

Получена: 25 апреля 2019 / Принята: 4 мая 2019 / Опубликовано online: 30 июня 2019

УДК 612.766.1:57.022:007.51:616-78

АДАПТИВНАЯ КИНЕЗИТЕРАПИЯ В КОРРЕКЦИИ ДЕФЕКТОВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ У ПОСТИНСУЛЬТНЫХ ПАЦИЕНТОВ

**Владислав А. Лукашевич ¹,
Владимир В. Пономарев ¹,
Мечислав И. Тарасевич ²**

¹ Белорусская медицинская академия последипломного образования,

² 2-я клиническая больница г. Минск.
г. Минск, Республика Беларусь.

Резюме

Целью исследования являлась разработка и клиническая апробация новой концепции персонализированной реабилитации пациентов, перенесших мозговой инсульт в раннем восстановительном периоде, основанной на количественной идентификации дефекта функции пространственного ориентирования.

Материалы и методы. В исследовании приняло участие 59 человек: группа контроля - 26 здоровых добровольцев, группа пациентов №1 получавших комплексное лечение с однотипной программой адаптивной кинезитерапии - 18 человек и группа пациентов №2 включала 15 лиц (возраст лиц в группе 62,7 [68,9/61,1] лет), получавших комплексное лечение с персонализированной программой адаптивной кинезитерапии составляемой по результатам оценки функции качества восприятия окружающего пространства, качества восприятия криволинейных объектов и качества восприятия прямолинейных объектов.

Результаты исследования. В ходе исследования установлено, что применение разработанной нами методики персонализированной адаптивной кинезитерапии является клинически оправданным подходом, позволяющим достигать лучших результатов восстановления, обусловленных улучшением функции организации качественной структуры циклической локомоции и качеством восприятия окружающего пространства.

Ключевые слова: адаптивная кинезитерапия, многофункциональный тренажер «WOEX», качественная структура циклической локомоции, пространственное ориентирование.

Abstract

ADAPTIVE KINESITHERAPY IN THE CORRECTION OF SPATIAL ORIENTATION DEFECTS IN POST-STROKE PATIENTS

**Vladislav A. Lukashevich ¹,
Vladimir V. Ponomarev ¹,
Mechislav I. Tarasevich ²**

¹ Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education,

² 2nd Clinical Hospital, Minsk, Minsk, Republic of Belarus.

The aim of the research was the development and clinical approbation of the concept of personalized rehabilitation of patients who had a cerebral stroke in the early recovery period, based on the quantitative identification of the defect of the spatial orientation function.

Materials and methods. The study involved 59 people: the control group — 26 healthy volunteers, the group of patients No. 1 who received complex treatment with the same type of adaptive kinesitherapy program — 18 people and the group of patients No. 2 included 15 individuals (individuals in the group 62.7 [68.9 / 61.1] years) who received complex treatment with a personalized program of adaptive kinesitherapy compiled based on the results of the evaluation of the quality function of the perception of the surrounding space, the quality of the perception of curvilinear objects and the quality of the perception of rectilinear objects.

Results. The study found that the application of the technique of personalized adaptive kinesitherapy is a clinically justified approach to achieve better results, due to the improved function of the organization of the qualitative structure of cyclic locomotion and the quality of perception of the surrounding space.

Keywords: adaptive kinesitherapy, multifunctional “WOEX” simulator, qualitative structure of cyclic locomotion, spatial orientation.

Түйіндеме

ИНСУЛЬТТЕН КЕЙІНГІ НАУҚАСТАРДА КЕҢІСТІКТІК БАҒДАРЛЫҚ АҚАУЛАРДЫ ТҮЗЕТУДЕГІ БЕЙІМДЕЛГЕН КИНЕЗЕОТЕРАПИЯ

Владислав А. Лукашевич ¹,**Владимир В. Пономарев ¹,****Мечислав И. Тарасевич ²**¹ Беларусиялық медициналық жоғары оқу орнынан кейінгі білім беру академиясы,² 2-ші клиникалық аурухана, Минск қаласы, Беларусь Мемлекеті

Зерттеудің мақсаты кеңістіктік бағдарлау қызметінің ақауларын сандық анықтауға негізделген ерте қалпына келтіру кезеңінде церебральді инсульт болған науқастар үшін дербестендірілген оңалтудың жаңа тұжырымдамасын жасау және клиникалық апробациялау болды.

Зерттеудің материалдары мен әдістері: Зерттеуге 59 адам қатысты: бақылау тобы - 26 сау еріктілер, №1 науқастар тобы, бірдей бейімделген кинезотерапия бағдарламасы бойынша 18 адам, ал №2 науқастар тобына 15 адам кірді (62,7 топта [68,9 / 61,1] жыл), қоршаған орта кеңістігін қабылдаудың сапалы қызметін бағалау нәтижесі, қисық сызық объектілерін қабылдау сапасы және сызықты объектілерді қабылдау сапасы бойынша жасалған адаптивті кинезотерапияның жеке бағдарламасымен кешенді емделді.

