/33]	3[4/1]	74,5[78/70]
		-	-	( $p < 0,001$ )	-

У пациентов с диагностированным ПБФ 2 ПКТ ИГМ статистически значимо улучшает функциональное состояние пациентов, повышая уровень их мобильности с 12[15/8] до 17,5[19/16,5] баллов ( $p < 0,001$ ), детерминированной МИМР.

В ходе комплексной терапии ИГМ пациенты с ПБФ 3 демонстрируют статистически значимое улучшение функции ходьбы с 1[2/1] до 3[4/2] баллов ( $p < 0,001$ ), рассчитанных при выполнении 10МТХ.

Вне зависимости от длительности госпитализации ( $p > 0,7$ ) лучшие результаты лечения прогностически ( $p < 0,001$ ) связаны с меньшими значениями показателей СПОН. Аналогичным образом АК оказывает положительное влияние на динамику восстановления повседневной активности ( $p < 0,006$ ), уровня мобильности ( $p < 0,001$ ), и функции стереотипа походки ( $p < 0,001$ ), повышая общую эффективность ПКТ ИГМ ( $p < 0,003$ ) с отношением шансов 4,03(95 % ДИ 1,44–11,24).

При анализе параметра ДСПОН с применением метода Каплан-Майера в группе «О», кривая кумулятивных пропорций демонстрирует вероятностное достижение параметра равное 1,7.

При построении регрессионной модели влияния возраста пациента на параметр ДСПОН в группе «О» и ее анализе установили коэффициент детерминации  $R^2 = 0,6161557$  ( $F = 3,6114$ ,  $p < 0,0623$ ), что определило принятие во внимание нулевой гипотезы об отсутствии взаимосвязей между изучаемыми признаками. Также нулевая гипотеза принималась при составлении регрессионной модели влияния срока госпитализации пациента на параметр ДСПОН в группе «О», где наблюдается не равномерная дисперсия точек вдоль линии тренда при коэффициенте детерминации  $R^2 = 0,03074542$  ( $F = 1,7446$ ,  $p < 0,19202$ ). Отсутствие прогностической связи между возрастом пациента и сроком госпитализации установили на основании регрессионной модели  $R^2 = 0,00100334$  ( $F = 0,05524$ ,  $p < 0,81506$ ).

Персонализация АК, вне зависимости от возраста ( $p > 0,05$ ) и длительности госпитализации ( $p > 0,1$ ) способствует статистически значимому повышению эффективности комплексной терапии у пациентов с ПБФ 1 ( $p < 0,02$ ) при отношении шансов 5,1(95 % ДИ 1,17–22,51), у пациентов с ПБФ 2 ( $p < 0,02$ ) при отношении шансов 8,1(95 % ДИ 1,15–55,61), и в подгруппе пациентов с ПБФ 3 ( $p < 0,003$ ) при отношении шансов 7,71(95 % ДИ 1,76–33,72). Разработанная

диагностическая модель демонстрирует отличное качество оценки эффективности нового метода ( $AUC = 0,92$ ).

ПКТ ИГМ, проводимая у пациентов с ПБФ 1 способствует положительной динамике клинической картины заболевания, обусловленной повышением уровня повседневной активности и улучшением двигательных функций нижних конечностей, соответственно валидированных статистически значимым ( $p < 0,0002$ ) увеличением индекса Бартел с 20[25/15] до 35[40/35] баллов, а также результатами тестирования по шкале Фугл-Майер, демонстрирующими значимый ( $p < 0,0001$ ) рост с 48[53/46] до 57[59/55] баллов, при отсутствии существенных влияний на общую эффективность лечения ( $p > 0,05$ ). У пациентов с ПБФ 2 ПКТ ИГМ статистически значимо улучшает функциональное состояние пациентов, повышая уровень их мобильности с 12[15/8] до 17,5[19/16,5] баллов ( $p < 0,001$ ), детерминированной модифицированным индексом мобильности Ривермид. Установлено, что комплексное лечение оказывает положительное влияние на общую эффективность терапии ( $p < 0,001$ ). В ходе комплексной терапии ИГМ, у пациентов с ПБФ 3 установили восстановление функции ходьбы с 1[2/1] до 3[4/2] баллов ( $p < 0,001$ ), рассчитанных при выполнении 10МТХ, и улучшение общей эффективности лечения ( $p < 0,001$ ). Вне зависимости от длительности госпитализации ( $p > 0,7$ ) лучшие результаты лечения прогностически ( $p < 0,001$ ) связаны с меньшими значениями показателей СПОН.

