

Кубряк О.В., Панова Е.Н.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина», 125315, Москва, Россия

Широкое использование в медицинской реабилитации различных типов биологической обратной связи, реализуемой при погружении пациента в искусственную информационную (виртуальную, дополненную) среду, ставит важный вопрос о терминологии, определениях, выделении различий, выборе таких искусственных реальностей. В действующей Номенклатуре медицинских услуг (приказ Минздравсоцразвития РФ от 27.12.2011 № 1664н) к позициям, касающимся возможного использования виртуальных сред, можно отнести, например, коды А19.03.001.014 «Тренировка с биологической обратной связью по опорной реакции при травме позвоночника» или А19.03.001.017 «Тренировка с биологической обратной связью по кинезиологическому образу движения при травме позвоночника» и др. Использование виртуальных сред и объектов в релаксационных, не кодируемых в качестве медицинских услуг целях также сегодня достаточно распространено в лечебно-профилактических учреждениях санаторного типа. Цель данного обзора – попытка обозначить и представить проблему в контексте медицинской реабилитации в виде междисциплинарного изложения с последовательным информационным синтезом, предоставить врачам восстановительной медицины и другим специалистам ориентированную интерпретацию материала по данному направлению.

Ключевые слова: виртуальная среда; виртуальная реальность; виртуальность; биологическая обратная связь; биоуправление; тактильная обратная связь; медицинская реабилитация; сенсорное обеспечение; термины.

Для цитирования: Кубряк О.В., Панова Е.Н. Определение понятий виртуальной реальности в медицинской реабилитации. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2017; 16 (2): 70-72.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2017-16-2-70-72>

Для корреспонденции: Кубряк Олег Витальевич, канд. биол. наук, зав. лабораторией физиологии функциональных состояний человека ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина», 125315, Москва, Российская Федерация. E-mail: o.kubryak@nphys.ru.

Kubryak O.V., Panova E.N.

THE DEFINITION OF THE TERM OF «VIRTUAL REALITY» IN THE CONTEXT OF MEDICAL REHABILITATION

Federal state budgetary scientific institution «P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology», Federal Agency for Scientific Organizations of the Russian Federation, 125315, Moscow, Russia

The extensive application of various types of biological feedback mechanisms for the purpose of medical rehabilitation, e.g. as exemplified by «immersion» of the patient in the synthetic («virtual», «enhanced») environment, poses an important problem concerning the terminology, definitions, identification of the differences, and the selection of such artificial realities. In the current Nomenclature of medical services introduced into the clinical practice by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation (No 1664n dated 27.12.2011), the following codes can be attributed to the items concerning the possible use of virtual environments: А19.03.001.014 «Training with biological feedback from the support reaction in patients presenting with spinal injury» or А19.03.001.017 «Training with biofeedback via the kinesiography image of the manner of motion in the patients suffering from spinal injury», etc. At present, the use of the virtual environments and objects for the purpose of relaxation which are yet not coded as the medical services is extensively practiced at the treatment-and-prophylactic establishments of the spa and health resort type. This brief review is perhaps the first or one of the first attempts to explicitly define and represent the multidisciplinary approach to the problem being analyzed in the context of medical rehabilitation with the consistent information synthesis. The aim of the present work was to provide rehabilitation medicine professionals and other specialists with the information pertaining to the interpretation of the materials having a bearing on the main line of these studies.

Keywords: virtual environment; virtual reality; virtuality; biological feedback; bioregulation; haptic feedback; medical rehabilitation; sensory support; terms.

For citation: Kubryak O.V., Panova E.N. The definition of the term of «virtual reality» in the context of medical rehabilitation. *Fizioterapiya, Bal'neologiya i Reabilitatsiya (Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation)*. 2017; 16 (2): 70-72. (In Russ.).
DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2017-16-2-70-72>

For correspondence: Oleg V. Kubryak, PhD, Head of laboratory of physiology of human functional states, Federal state budgetary scientific institution «P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology», Federal Agency for Scientific Organizations of the Russian Federation, 125315, Moscow, Russian Federation. E-mail: o.kubryak@nphys.ru.