Зерттеу нәтижесі: Зерттеу біз әзірлеген дербестелген адаптивті кинезотерапия әдісін қолдану циклдық қозғалыс сапалық құрылымын және қоршаған кеңістіктің қабылдау сапасын жақсарту есебінен жақсы қалпына келтіру нәтижелеріне қол жеткізуге мүмкіндік беретін клиникалық негізделген тәсіл болып табылады.

Түйінді сөздер: адаптивті кинезотерапия, көпфункционалды «WOEX» симуляторы, циклдік қозғалыс сапалық құрылымы, кеңістіктік бағдарлау.

Библиографическая ссылка:

Лукашевич В.А., Пономарев В.В., Тарасевич М.И. Адаптивная кинезитерапия в коррекции дефектов пространственного ориентирования у постинсультных пациентов // Наука и Здоровоохранение. 2019. 3 (Т.21).С. 108-115.

Lukashevich V.A., Ponomarev V.V., Tarasevich M.I. Adaptive kinesiterapy in the correction of spatial orientation defects in post-stroke patients // *Nauka i Zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2019, (Vol.21) 3, pp. 108-115.

Лукашевич В.А., Пономарев В.В., Тарасевич М.И. Инсульттен кейінгі науқастарда кеңістіктік бағдарлық ақауларды түзетудегі бейімделген кинезотерапия // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2019. 3 (Т.21). Б. 108-115.

Введение: более 20% (20-50%) лиц, выживших после мозгового инсульта (МИ), имеют проблемы с памятью и другими когнитивными функциями [13,14,16]. При этом для правосторонней локализации МИ характерен неоптимальный процесс обработки визуально-пространственной информации [13,5,6]. Пространственное ориентирование (ПО) является важной интегральной функцией височно-теменных областей головного мозга, позволяющее выполнять дифференцирование текущей ситуации на две составляющие: вестибулярная перцепция движения и вестибулярная ориентация, отвечающих на соответствующие вопросы: «я перемещаюсь (как быстро я перемещаюсь и в какую сторону)?»; «где я нахожусь?» [15, 8]. Эффективная адаптация в окружающем пространстве является более сложным нейрофизиологическим феноменом, затрагивающим межуровневое взаимодействие различных сенсорных систем [7, 12] и определяющим запуск индивидуальных

двигательных адаптивных реакций в замкнутой биосистеме.

В настоящее время в комплексной терапии пациентов, перенесших МИ развивается направление фенотип-ориентированного лечения по критериям вариабельности этиопатогенетических механизмов [16]. При этом концепция персонализированной реабилитации данной категории пациентов остается не реализованной в виду «однотипности» существующих подходов и, вероятнее всего, по причине «сложности» идентификации природы формирования биокинематического дефекта.

Таким образом, одним из маркеров «пластичности» центральной нервной системы может являться функция ПО, дефект которой формировать уникальную индивидуальную картину нарушений в сложной системе поддержания эффективного взаимодействия в замкнутой системе человек-окружающее пространство (двигательное поле).

Целью исследования являлась разработка и клиническая апробация концепции персонализированной реабилитации пациентов, перенесших МИ в раннем восстановительном периоде, основанной на количественной идентификации дефекта функции ПО.

Материал и методы

Данные настоящего исследования представлены в виде медианы (Me), верхнего (UQ) и нижнего (LQ) квартилей: Me[UQ/LQ]. В исследовании приняло участие 59 человек. Группа контроля состояла из 26 здоровых добровольцев в возрасте 39,4 [47,1/31,3] лет. После последовательной рандомизации методом слепого вытягивания карточек (лототрон) пациенты с клинически установленным диагнозом МИ были разделены на две группы.

Группа пациентов №1 включала 18 человек (возраст лиц в группе 61,1 [69,5/59,2] года), получавших комплексное лечение с однотипной программой адаптивной кинезитерапии (АК).

Группа пациентов №2 включала 15 лиц (возраст лиц в группе 62,7 [68,9/61,1] лет), получавших комплексное лечение с персонализированной программой АК, составляемой по результатам оценки качества восприятия окружающего пространства (КВОП), качества восприятия криволинейных объектов (КВКО) и качества восприятия прямолинейных объектов (КВПО).

Критерии включения пациентов в исследование: подтвержденный при нейровизуализации диагноз МИ, умеренно выраженный контралатеральный гемипарез, легкие координаторные нарушения, а также желание пациента.

