



<http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-10-54-57>

EXPERIENCE IN USING SPECT/CT OF SKELETAL MUSCLE TISSUE TO REHABILITATION PLANNING

Kudryavtsev^{1,2} A.D., Filimonova^{1,2} A.M., Grechko¹ A.V., Znamenskiy^{1,2} I.A.

¹Institution of Russian academy of science central clinical hospital, Moscow, Russian Federation

²Federal research and clinical center of intensive care medicine and rehabilitology, Moscow, Russian Federation

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОФЭКТ/КТ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Кудрявцев^{1,2} А.Д., Филимонова^{1,2} А.М., Гречко¹ А.В., Знаменский^{1,2} И.А.

¹ФГБУЗ Центральная Клиническая Больница Российской академии наук,

г. Москва, Российская Федерация

²ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии»,

г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Проведено исследование пациента с повреждением скелетной мышечной ткани методом однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, совмещенной с компьютерной томографией с использованием ^{99m}Tc-тетрофосмина для оценки реабилитационного потенциала мышечной ткани и последующим планированием реабилитационного лечения. Исследование состояло из нескольких этапов, включавших в себя предварительную ОФЭКТ/КТ и ОФЭКТ/КТ после проведения электрической миостимуляции поврежденной мышечной ткани. Была проведена визуальная оценка структурных изменений, распределения РФП в тканях, расчет процента накопления РФП в зоне интереса относительно введенной дозы. Получены результаты позволяющие судить о низком реабилитационном потенциале и неблагоприятном прогнозе в отношении восстановления функции у пациента с посттравматической мышечной атрофией. ОФЭКТ/КТ может быть использована для оценки реабилитационного потенциала поврежденной скелетной мышечной ткани. Продолжается работа по исследованию возможности применения ОФЭКТ/КТ для динамической оценки эффективности проводимых реабилитационных мероприятий.

Ключевые слова: однофотонная эмиссионная компьютерная томография, лучевая диагностика, травматология, реабилитация.

Abstract. A study of a patient with damage to skeletal muscle tissue was performed using single-photon emission computed tomography combined with computed tomography using ^{99m}Tc-tetrophosmin to assess the rehabilitation potential of muscle tissue and rehabilitation treatment planing. The study consisted of several stages, including a native SPECT/CT and SPECT/CT after electrical myostimulation of damaged muscle tissue. A visual assessment of structural changes, the distribution of ^{99m}Tc-tetrophosmin in tissues, and the calculation of the percentage of accumulation of ^{99m}Tc-tetrophosmin in the area of interest relative to the administered dose was performed. The results obtained allow us to judge the low rehabilitation potential and bad prognosis for the restoration of function in a patient with post-traumatic muscular atrophy. SPECT/CT can be used to assess the rehabilitation potential of damaged skeletal muscle tissue. Work continues to explore the possibility of using SPECT/CT for dynamic evaluation of the effectiveness of rehabilitation measures.

Keywords: SPECT/CT, radiology, traumatology, rehabilitol-ogy.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] А.М. Акимкина, И.А. Знаменский, Е.Г. Гончаров, А.В. Родионов. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике повреждений

REFERENCES

- [1] A.M. Akimkina, I.A. Znamenskiy, E.G. Goncharov, A.V. Rodionov. Possibilities of magnetic resonance imaging in the diagnosis of shoulder joint



- плечевого сустава при острой травме // Медицинская визуализация. Москва — 2010, номер: S. С.16-17.
- [2] Е.Г. Гончаров, А.М. Акимкина, И.А. Знаменский, С.М. Чибисов, И.В. Лисаченко, Е.А. Юматова. Магнитно-резонансная томография в диагностике повреждений мягкотканых структур плечевого сустава. // Фундаментальные исследования. Пенза — 2012, номер: 7-1. С.76-79.
- [3] Ю.Б. Лишманов, В.И. Чернова. Национальное руководство по радионуклидной диагностике в 2-х т. — Томск: STT, 2010 – Т.2. С.221.
- injuries in acute trauma // Medical imaging. Moscow-2010, number: S. S. 16-17.
- [2] E.G. Goncharov, A.M. Akimkina, I.A. Znamenskiy, S.M. Chibisov, I.V. Lisachenko, E.A. Yumatova. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of damage to soft tissue structures of the shoulder joint. // Fundamental study. Penza-2012, number: 7-1. P. 76-79.
- [3] Yu.B. Lishmanov, V.I. Chernova. National guide to radionuclide diagnostics in 2 volumes-Tomsk: STT, 2010-Vol. 2. P. 221.

