

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 612.17+612.8+612.2

doi: 10.19163/1994-9480-2021-4(80)-135-138

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ПРИ РАКЕ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ I–II СТЕПЕНИ ДО И ПОСЛЕ HIFU

Арте́м Григо́рьевич Пенжо́ян

Краевая клиническая больница № 2, Краснодар, Россия

penjoan@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены результаты оценки регуляторно-адаптивных возможностей по параметрам сердечно-дыхательного синхронизма 24 мужчин 45–56 лет с раком предстательной железы (I–II стадии) до и после лечения HIFU. Установлено, что после лечения регуляторно-адаптивные возможности увеличиваются. Это происходит за счет увеличения диапазона синхронизации и уменьшения длительности развития синхронизации на минимальной границе диапазона.

Ключевые слова: регуляторно-адаптивные возможности, рак предстательной железы, высокочастотное сфокусированное ультразвуковое лечение (HIFU)

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE ORGANISM IN PROSTATE CANCER I–II DEGREES BEFORE AND AFTER HIFU

Artem Grigoryevich Penzhoyan

Regional Clinical Hospital No. 2, Krasnodar, Russia

penjoan@yandex.ru

Abstract. The paper presents the results of assessing the regulatory and adaptive capabilities in terms of the parameters of cardiorespiratory synchronism in 24 men 45–56 years old with prostate cancer (stages I–II) before and after HIFU treatment. It was found that after treatment, the regulatory adaptive capabilities increase. This is due to an increase in the synchronization range and a decrease in the duration of the development of synchronization at the minimum border of the range.

Keywords: regulatory and adaptive capabilities, prostate cancer, high-frequency focused ultrasound treatment (HIFU)

Одним из современных эффективных методов лечения рака предстательной железы является высокочастотное сфокусированное ультразвуковое лечение (HIFU) [1, 2, 3, 4].

Американская ассоциация урологов [5] имеет свой 10-летний опыт применения HIFU-терапии на аппаратах «Sonablate». Авторы сделали вывод, что использование HIFU-терапии применимо при стадии опухоли T1_A, T1_B, при отсутствии метастазов, поражения лимфатических узлов, при сумме баллов Глисона 7 и ниже, уровне ПСА до 20 нг/мл и объеме предстательной железы менее 40 см³.

Лечение рака предстательной железы методом HIFU на «Sonablate-500» впервые в России начато в 2009 г. [6].

Критериями эффективности лечения служат: контроль уровня ПСА в сыворотке крови, проводимый в 1, 3, 6, 9, 12-й месяцы (в последующем каждые 3 месяца); объем предстательной железы; контрольные биопсии, выполняемые через 6 и 12 месяцев после проведения HIFU [4].

Ранее оценку функционального состояния у пациентов после удаления рака предстательной железы проводили по качеству жизни, оценке психологического статуса, эректильной функции, параметрам урофлуометрии.

Известно, что в нейрональных сетях головного мозга протекают процессы хаоса и упорядочности [7]. Последняя проявляется в синхронной работе нейронов

для облегчения взаимодействия между далеко расположенными нейрональными сетями. Чем больше синхронизация, тем больше регуляторно-адаптационные возможности организма [2, 8, 9]. Для оценки регуляторно-адаптивных возможностей организма предложена проба сердечно-дыхательного синхронизма (СДС). По ее параметрам можно определить регуляторно-адаптивные возможности организма [10].

Регуляторно-адаптивные возможности как интегративный количественный показатель функционального состояния организма после удаления предстательной железы ранее не оценивали.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценить регуляторно-адаптивные возможности организма мужчин после лечения рака предстательной железы HIFU на базе анализа пробы сердечно-дыхательного синхронизма.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Наблюдения были выполнены на 24 мужчинах 45–56 лет с раком предстательной железы (I–II стадии) до и после лечения в урологическом отделении № 2 Краевой клинической больницы № 2. Наряду с клиническими методами обследования (уровень ПСА в сыворотке крови, УЗИ и МРТ предстательной железы и органов таза, гистологический анализ биопсийного материала, урофлоуметрия) пациентам, с их информированного согласия, проводили пробу СДС. Пробу осуществляли на сертифицированной установке «ВНС-Микро» («Нейрософт», г. Иваново) по созданной компьютерной программе «Система для определения сердечно-дыхательного синхронизма у человека» [11]. При дыхании пациента в такт команде на мониторе компьютера в определенном частотном диапазоне получали сердечно-дыхательный синхронизм: на каждое дыхание сердце производило одно сокращение. Изменение частоты дыхания в определенном диапазоне приводило к синхронному

изменению частоты сердечных сокращений. Диапазон (ДС) имел минимальную и максимальную частотные границы.