Критерии исключения: повторные МИ в течении последнего года, период времени от начала заболевания до 3-х недель и позже 6-ти месяцев, значительное и выраженное нарушение сенсорных функций зрения и слуха затрудняющие способность к ориентации, резко выраженное или полное нарушение физической независимости, умеренное, значительное и резко выраженное нарушение общения в том числе речи (афазия, дизартрия), деформирующий остеоартроз одного или двух коленного и/или тазобедренного суставов II-III степени, любые субъективные жалобы негативного характера, возникшие в ходе проведения исследования, отказ от участия в исследовании, участие в ином клиническом испытании.

Всем пациентам на протяжении 20[23/19] дней проводилась стандартное комплексное лечение в виде медикаментозной терапии, физиотерапии и лечебной физкультуры, дополненная сеансами АК, проводимой на многофункциональном роботизированном тренажере по стандартизированной методике [7] и тренажере «WOEX» (Производства Сингапур) обеспечивающего независимое передвижение в пространстве и тренировку управляемой ходьбы. Техническое решение «WOEX» представляет собой управляемую пациентом передвижную раму с системой гравитационной разгрузки тела и силовыми приводами, соединенными с ортопедическими

модулями на теле пациента, посредством гибких подвижных элементов (рисунок 1).



Рисунок 1. Многофункциональный роботизированный тренажере «WOEX».

Технология «WOEX» реализует весь спектр пространственных перемещений пациента в произвольном и автоматическом режиме, с выполнением адекватной биомеханики шагового движения.

Всем участникам исследования перед началом эксперимента, а пациентам после окончания лечения выполнялась оценка качественной структуры циклической локомоции (КСЦЛ), а также тестирование на предмет оценки качества восприятия окружающего пространства (КВОП), качества восприятия криволинейных объектов (КВКО) и качества восприятия прямолинейных объектов (КВПО).

Оценка КСЦЛ представляет собой тестирование с выполнением шагового движения «на месте» в течении 30 сек., при котором с датчика, закрепленного на заинтересованной нижней конечности с частотой 50 Гц снимаются показатели суммарного ускорения в мм/с². Далее, показатели преобразуются методом спектрального анализа в полосы: от 1 до 10 Гц (полоса №1), от 11 до 25 Гц (полоса №2), от 26 до 40 Гц (полоса №3) и от 41 до 60 Гц (полоса №4). С целью предотвращения падения обследование пациентов выполнялось в системе гравитационной разгрузки тренажера «WOEX».

При оценке КВОП. Пациенту дается задание воспроизвести рисунок, на котором в центре квадрата изображена окружность, внутри которой, согласно расположению часов циферблата, проставлены точки (рисунок 2).

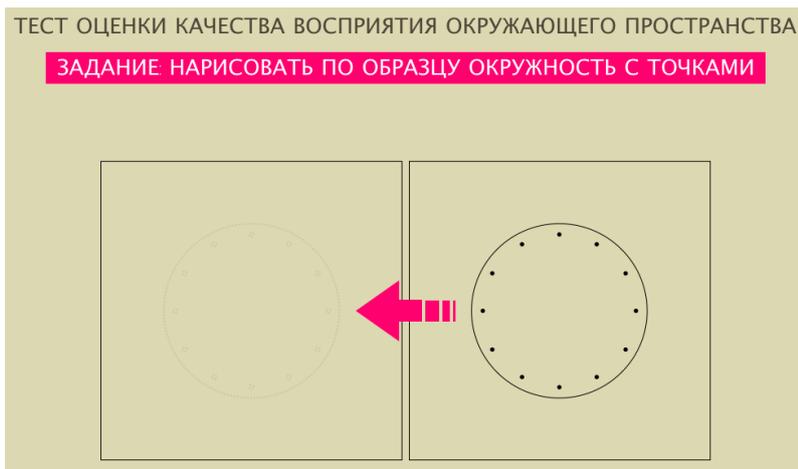


Рисунок 2. Тестовое задание для оценки функции КВОП.

При выполнении теста оценивается:

- 1) расположение окружности по отношению к центру квадрату;
- 2) расположение точек в пределах окружности;
- 3) расположение точек на равноудаленном расстоянии друг от друга по окружности;
- 4) соответствие количества проставленных точек числу 12;
- 5) замещение формы точки иной другой фигурой;
- 6) смещение точки в секторе циферблата по радиусу к центру.

Оценка полученных результатов построена на гипотезе 100% результата, при которой за каждую ошибку по выше обозначенному разделу от 100% отнимается от 5 до 15%. Дополнительно, при наличии ошибки в воспроизведении точек по сектору циферблата, например, при пропуске точки или ее смещении, вычитается соответствующий для нее процент: сектор 1 – 10%; сектор 2 – 9%; сектор 3 – 10%; сектор 4 – 7%; сектор 5 – 6%; сектор 6 – 4%; сектор 7 – 6%; сектор 8 – 7%; сектор 9 – 10%; сектор 10 – 9%; сектор 11 – 10%; сектор 12 – 12%.