Author Contributions: Kudryavtsev A.D - collection and processing of information, writing text; Filimonova A.M. - editorial and text correction, literature review; Grechko A.V. - revision and correction of the text; Znamenskiy I.A. - revision and correction of the text.

Conflict of Interest Statement. The authors of the article confirmed the absence of a conflict of interest, which must be reported.

Kudryavtsev A.D. – SPIN-ID: 4996-6956; ORCID-ID: 0000-0003-4277-1957

Filimonova A.M. - SPIN-ID: 2701-4288; ORCID-ID: 0000-0003-2726-8165

Grechko A.V. - SPIN-ID: 4865-8723; ORCID-ID: 0000-0003-2366-3117

Znamenskiy I.A. - SPIN-ID: 9835-8594; ORCID-ID: 0000-0003-0305-6723

Вклад авторов: Кудрявцев А.Д. - сбор и обработка информации, написание текста; Филимонова А.М. - редакция и корректировка текста, обзор литературы; Гречко А.В. - редакция и корректировка текста; Знаменский И.А. - редакция и корректировка текста.

Заявление о конфликте интересов. Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Кудрявцев А.Д. – SPIN-ID 4996-6956; ORCID-ID: 0000-0003-4277-1957

Филимонова А.М.- SPIN-ID 2701-4288; ORCID-ID: 0000-0003-2726-8165

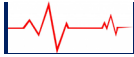
Гречко А.В. - SPIN-ID: 4865-8723; ORCID-ID: 0000-0003-2366-3117

Знаменский И.А. - SPIN-ID 9835-8594; ORCID-ID: 0000-0003-0305-6723

Введение. Среди основных причин утраты трудоспособности особое место занимают травматические повреждения. В настоящее время среднегодовое число зарегистрированных случаев различных травм колеблется в промежутке от 11 до 13 млн. случаев. Экономический ущерб, который является следствием травматизма складывается из затрат на лечение пациента, оплаты листов нетрудоспособности и недополученных средств, в результате снижения количества рабочей силы на производстве. Особого внимания заслуживают случаи получения травм на производстве. Несмотря на то, что большую часть производственных травм составляют травмы мягких тканей, они приводят к длительной нетрудоспособности наиболее экономически важную категорию населения. Среднее число дней нетрудоспособности у пациентов, получивших травму на производстве, составило 1,4 дня, а средний размер компенсации за временную или стойкую утрату трудоспособности составляет более 15 тыс. рублей в пересчете

на одного человека трудоспособного возраста. Таким образом, травматические повреждения различной степени тяжести являются проблемой, затрагивающей не только систему здравоохранения, но и финансово-экономическую деятельность всего государства.

Решение проблемы травматизма должно носить системный характер и требует совместной работы как медицинских работников, так и специалистов в области безопасности труда. Со стороны медицинской службы наиболее часто с последствиями травматических повреждений сталкиваются специалисты в области травматологии, неврологии, лучевой диагностики, спортивной медицины и реабилитологии. Приоритетными направлениями в деятельности специалистов этих областей является своевременная диагностика, подбор и оптимизация методов лечения пациента, а также последующая реабилитация и трудовая адаптация пациентов с тяжелыми повреждениями и нарушением двигательных функций.



Особого внимания заслуживает система реабилитации пациентов с перенесенными травмами различного характера и степени тяжести. Реабилитология, как медицинская специальность, получила свое распространение относительно недавно, но, несмотря на это, специалисты этого направления все еще недоступны населению в большинстве амбулаторных учреждениях.