По параметрам СДС: диапазону синхронизации, длительности развития синхронизации на минимальной границе диапазона (ДлРмин/гр) определяли индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС). ИРАС определяли по формуле: $ИРАС = ДС/ДлРмин/гр \times 100$ (В.М. Покровский, 2010), а по нему – регуляторно-адаптивные возможности (РАВ). При ИРАС больше 100 РАВ высокие, при 50–99 – хорошие, при 25–49 – удовлетворительные, при 10–24 – низкие, меньше 9 – неудовлетворительные [10].

После определения нормальности распределения варианты данные обрабатывали параметрическими методами статистики. Рассчитывали среднюю арифметическую (M) и среднее квадратичное отклонение σ , $\pm m$ – стандартную ошибку средней арифметической. Использовали данные при уровне значимости $p < 0,05$. Использовали программы STATISTICA 10,0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После лечения индекс регуляторно-адаптивного статуса увеличивался (табл.) на 100,6 %. Это происходит за счет увеличения диапазона синхронизации на 22,5 % и уменьшения длительности развития синхронизации на минимальной границе диапазона на 39,1 %. Регуляторно-адаптивные возможности с удовлетворительных становились хорошими.

Все пациенты до лечения по индексу регуляторно-адаптивного статуса были разделены на три группы: с низкими, удовлетворительными и хорошими регуляторно-адаптивными возможностями.

После лечения по индексу регуляторно-адаптивного статуса пациенты были разделены на две группы: с удовлетворительными и хорошими регуляторно-адаптивными возможностями.

Динамика параметров сердечно-дыхательного синхронизма, индекса регуляторно-адаптивного статуса и регуляторно-адаптивных возможностей у пациентов с раком предстательной железы I–II степени до и после лечения HIFU ($n = 24$)

| Параметры | Статистические показатели | До лечения | После лечения |
|--|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Исходная частота сердечных сокращений в минуту | $M \pm m$ SD P | $77,0 \pm 0,4$ 2,0 | $78,2 \pm 0,4$ 2,0 >0,05 |
| Исходная частота дыхания в минуту | $M \pm m$ SD P | $18,8 \pm 0,2$ 1,0 | $18,0 \pm 0,3$ 1,5 >0,05 |

Окончание табл.

| Параметры | Статистические показатели | До лечения | После лечения |
|---|---------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Минимальная граница диапазона синхронизации в кардиореспираторных циклах в минуту | M ± m SD P | 79,0 ± 0,4 2,0 | 78,7 ± 0,4 2,0 >0,05 |
| Максимальная граница диапазона синхронизации в кардиореспираторных циклах в минуту | M ± m SD P | 87,0 ± 0,5 2,5 | 88,5±0,4 2,0 <0,01 |
| Диапазон синхронизации в кардиореспираторных циклах в минуту | M ± m SD P | 8,0 ± 0,1 0,5 | 9,8 ± 0,1 0,5 <0,001 |
| Длительность развития синхронизации на минимальной границе диапазона в кардиоциклах | M ± m SD P | 25,6 ± 0,4 2,0 | 15,6±0,4 1,6 <0,001 |
| ИНФС | M ± m SD P | 31,3 ± 0,5 2,5 | 62,8 ± 0,3 1,6 <0,001 |
| PFD | | Удовлетворительные | Хорошие |

После лечения индекс регуляторно-адаптивного статуса у лиц с удовлетворительными регуляторно-адаптивными возможностями увеличивался на 39,4 % за счет увеличения диапазона синхронизации на 14,5 % и уменьшения длительности развития синхронизации на минимальной границе диапазона на 15,8 %.

У лиц с хорошими регуляторно-адаптивными возможностями после лечения индекс регуляторно-адаптивного статуса увеличивался на 45,9 % за счет увеличения диапазона синхронизации на 11,1 % и уменьшения длительности развития синхронизации на минимальной границе диапазона на 24,7 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Положительная динамика диапазона сердечно-дыхательного синхронизма, уменьшение длительности развития синхронизации на минимальной границе, увеличение индекса регуляторно-адаптивного статуса и регуляторно-адаптивных возможностей интегративно отражают последствия эффективного лечения рака предстательной железы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. A structured framework for optimizing high-intensity focused ultrasound ablative treatment in localized prostate cancer / Castellani D., Branchi A., Claudini R. [et al.] // *Investig Clin Urol.* 2019. Vol. 60 (4). P. 312–318.
2. Guevara Erra R., Perez Velazquez J.L., Rosenblum M. Neural synchronization from the perspective of non-linear dynamics // *Front. Comput. Neurosci.* 2017. No. 11. P. 98. doi: 10.3389/fncom.2017.00098.
3. A multicentre study of 5-year outcomes following focal therapy in treating clinically significant nonmetastatic

prostate cancer / S. Guillaumier, M. Peters, M. Arya [et al.] // *Eur Urol.* 2018. No. 74. P. 422–429.