В ходе исследования апробирован алгоритм назначения блока упражнений АК основанный на последовательном анализе результатов, полученных при проведении клинического тестирования по ИБ и биомеханического анализа показателей ВАФ. При регистрации ИБ менее 31 балла ( $p < 0,001$ ), пациенту осуществляется подбор программы АК1 с упражнениями УТСБ ( $p > 0,8$ ), УДРБ ( $p > 0,8$ ), УДМГС ( $p > 0,5$ ), УШЛ ( $p > 0,7$ ), УСКТС ( $p > 0,5$ ), УДПТ ( $p > 0,3$ ), и УПЗБ ( $p > 0,5$ ). В случае больших значений ИБ выполняется анализ показателя СПОН. Превышение значения параметра более 64,01 % ( $p < 0,001$ ) регламентирует назначение АК2 включающей: УТСБ ( $p > 0,8$ ), УДРБ ( $p > 0,8$ ), УПЗБ ( $p > 0,5$ ), УФБ ( $p > 0,8$ ), УАП1 ( $p > 0,6$ ), УАП2 ( $p > 0,5$ ), УШЛ ( $p > 0,7$ ), и УДВ ( $p > 0,5$ ). Значения СПОН менее 64,01 % ( $p < 0,001$ ) обуславливают выбор АК3, включающих УФБ ( $p > 0,8$ ), УАП1 ( $p > 0,6$ ), УАП2 ( $p > 0,5$ ), УБШ ( $p > 0,4$ ), УШЛ ( $p > 0,7$ ), УШО ( $p > 0,4$ ), УПО ( $p > 0,5$ ), и УИС ( $p > 0,4$ ).

Таким образом, практическое применение разработанного алгоритма в сочетании с программой комплексной терапии ИГМ, статистически значимо улучшает АДК, оцениваемую по положительной динамике ДСПОН с 0,24[0,3/0,2] до 0,4[0,4/0,3] % ( $p < 0,022$ ) у пациентов с ПБФ 1; с 0,68[0,81/0,54] до 0,8[1,1/0,7] % ( $p < 0,022$ ) у пациентов с ПБФ 2; и с 0,9[1,2/0,86] до 1,2[1,3/1,1] % ( $p < 0,021$ ) у пациентов с ПБФ 3. Аналогичным образом АК оказывает положительное влияние на динамику уровня повседневной активности ( $p < 0,006$ ), уровня мобильности ( $p < 0,001$ ), функции стереотипа походки ( $p < 0,001$ ), а также уровня усталости ( $p < 0,001$ ), повышая общую эффективность программы комплексной терапии ИГМ ( $p < 0,003$ ) с отношением шансов 4,03(95 % ДИ 1,44–11,24): 5,1(95 % ДИ 1,17–22,51) – у пациентов с ПБФ 1 ( $p < 0,02$ ); 8,1(95 % ДИ 1,15–55,61) – у пациентов с ПБФ 2 ( $p < 0,02$ ), и 7,71(95 % ДИ 1,76–33,72) – у пациентов с ПБФ 3 ( $p < 0,003$ ), при отличном качестве диагностики (AUC = 0,92).

### Литература

1. Katan, M., Luft A. Global Burden of Stroke // *Semin. Neurol.* – 2018. – Vol. 38(2). – P. 208–211.
2. Tashiro, S., Mizuno K., Kawakami M., Takahashi O., Nakamura T., Suda M., Haruyama K., Otaka Y., Tsuji T., Liu M. Neuro-muscular electrical stimulation-enhanced rehabilitation is associated with not only motor but also somatosensory cortical plasticity in chronic stroke patients: an interventional study // *Therapeutic Advances in Chronic Disease.* – 2019. – Vol. 10. – P. 1–13.
3. Saad, M. B., Vishal S. V. Stroke rehabilitation: A call to action in Saudi Arabia // *Neurosciences.* – 2016. – Vol. 21(4). – P. 297–305.
4. Mercier, C., Bertrand A. M., Bourbonnais D. Differences in the magnitude and direction of forces during a submaximal matching task in hemiparetic subjects // *Exp. Brain Res.* – 2004. – Vol. 157(1). – P. 32–42.
5. Dewald, J. P., Beer R. F. Abnormal joint torque patterns in the paretic upper limb of subjects with hemiparesis // *Muscle Nerve.* – 2001. – Vol. 24(2). – P. 273–283.
6. Colombo, R., Cusmano I., Sterpi I., Mazzone A., Delconte C., Pisano F. Test-retest reliability of robotic assessment measures for the evaluation of upper limb recovery // *Neural Syst. Rehabil. Eng.* – 2014. – Vol. 22(5). – P. 1020–1029.
7. Лукашевич, В. А. Адаптивная кинезитерапия: теория и практика / В. А. Лукашевич. – Минск: Четыре четверти, 2021. – 236 с. ISBN 978-985-581-434-5.
8. Лукашевич, В. А., Пономарев В. В., Губкин С. В., Тарасевич М. И. Оценка эффективности терапии пациентов с инфарктом головного мозга по данным адаптивной кинематики // *Новости медико-биологических наук.* – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 175–181.
9. *The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF).* – Geneva: World Health Organization, 2001. – 342 p.
10. Alejandro, G., Sara L., Joan S., Eloy O., Josep M. T., Montserrat B. Evidence of chronic stroke rehabilitation interventions in activities and participation outcomes: systematic review of meta-analyses of randomized controlled trials // *Eur. J. of Physical and Rehabilitation Medicine.* – 2019. – Vol. 55(6). – P. 695–709.
11. Wolf, M. E., Sauer T., Alonso A., Hennerici M. G. Comparison of the new ASCO classification with the TOAST classification