Выполнение теста на оценку КВКО (рисунок 3) заключается в том, сто вместо точек обследуемому лицу предлагается изобразить треугольники, обращенные вершинами к центру окружности, а при

тестировании КВПО – окружности (рисунок 4). При этом размеры вписанных треугольников и окружностей не имеют диагностического значения. В результате тестирования получают количественные параметры качества оцениваемой функции, а также направления с наиболее выраженным нарушением.

Прикладное применение тестирований в группе пациентов №2 с радиальным определением «дефективных секторов» (при оценке КВОП) являлось соответствующим углом, на который выполнялся управляемый поворот пациента в пространстве с последующим дальнейшим пространственным перемещением. Наличие «дефективных секторов» при оценке КВКО являлось соответствующим направлением, в котором выполнялась двухэтапная пассивная кинезитерапевтическая активация заинтересованных конечностей в крупных суставах, например, перемещение руки, согнутой в локтевом суставе, в сторону «дефектного сектора» с последующим разгибанием предплечья, и, далее, обратным сгибанием в локте и возвращением в исходное положение. Наличие «дефективных секторов» при оценке КВПО являлось соответствующим направлением активно-пассивного перемещения пораженных конечностей пациента в крупных суставах в виде «маховых» паттернов.

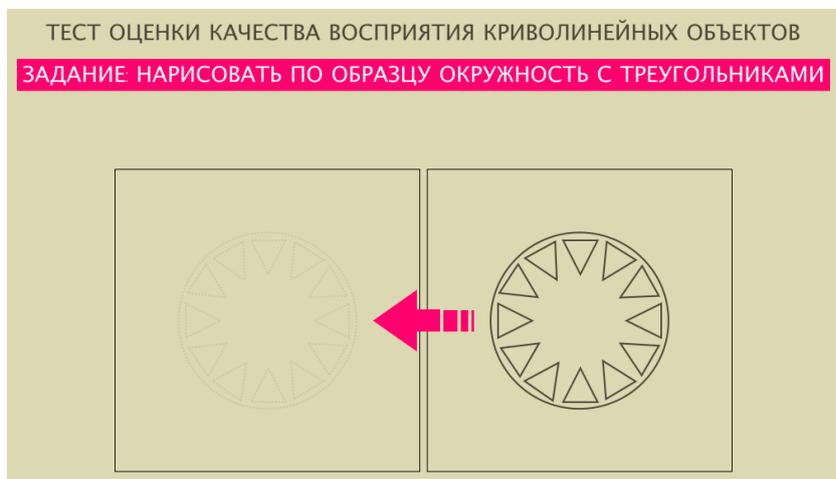


Рисунок 3 – Тестовое задание для оценки функции КВКО.

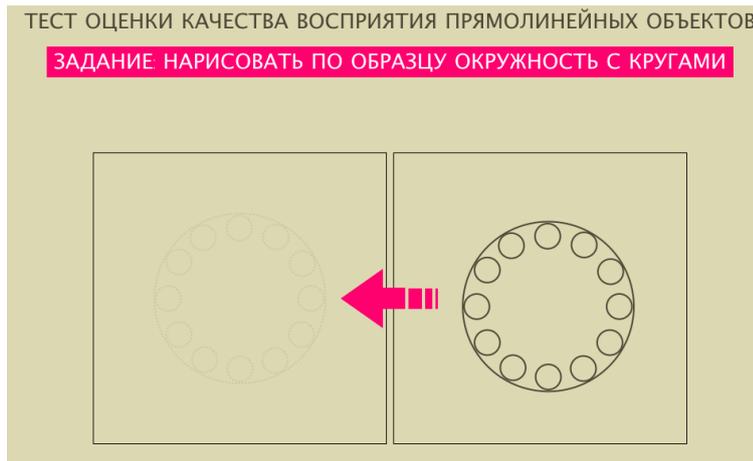


Рисунок 4. Тестовое задание для оценки функции КВПО.

При сравнении двух независимых групп использовался критерий Манна - Уитни (M-U), при сравнении двух зависимых групп - Вилкоксона (W), для определения корреляционных связей между явлениями - критерий Спирмана с коэффициентом корреляции (R). Уровень размера эффекта определяли Cohen's d.

Альтернативная гипотеза принималась при уровне статистической значимости 0,05.

Результаты

Полученные результаты в обследуемых группах до и после лечения представлены ниже, в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты оценки КСЦЛ, КВОП, КВКО и КВПО.