4. New and established technology in focal ablation of the prostate: a systematic review / M. Valerio, Y. Cerantola, S.E. Eggener [et al.] // *Eur Urol.* 2017. No. 71. P. 17–34.

5. 10-year outcomes after monitoring, surgery, or radiotherapy for localized prostate cancer / F.C. Hamdy, J.L. Donovan, J.A. Lane [et al.] // *N Engl J Med.* 2016. No. 375. P. 1415–1424.

6. HIFU-терапия рака предстательной железы / О.И. Аполихин, А.В. Сивков, И.А. Шадеркин [и др.] // *Экспериментальная и клиническая урология.* 2011. № 2-3. С. 48–52.

7. Панкратова Е.В. Синхронизация хаотических колебательных процессов в сетях нейродинамических элементов. Нижний Новгород, 2017. 54 с.

8. An in vitro method to manipulate the direction and functional strength between neural populations / L. Pan, S. Alagapan, E. Franca [et al.] // *Front Neural Circuits.* 2015. No. 9. P. 32. doi: 10.3389/fncir.2015.00032.

9. Adaptive Changes in Neuronal Synchronization in Macaque V4 / Y. Wang, F.I. Bogdan, M. Jianfu [et al.] // *Journal of Neuroscience.* 2011. Vol. 31 (37). P. 13204–13213.

10. Покровский В.М. Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивного статуса организма. Краснодар, 2010. 243 с.

11. Система для определения сердечно-дыхательного синхронизма у человека. Патент № 86860 от 20 сентября 2009 года / В.М. Покровский, В.В. Пономарев, В.В. Артюшков [и др.].

REFERENS

1. Castellani D., Branchi A., Claudini R. et al. A structured framework for optimizing high-intensity focused ultrasound ablative treatment in localized prostate cancer. *Investig Clin Urol.* 2019;60(4):312–318.

2. Guevara Erra R., Perez Velazquez J.L., Rosenblum M. Neural synchronization from the perspective of non-linear dynamics. *Front. Comput. Neurosci.* 2017;11:98. doi: 10.3389/fncom.2017.00098.

3. Guillaumier S., Peters M., Arya M. et al. A multicentre study of 5-year outcomes following focal therapy in treating clinically significant nonmetastatic prostate cancer. *Eur Urol.* 2018;74:422–429.

4. Valerio M., Cerantola Y., Eggener S.E. et al. New and established technology in focal ablation of the prostate: a systematic review. *Eur Urol.* 2017;71:17–34.

5. Hamdy F.C., Donovan J.L., Lane J.A. et al. 10-year outcomes after monitoring, surgery, or radiotherapy for localized prostate cancer. *N Engl J Med.* 2016;375:1415–1424.

6. Apolikhin O.I., Sivkov A.V., Shaderkin I.A. et al. HIFU-therapy for prostate cancer. *Экспериментальная и клиническая урология = Experimental and street urology.* 2011;2-3:48–52. (In Russ.).

7. Pankratova E.V. Synchronization of chaotic oscillatory processes in networks of neurodynamic elements. Nizhny Novgorod; 2017. 54 p. (In Russ.).

8. Pan L., Alagapan S., Franca E. et al. An in vitro method to manipulate the direction and functional strength between neural populations. *Front Neural Circuits.* 2015;9:32. doi: 10.3389/fncir.2015.00032.

9. Wang Y., Bogdan F. I., Jianfu M. et al. Adaptive Changes in Neuronal Synchronization in Macaque V4. *Journal of Neuroscience.* 2011;31(37):13204–13213.

10. Pokrovsky V.M. Cardiorespiratory synchronism in the assessment of the regulatory and adaptive status of the organism. Krasnodar; 2010. 243 p. (In Russ.).

11. Pokrovsky V.M., Ponomarev V.V., Artyushkov V.V. et al. System for determining cardiorespiratory synchronism in humans. Patent No. 86860 dated September 20, 2009. (In Russ.).

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторе

А.Г. Пенжоян – докторант кафедры нормальной физиологии, Кубанский государственный медицинский университет, заведующий отделением урологии № 2, Краевая клиническая больница № 2, Краснодар, Россия.

Статья поступила в редакцию 25.09.2021; одобрена после рецензирования 29.10.2021; принята к публикации 09.11.2021.

The author declare no conflicts of interests.

Information about the author

A.G. Penzhoyan – Doctoral student of the Department of Normal Physiology, Kuban State Medical University, Head of the Department of Urology No. 2, Regional Clinical Hospital No. 2, Krasnodar, Russia.

The article was submitted 25.09.2021; approved after reviewing 29.10.2021; accepted for publication 09.11.2021.