Information about authors:

Kubryak O.V., <http://orcid.org/0000-0001-7296-5280>; Panova E.N., <http://orcid.org/0000-0002-8449-716X>.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received 6 March 2017
Accepted 13 March 2017

Проблема выбора виртуальной среды

Технически виртуальная реальность, или объект дополненной реальности, обеспечивается работой специальной компьютерной программы. Удобство, направленность, вид интерфейса, «юзабилити» [1] программных средств, способ передачи сигнала искусственной обратной связи могут быть весьма разнообразными, и типы виртуальных сред, таким образом, различаются. В многообразии обычных компьютерных игр взаимодействие человека с виртуальными объектами, в отличие от процедур с биоуправлением, обеспечивается, как правило, традиционным ручным управлением, например джойстиком или с клавиатуры. Дизайн игровой среды касается «игрового мира», создания правил и алгоритмов, а также персонажей, различных объектов и игровых миссий. Кроме того, к дизайну относят создание игровых текстов, диалогов и инструкций, создание уровней игры и интерфейсов [2]. Обычно дизайнеры компьютерных игр разрабатывают прототипы, которые служат для предварительной оценки взаимодействия человека с игрой, или же используют готовые программы-прототипы с заранее известной «физикой» и «механикой» игры. Разработчики метафорически отмечают, что прототипирование – сердце процесса [3]. Аналогично, при создании медицинских приложений, организации биологической обратной связи, погружении пациента в искусственную информационную среду необходимо понимание или приближение к пониманию того, как будет осуществляться взаимодействие человека с этой средой. Для типизации реабилитационных процедур с биологической обратной связью ранее нами были предложены в качестве критериев позиционные, информационные (по виду канала обратной связи), средовые, целевые характеристики, а также параметры управления [4]. Средовые характеристики здесь – это физические законы, устанавливаемые для управляемого виртуального объекта или виртуальной среды. Таким образом, зависимый характер взаимодействия реального человека с явлениями виртуальности может обеспечивать или не обеспечивать конкретные цели медицинской реабилитации. Иными словами, виртуальные среды – это многообразное явление, не все виртуальные среды могут быть полезны, а их верный выбор является актуальной задачей в реабилитационных процедурах.

Виртуальная реальность и модификация сенсорного окружения

Принципиальным в обсуждаемом контексте является ясное позиционирование искусственных информационных сред с уточнением определений, связанных с реабилитационным процессом. Понятие «виртуальная реальность» для медицины обычно определяют так же, как и в других областях, отталкиваясь от распространенного в 1980-е годы представления J. Lanier [5] как процесса взаимодействия человека с виртуальным окружением [6].

Следует отметить, что известный в СССР популяризатор науки Л.Н. Мельников полагал первым ука-

занием на зарождение виртуальной реальности слова К.Э. Циолковского: «...космонавт будет подобен старику, скучающему по Родине... эту жажду можно частью удовлетворить чтением книг о земной жизни и картинами Земли» [7]. Предлагался автором и способ с устройством для нервно-психической релаксации [8], отличающимся интерактивным цветомузыкальным воздействием, например в соответствии с параметрами дыхания человека. Распространившиеся впоследствии «комнаты психологической разгрузки» связаны с организацией особых сенсорных ощущений, чаще визуальных и акустических. Как правило, нахождение человека в такой комнате не считается погружением в виртуальную реальность.

Тактильная обратная связь

Высказывалась и идея электромиографических (осязаемых) воздействий [7]. Сегодня осязаемые, тактильные или вибротактильные искусственные обратные связи обычно определяют в иностранной литературе как «haptic feedback» [9]. В реабилитации и абилитации этот вид организации искусственных биологических связей чаще всего касается терапии сенсорных нарушений, а также, например, создания искусственных конечностей. Носимые или встроенные в одежду приспособления обеспечивают дополнительную сенсорику взамен сигналов от утраченных частей тела или для восстановления нормального сенсорного обеспечения, в том числе при нарушениях осанки и походки. Много исследований с haptic feedback касаются нейрореабилитации [10], можно сказать, на практике связывая двигательную и когнитивную сферы. Новейшие зарубежные работы [11], полагаем, приближаются к предложенной в СССР и развиваемой в России концепции «схемы тела» [12]. Иногда виртуальную реальность определяют в реабилитации инвалидов как метод комбинации тактильных управляющих воздействий (например, в роботизированных устройствах) с искусственной информационной средой [13]. Широкая перспектива haptic feedback видится для обучения врачей – симуляции инструментальных воздействий и манипуляций [14].