Параметр	Здоровые добровольцы (n=26)	Группа пациентов №1 (n=18)		Группа пациентов №2 (n=15)		
		до лечения	после лечения	до лечения	после лечения	
КСЦЛ (в мм ² /с ²)	Полоса №1	14,1 [16,3/9,1]	4,8 [7,6/3,7]	7,2 [9,1/5,1]	5,2 [6,9/3,5]	9,3 [11,6/8,2]
	Полоса №2	5,2 [10,9/4,9]	3,2 [5,0/2,9]	4,9 [6,0/3,2]	3,3 [5,4/3,7]	5,1 [7,3/4,1]
	Полоса №3	4,4 [6,7/4,0]	1,2 [1,5/0,7]	3,5 [4,4/2,2]	1,4 [1,7/1,2]	3,9 [4,5/2,8]
	Полоса №4	3,2 [4,1/2,3]	1,0 [1,3/0,6]	2,3 [2,6/1,7]	1,1 [1,4/0,3]	2,4 [2,7/1,4]
КВОП (в %)	91,0 [96,1/91,1]	<u>66,2</u> [72,1/63,9]	68,4 [78,0/60,0]	65,4 [74,5/62,9]	84,4 [89,2/77,5]	
КВКО (в %)	94,1 [96,7/91,5]	60,2 [69,5/53,8]	70,7 [74,2/66,0]	62,5 [71,4/51,5]	86,0 [89,0/76,5]	
КВПО (в %)	95,2 [98,1/92,2]	53,5 [65,5/48,2]	74,1 [78,0/65,3]	55,3 [61,2/51,3]	77,7 [84,6/70,0]	

При сравнении значений ускорений в группах №1 и №2 в спектральных полосах №№1-4 до лечения установлены достоверные различия с контрольной группой. При сравнении значений ускорений в группах №1 и №2 после проведенного лечения в спектральной полосе №4 достоверных отличий между ними не выявлено. При сравнении значений ускорений в группах №1 и №2 после проведенного соответствующего лечения в спектральных полосах №№1-3 установлены значимые отличия со статистически большими значениями во второй группе, при этом уровень корреляционной связи в спектральной полосе №1 установлен как умеренный, в спектральных полосах №2 и 3 – слабый. При сравнении значений показателей КВОП, КВКО и КВПО в группе пациентов №1 и №2 до лечения с контрольной группой, установлены значимые отличия со статистически большими значениями

показателей в контрольной группе. В группе пациентов №2 выявлены статистически большие значения показателей КВОП, КВКО и КВПО после окончания проведения соответствующего лечения в сравнении с группой №1. В группе пациентов №1 при анализе значений показателя КВОП до и после лечения достоверных различий не выявлено, при этом установлены достоверные различия в значениях показателя после проведенного лечения в сравнении с группой №2 с большим значением в последней. При анализе значений показателей КВКО и КВПО в группе №1 отмечаются статистически большие результаты после проведенного комплексного лечения, вместе с тем, в сравнении с аналогичными результатами группы №1, в группе пациентов №2 установлены статистически большие значения. Визуальные феномены оценки КВОП, КВКО и КВПО представлены на рисунке 5.

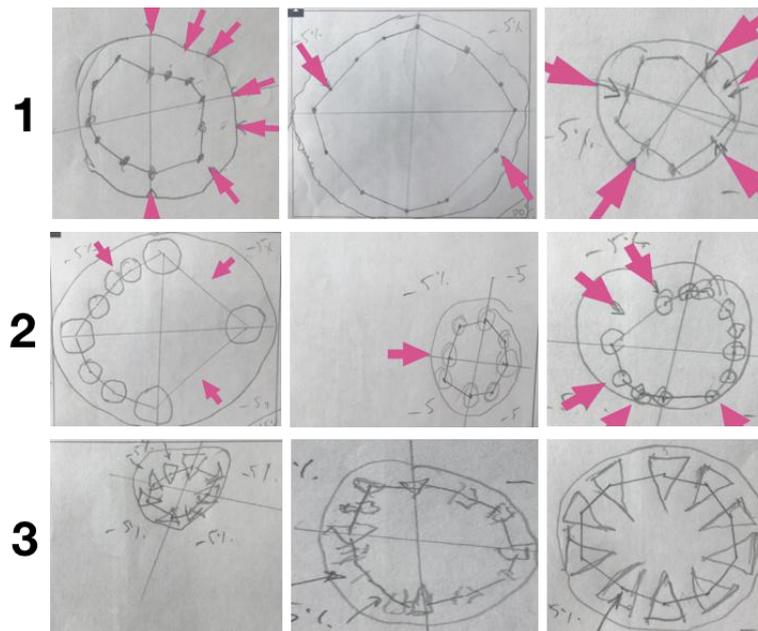


Рисунок 5 – Некоторые результаты тестирования КВОП(1), КВКО(2) и КВПО(3).