in a population with acute ischemic stroke // *J. Neurol.* – 2012. – Vol. 259. – P. 1284–1289.

12. Лукашевич, В. А., Морозевич-Шилюк Т. А., Лесив Г. Г. Опыт применения мобильного приложения для оценки состояния опорно-двигательного аппарата // *Мир спорта.* – 2021. – № 2(83). – С. 122–128.

13. Лукашевич, В. А., Пономарев В. В., Тарасевич М. И., Живолупов С. А. Функциональная реципрокная нейромышечная электростимуляция в адаптивной кинезитерапии постинсультных пациентов // *Наука и здравоохранение.* – 2020. – Т. 22, № 3. – С. 80–88.

### References

1. Katan, M., Luft A. Global Burden of Stroke // *Semin. Neurol.* – 2018. – Vol. 38(2). – P. 208–211.
2. Tashiro, S., Mizuno K., Kawakami M., Takahashi O., Nakamura T., Suda M., Haruyama K., Otaka Y., Tsuji T., Liu M. Neuro-muscular electrical stimulation-enhanced rehabilitation is associated with not only motor but also somatosensory cortical plasticity in chronic stroke patients: an interventional study // *Therapeutic Advances in Chronic Disease.* – 2019. – Vol. 10. – P. 1–13.
3. Saad, M. B., Vishal S. V. Stroke rehabilitation: A call to action in Saudi Arabia // *Neurosciences.* – 2016. – Vol. 21(4). – P. 297–305.
4. Mercier, C., Bertrand A. M., Bourbonnais D. Differences in the magnitude and direction of forces during a submaximal matching task in hemiparetic subjects // *Exp. Brain Res.* – 2004. – Vol. 157(1). – P. 32–42.
5. Dewald, J. P., Beer R. F. Abnormal joint torque patterns in the paretic upper limb of subjects with hemiparesis // *Muscle Nerve.* – 2001. – Vol. 24(2). – P. 273–283.
6. Colombo, R., Cusmano I., Sterpi I., Mazzone A., Delconte C., Pisano F. Test-retest reliability of robotic assessment measures for the evaluation of upper limb recovery // *Neural Syst. Rehabil. Eng.* – 2014. – Vol. 22(5). – P. 1020–1029.
7. Лукашевич, В. А. Адаптивная кинезитерапия: теория и практика / В. А. Лукашевич. – Минск: Четыре четверти, 2021. – 236 с. ISBN 978-985-581-434-5.
8. Лукашевич, В. А., Пономарев В. В., Губкин С. В., Тарасевич М. И. Оценка эффективности терапии пациентов с инфарктом головного мозга по данным адаптивной кинематики // *Новости медико-биологических наук.* – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 175–181.
9. *The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF).* – Geneva: World Health Organization, 2001. – 342 p.
10. Alejandro, G., Sara L., Joan S., Eloy O., Josep M. T., Montserrat B. Evidence of chronic stroke rehabilitation interventions in activities and participation outcomes: systematic review of meta-analyses of randomized controlled trials // *Eur. J. of Physical and Rehabilitation Medicine.* – 2019. – Vol. 55(6). – P. 695–709.
11. Wolf, M. E., Sauer T., Alonso A., Hennerici M. G. Comparison of the new ASCO classification with the TOAST classification

Поступила 25.01.2023 г.