Истинная виртуальная реальность

Существуют различные прочтения предлагавшихся способов нервно-психической релаксации [8], например, так называемый метод биоакустической коррекции, представляющий собой прослушивание человеком особым образом преобразуемых в звук собственных биоритмов мозга по электроэнцефалографическому сигналу [15]. Здесь можно в широком смысле говорить о взаимодействии человека с искусственно модифицированным сенсорным окружением. Британская энциклопедия [16], определяя понятие «виртуальная реальность», указывает, что это касается использования компьютерного моделирования в целях взаимодействия человека с создаваемой трехмерной (3D) визуальной или иной сенсорной средой. При этом реальность имитируется с помощью интерактивных

устройств, например, специальных очков, наушников, перчаток или костюмов. Обычным форматом виртуальной реальности считается стереоскопический шлем, через который рассматривается моделируемая среда, а присутствие обеспечивается датчиками движения. Однако есть мнение, что иногда предпочтительным форматом в медицинской реабилитации является использование двухмерной (2D) визуальной среды [17]. Таким образом, провести четкие границы, которые бы отделили истинную виртуальную реальность от иных сред с модифицированным сенсорным обеспечением, весьма трудно.

В технике понятие виртуальной реальности более формализовано, так как это связано с практическим конструированием моделей [18]. Обычно создаваемые модели подразделяют на *автономные* и *индуцированные* виртуальные среды. Примером автономной виртуальной среды является тренажер для летчика, где все «не настоящее». Системы медицинской визуализации, телеприсутствия можно отнести к индуцированным виртуальным средам. В такой среде существует обратная связь. Поэтому система управления с обратной связью для индуцированной виртуальной среды должна учитывать модель реального объекта (или среды) и модель искусственного элемента.

Д.В. Воробьев и А.А. Сироткина, проводя философский анализ понятия «виртуальная реальность», акцентируют внимание на следующем: «Почему, говоря о реальности умственных составляющих, мы вместе с тем называем их виртуальными?». Иными словами, с данных позиций виртуальная реальность не существует сама по себе и является таковой до тех пор, пока подменяет собой действительность [19].

Заключение

На наш взгляд, возникновение виртуальной реальности для целей медицинской реабилитации обеспечивается с помощью технических средств максимально возможной заменой в восприятии пациента естественной среды (или ее отдельных элементов) на искусственную, а также сопровождается возможным изменением «схемы тела», параметров той или иной функциональной системы за счет добавления искусственного звена [20]. Отметим также наличие целенаправленного поведения. В компьютерной игре целенаправленное поведение задается «миссией», в процедуре медицинской реабилитации – инструкцией. Глубина восприятия себя в виртуальной реальности касается погружения в смоделированный мир.

При этом обычно модификацию сенсорного окружения с помощью преобразования каких-либо физиологических параметров и активностей человека чаще отличают от истинной виртуальной реальности, используя для описания таких явлений термины, например, «дополненная реальность» или «биологическая обратная связь». Впрочем, это не исключает различных сочетаний.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

(пп. 1–3, 5, 6, 9–11, 13, 14, 16, 17, 20 см. в REFERENCES)

- Кубряк О.В., Гроховский С.С., Исакова Е.В., Котов С.В. *Биологическая обратная связь по опорной реакции: методология и терапевтические аспекты*. М.: Мaska; 2015.
- Мельников Л.Н. Виртуальная реальность: как это начиналось. *Техника – молодежи*. 2000; (3): 56–8.
- Мельников Л.Н., Еникеев К.А. Прибор и метод для нервно-психической релаксации. *Мед. техника*. 1978; (5): 28–31.
- Левик Ю.С. Система внутреннего представления в управлении движениями и организации сенсомоторного взаимодействия: Дисс. ... д-ра биол. наук. М.; 2006.
- Константинов К.В., Клименко В.М., Сизов В.В., Есимбаева В.Н., Миросников Д.Б., Бурова В.В. Саморегуляция функционального состояния центральной нервной системы человека методом биоакустической коррекции. *Биологическая обратная связь*. 2000; (4): 7–15.
- Афанасьев В.О. Модели структур и данных для решения задач управления поведением и взаимодействием объектов в индуцированной виртуальной среде. *Космонавтика и ракетостроение*. 2005; (2): 168–79.
- Воробьев Д.В., Сироткина А.А. Виртуальная реальность как категория социальной философии, или что такое виртуальная реальность? *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки*. 2008; (4): 89–94.