Обсуждение результатов

Анализ современных литературных источников позволяет утверждать, что МИ является мультидисциплинарной проблемой, имеющей медицинскую, социальную и экономическую направленность, с единым связующим элементом в виде нейрореабилитации, которая занимает ведущую роль в комплексной терапии и может быть представлена широким многообразием техник, особое место среди которых, занимают роботизированные реабилитационные комплексы [4]. Вместе с тем прогностическая эффективность проводимого лечения МИ обуславливается персонализированным подбором программы комплексной терапии, исходя из критериев фенотипирования [3]. Индивидуализированная кинезитерапия в виде адаптивных техник с выбором методик, направленных на формирование эффективных двигательных адаптаций, в большей своей части, имеет субъективный, стохастический подход [10, 17] при нарушениях координаторного обеспечения суставной кинематики [9], и, практически отсутствует, при коррекции системы пространственного ориентирования [1]. При этом в клинической нейрореабилитации полностью отсутствуют методы количественной оценки качества восприятия окружающего пространства, а имеющиеся тесты с рисованием крайне трудны для выполнения и не имеют четких стандартизированных критериев.

Эффективность ПО обеспечивается посредством тонкого баланса между полимодальными сенсорными системами (зрительной, вестибулярной и проприоцептивной), меняющимся в зависимости от текущих средовых условий [7] и пространственного перемещения частей тела [12]. В настоящее время для оценки функции ПО и топографической дезориентации предложен тест «воспоминания когнитивной карты» [6], который на ряду с другими нейропсихологическими тестами не дает представление о количественном размере имеющегося дефекта.

Согласно рефлекторной теории И.М. Сеченова взаимодействие человека с внешним миром является постоянным физиологическим процессом. По представлению психонейробиомеханической теории Н.А. Бернштейна в ходе данного взаимодействия человек активно преодолевает разнообразного рода средовые неопределенности полимодальные характера и формирует персональные приспособительные моторные реакции, как на уровне «внутренней схемы тела», так и на уровне окружающего пространства, которое в свою очередь можно разделить на два поля: двигательное и внешнее.

Внутренняя зона окружающего пространства является двигательным полем, в котором происходит реализация моторных программ, а, расположенное снаружи пространство, является внешним полем. Границей между этими зонами служит условная полусфера, определяемая длиной вытянутых конечностей при выполнении всего возможного кинематического объема. Помимо территориальных различий, двигательное и внешнее эти поля имеют перцептивные отличия. Так, двигательное поле имеет визуальное, тактильное и проприоцептивное восприятие. Внешнее поле, как правило, имеет визуальный и аудиальный перцептивные компоненты. Окружающее пространство, вне зависимости от удаленности, с позиции восприятия, оценки и интегральной обработки, имеет единый зрительный канал. Качественный визуальный контакт с объектами внешнего пространства определяет эффективность взаимодействия субъекта с ними на всех основных этапах выполнения сложной локомоции: стратегического планирования, тактической реализации, коррекции текущих ошибок и анализа полученного результата. Окружающее пространство обладает метрическими и топологическими свойствами на предметном и смысловом уровнях. Так, формы объектов окружающего пространства имеют прямолинейные и искривленные линии, комбинации

которых составляют сложные образы воспринимаемых конкретно тел с четкой смысловой ролью. Визуальное восприятие объектов: их размеров, положения в различных секторах окружающего пространства по отношению друг к другу и самому субъекту, а также контроль сложных траекторий при взаимном перемещении определяют функцию оптико-пространственного гнозиса, которая, в свою очередь, является основополагающей в выборе рациональной двигательной стратегии и эффективной адаптации.

Изменения в функционировании кинематических звеньев опорно-двигательного аппарата, возникающие по целому ряду причин, приводят к пространственным деформациям двигательного поля, и, соответственно, искажению сенсорного восприятия окружающего пространства, проявляющегося дефектами формирования топологической картины внешнего пространства, а также нарушениям качественной структуры сложных локомоций (2).

Таким образом, идентификация направления (сектора) с имеющим место искаженным визуальным восприятием топологических, метрических и предметных характеристик объектов окружающего пространства на уровне внешнего поля указывает на наличие дефектов со стороны двигательного поля. Данный диагностический признак может быть использован при выборе таргетированного направления, в котором следует выполнять пространственное ориентирование кинезитерапевтических комплексов. Вместе с тем, для выбора характера кинезитерапевтических упражнений, является важной оценка дефектов предметного уровня в виде нарушений восприятия прямых и искривленных линий.

Выводы. Применение методики персонализированной адаптивной кинезитерапии, основанной на результатах оценки качества восприятия окружающего пространства, качества восприятия криволинейных и прямолинейных объектов, в комплексной терапии пациентов с умеренно выраженным гемипарезом развившемся в результате перенесенного МИ - является новым подходом, позволяющим достигать статистически значимых клинических улучшений, в большей степени связанных с восстановлением качественной структурой циклической локомоции и качеством восприятия окружающего пространства.

Идентификация нарушений функции восприятия окружающего пространства расчетом показателей КВОП, КВПО и КВКО по разработанной инновационной методике может использоваться в клинической практике как средство формирования программы фенотип ориентированной (адаптивной) кинезитерапии.

Литература:

1. Лукашевич В.А. Концептуальные подходы в оценке пространственной ориентации // Доклады БГУИР. 2016. №7(101). С.16-20.
2. Лукашевич В.А., Пономарев В.В., Манкевич С.М., Тарасевич М.И. Адаптивная кинезитерапия в комплексной реабилитации постинсультных пациентов

// Инновационные технологии в медицине. 2018. Т 6. № 4. С.295-305.

3. Сидорович Э.К. Роль фенотипирования по критериям ASC в установлении variability этиопатогенетических механизмов и разработке схем фенотип-ориентированного лечения инфаркта мозга при атеросклерозе экстракраниальных артерий // Лечеб. дело. 2016. No 4. С. 7–16.

4. Bruni M.F., Melegari C., De Cola M.C., Bramanti A., Bramanti P., Calabrò R.S. What does best evidence tell us about robotic gait rehabilitation in stroke patients: A systematic review and meta-analysis // J. Clin Neurosci. 2018. Vol. 48. P. 11–17.

5. Campos T.F., Barroso M.T., de Lara Menezes A.A. Encoding, storage and retrieval processes of the memory and the implications for motor practice in stroke patients // NeuroRehabilitation. 2007. Vol. 26. №2. P.135-142.

6. Descloux V., Maurer R. Cognitive map recall test: A new specific test to assess topographical disorientation // Appl. Neuropsychol Adult. 2018. Vol. 25. №2. P.91-109.

7. Glasauer S., Amorim M.A., Viaud-Delmon I., Berthoz A. Differential effects of labyrinthine dysfunction on distance and direction during blindfolded walking of a triangular path. // Exp Brain Res. 2002. Vol. 145. №4. P. 489–497.

8. Kaski D., Quadir S., Nigmatullina Y., Malhotra P.A., Bronstein A.M., Seemungal B.M. Temporoparietal encoding of space and time during vestibular-guided orientation // Brain. 2016. Vol. 139, №2. P. 392–403.

9. Lamontagne A., De Serres S.J., Fung J., Paquet N. Stroke affects the coordination and stabilization of head, thorax and pelvis during voluntary horizontal head motions performed in walking // Clin. Neurophysiol. 2005. Vol. 116. №1. P. 101–111.

10. Lukashovich U. Adaptive kinezotherapy in early rehabilitation of patients with mild coordination defects // World Science. 2017. Vol. 6. № 4 (20). P. 4–7.

11. Miller E.L., Murray L., Richards L., Zorowitz R.D., Bakas T., Clark P., Billinger S.A. Comprehensive overview of nursing and interdisciplinary rehabilitation care of the stroke patient: a scientific statement from the American Heart Association. // Stroke. 2010. Vol. 41. P. 2402–2448.

12. Nigmatullina Y., Hellyer P.J., Nachev P., Sharp D.J., Seemungal B.M. The neuroanatomical correlates of training-related perceptuo-reflex uncoupling in dancers // Cereb Cortex. 2015. Vol. 25. №2. P. 554–562.

13. Nys G.M., Van Zandvoort M.J., De Kort P.L., Jansen B.P., Van der Worp H.B., Kappelle L.J., De Haan E.H. Domain-specific cognitive recovery after first-ever stroke: a follow-up study of 111 cases // J Int Neuropsychol Soc. 2005. Vol. 11 №7. P. 795–806.

14. Rasquin S.M., Verhey F.R., Lousberg R., Winkens I., Lodder J. Vascular cognitive disorders: memory, mental speed and cognitive flexibility after stroke. // J Neurol Sci. 2002. Vol. 15. № 203-204. P. 115–9.

15. Seemungal B.M. The cognitive neurology of the vestibular system // Curr Opin Neurol. 2014. Vol. 27, № 1. P. 125–132.

16. Snaphaan L., de Leeuw F.E. Poststroke memory function in nondemented patients: a systematic review on frequency and neuroimaging correlates // Stroke – 2007. Vol. 38, №1. P. 198–203.

17. Yavuzer G., Oken O., Elhan A., Stam H.J. Repeatability of lower limb three-dimensional kinematics in patients with stroke // *Gait Posture*. 2008. Vol. 27. №1. P. 31–35.