REFERENCES

- Elkin P.L. Human factors engineering in HI: so what? Who cares? And what's in it for you? *Health Inform. Res.* 2012; 18 (4): 237–41.
- Brathwaite B., Schreiber I. *Challenges for Game Designers*. Boston: Course Technology; 2009.
- Fullerton T. *Game Design Workshop: a Playcentric Approach to Creating Innovative Games*. Burlington: CRC Press; 2008.
- Kubryak O.V., Grokhovskiy S.S., Isakova E.V., Kotov S.V. *Biological Feedback on the Basic Reaction: Methodology and Therapeutic Aspects. [Biologicheskaya obratnaya svyaz' po opornoj reaktsii: metodologiya i terapevticheskie aspekty]*. Moscow: Maska; 2015. (in Russian)
- Virtual reality society*. 2017. Available at: <https://www.vrs.org.uk> (accessed 6 March 2017).
- Riener R., Harders M. *Virtual Reality in Medicine*. London: Springer Science & Business Media; 2012.
- Melnikov L.N. Virtual reality: how it began. *Tekhnika – molodezhi*. 2000; (3): 56–8. (in Russian)
- Melnikov L.N., Enikeev K.A. Device and method for neuropsychic relaxation. *Med. tekhnika*. 1978; (5): 28–31. (in Russian)
- Shull P.B., Damian D.D. Haptic wearables as sensory replacement, sensory augmentation and trainer – a review. *J. Neuroeng. Rehabil.* 2015; (12): 59.
- Piggott L., Wagner S., Ziat M. Haptic neurorehabilitation and virtual reality for upper limb paralysis: a review. *Crit. Rev. Biomed. Eng.* 2016; 44 (1–2): 1–32.
- Chan J., Heath M. Haptic feedback attenuates illusory bias in pantomime-grasping: evidence for a visuo-haptic calibration. *Exp. Brain Res.* 2017; 235 (4): 1041–51.
- Levik Yu.S. *The system of internal representation in the control of movements and the organization of sensorimotor interaction: author's abstract*. Diss. Moscow; 2006. (in Russian)
- Hu F., Lu J., Zhang T. *Virtual Reality Enhanced Robotic Systems for Disability Rehabilitation*. Hershey: IGI Global; 2016.
- Escobar-Castillejos D., Noguez J., Neri L., Magana A., Benes B. A review of simulators with haptic devices for medical training. *J. Med. Syst.* 2016; 40 (4): 104.
- Konstantinov K.V., Klimenko V.M., Sizov V.V., Esimbaeva V.N., Mirosnikov D.B., Burova V.V. Self-regulation of the functional state of the central nervous system of man by the method of bioacoustic correction. *Biologicheskaya obratnaya svyaz'*. 2000; (4): 7–15. (in Russian)
- Virtual reality (VR)*. 2017. Available at: <https://www.global.britannica.com/technology/virtual-reality> (accessed 6 March 2017).
- Lledó L.D., Díez J.A., Bertomeu-Motos A., Ezquerro S., Badesa F.J., Sabater-Navarro J.M., García-Aracil N. A comparative analysis of 2D and 3D tasks for virtual reality therapies based on robotic-assisted neurorehabilitation for post-stroke patients. *Front. Aging Neurosci.* 2016; (8): 205.
- Afanasyev V.O. Models of structures and data for solving problems of controlling behavior and interaction of objects in an induced virtual environment. *Kosmonavtika i raketostroyeniye*. 2005; (2): 168–79. (in Russian)
- Vorob'yev D.V., Sirotkina A.A. Virtual reality as a category of social philosophy, or what is virtual reality? *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: Sotsial'nye nauki*. 2008; (4): 89–94. (in Russian)
- Kubryak O. *System mechanisms of regulation of human vertical posture stability and controllability*. 2017. Available at: https://www.researchgate.net/profile/oleg_kubryak (accessed 6 March 2017).

Поступила 06.03.17

Принята в печать 13.03.17