References:

1. Lukashovich V.A. Kontseptual'nye podkhody v otsenke prostranstvennoy orientatsii [Conceptual approaches to the assessment of spatial orientation]. *Doklady BGUIR*. [Reports of BSUIR] 2016. №7(101). pp.16-20. [in Russian]
2. Lukashovich V.A., Ponomarev V.V., Mankevich S.M., Tarasevich M.I. Adaptivnaya kineziterapiya v kompleksnoy reabilitatsii postinsul'tnykh patsientov [Adaptive kinesitherapy in the comprehensive rehabilitation of post-stroke patients]. *Innovatsionnye tekhnologii v meditsine* [Innovative technologies in medicine]. 2018. T 6. № 4. pp.295-305. [in Russian]
3. Sidorovich E.K. Rol' fenotipirovaniya po kriteriyam ASC v ustanovlenii variabel'nosti etiopatogeneticheskikh mekhanizmov i razrabotke skhem fenotip-orientirovannogo lecheniya infarkta mozga pri aterockleroze ekstrakranial'nykh arteriy [The role of phenotyping according to ASC criteria in establishing the variability of etiopathogenetic mechanisms and the development of schemes for phenotype-oriented treatment of cerebral infarction in atherosclerosis of extracranial arteries]. *Lechebnoye delo* [Medical business]. 2016. No 4. pp. 7–16. [in Russian]
4. Bruni M.F., Melegari C., De Cola M.C., Bramanti A., Bramanti P., Calabrò R.S. What does best evidence tell us about robotic gait rehabilitation in stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *J. Clin Neurosci*. 2018. Vol. 48. P. 11–17.
5. Campos T.F., Barroso M.T., de Lara Menezes A.A. Encoding, storage and retrieval processes of the memory and the implications for motor practice in stroke patients. *NeuroRehabilitation*. 2007. Vol. 26. №2. P.135-142.
6. Descloux V., Maurer R. Cognitive map recall test: A new specific test to assess topographical disorientation. *Appl. Neuropsychol Adult*. 2018. Vol. 25. №2. P.91-109.
7. Glasauer S., Amorim M.A., Viaud-Delmon I., Berthoz A. Differential effects of labyrinthine dysfunction on distance

and direction during blindfolded walking of a triangular path. *Exp Brain Res*. 2002. Vol. 145. №4. P. 489–497.

8. Kaski D., Quadir S., Nigmatullina Y., Malhotra P.A., Bronstein A.M., Seemungal B.M. Temporoparietal encoding of space and time during vestibular-guided orientation. *Brain*. 2016. Vol. 139, №2. P. 392–403.
9. Lamontagne A., De Serres S.J., Fung J., Paquet N. Stroke affects the coordination and stabilization of head, thorax and pelvis during voluntary horizontal head motions performed in walking. *Clin. Neurophysiol*. 2005. Vol. 116. №1. P. 101–111.
10. Lukashovich U. Adaptive kinezitherapy in early rehabilitation of patients with mild coordination defects. *World Science*. 2017. Vol. 6. № 4 (20). P. 4–7.
11. Miller E.L., Murray L., Richards L., Zorowitz R.D., Bakas T., Clark P., Billinger S.A. Comprehensive overview of nursing and interdisciplinary rehabilitation care of the stroke patient: a scientific statement from the American Heart Association. *Stroke*. 2010. Vol. 41. P. 2402–2448.
12. Nigmatullina Y., Hellyer P.J., Nachev P., Sharp D.J., Seemungal B.M. The neuroanatomical correlates of training-related perceptuo-reflex uncoupling in dancers. *Cereb Cortex*. 2015. Vol. 25. №2. P. 554–562.
13. Nys G.M., Van Zandvoort M.J., De Kort P.L., Jansen B.P., Van der Worp H.B., Kappelle L.J., De Haan E.H. Domain-specific cognitive recovery after first-ever stroke: a follow-up study of 111 cases. *J Int Neuropsychol Soc*. 2005. Vol. 11 №7. P. 795–806.
14. Rasquin S.M., Verhey F.R., Lousberg R., Winkens I., Lodder J. Vascular cognitive disorders: memory, mental speed and cognitive flexibility after stroke. *J Neurol Sci*. 2002. Vol. 15. № 203-204. P. 115–9.
15. Seemungal B.M. The cognitive neurology of the vestibular system. *Curr Opin Neurol*. 2014. Vol. 27, №1. P. 125–132.
16. Snaphaan L., de Leeuw F.E. Poststroke memory function in nondemented patients: a systematic review on frequency and neuroimaging correlates. *Stroke – 2007*. Vol. 38, №1. P. 198–203.
17. Yavuzer G., Oken O., Elhan A., Stam H.J. Repeatability of lower limb three-dimensional kinematics in patients with stroke. *Gait Posture*. 2008. Vol. 27. №1. P. 31–35.

Контактная информация:

Пономарев Владимир Владимирович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой неврологии и нейрохирургии Белорусская медицинская академия последипломного образования, г. Минск, Республика Беларусь.

Почтовый адрес: Республика Беларусь, 220013, г. Минск ул. П. Бровки, д. 3, к. 3

E-mail: uoo@belmapo.by,

Телефон: + 375 17 295-43-48