Создание специализированных центров узкой направленности, в которых квалифицированный персонал использует для своей работы наиболее современное медицинское оборудование, позволяет хотя бы частично покрывать потребности населения в специалистах реабилитологах.

Примером учреждения, в котором, в том числе, реализуются программы реабилитации служит научно-исследовательский институт реабилитологии (НИИ Реабилитологии), в составе ФГБНУ Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии (ФГБНУ ФНКЦ РР). В условиях НИИ Реабилитологии проводится реабилитация пациентов на всех этапах лечения, в своей практике врачи применяют такие методы, как: вертикализация, пассивная и активная гимнастика, массаж, логопедические, фониатрические, нейропсихологические, и педагогические занятия, тренировки глотания, дыхания и кашля, функциональная электростимуляция, использование тренажеров и вибрационного массажа грудной клетки. Для поздней реабилитации пациентов применяются методики направленные на повышение качества жизни и улучшение прогноза в отношении дальнейшей трудовой функции, а именно: лечебная физкультура, гидрокинезотерапия, методики биологической обратной связи и виртуальной реальности, методики нейрокомпьютерного интерфейса.

Дополнительно для восстановительного лечения применяются электронные вспомогательные технологии и роботизированные методы, трудо- и бытовая терапия. Основной целью физической реабилитации пациентов является достижение наилучшего эффекта в лечении заболевания при наименьшей нагрузке на организм пациента. Достижение этой цели возможно за счет тщательного подбора индивидуальных схем реабилитации и постоянного контроля эффективности проводимых мероприятий на всех этапах реабилитации.

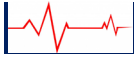
Для контроля эффективности проводимой реабилитации используются как клинические методы, так и инструментальные. Важное место

среди инструментальных методов диагностики в области травматологии и реабилитологии занимает лучевая диагностика. Рентгенография, компьютерная и магнитно-резонансная томография, ультразвуковая диагностика, все эти методы используются для диагностики и оценки эффективности проводимого лечения. Высокой эффективностью в диагностике повреждений различных тканей обладает магнитно-резонансная томография, однако и этот метод обладает некоторыми недостатками [1,2], среди которых наиболее значимым является отсутствие возможности комбинированного исследования структурных и метаболических изменений в поврежденных тканях. Оценка метаболических изменений дает важную диагностическую информацию, необходимую для коррекции проводимого лечения. Получить эту диагностическую информацию позволяют методы молекулярной визуализации, к которым относится, в том числе, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ).

Метод ОФЭКТ заключается в получении изображения за счет детекции гамма-излучения, которое испускают радиоактивные изотопы, предварительно введенные в организм пациента в составе радиофармацевтического препарата (РФП). С помощью ряда вращающихся вокруг тела пациента детекторов формируется трехмерное изображение. При совместном использовании ОФЭКТ с низкодозовой компьютерной томографией формируется совокупность послойных изображений пациента. Оценка полученных изображений позволяет определить структурные и метаболические изменения в интересующих врача областях. Диагностическая информация в последующем может быть использована для диагностики, оценки эффективности лечения и реабилитации пациентов.

Реабилитация пациентов с травматическими повреждениями является сложной задачей, которая требует обязательного предварительного планирования для оценки реабилитационного потенциала ткани. Совместная работа, которая была проведена сотрудниками ФНКЦ РР и Центральной клинической больницы Российской академии наук (ЦКБ РАН) направлена на изучение возможностей применения ОФЭКТ/КТ при планировании реабилитации пациентов с посттравматическими изменениями скелетной мышечной ткани.

Цель исследования: определить возможность применения однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, совмещенной с компьютерной томографией для оценки реабилитационного



потенциала поврежденной скелетной мышечной ткани.

Материалы и методы.

1. ОФЭКТ/КТ GE Infinia Hawkeye 4. Двухдетекторная гамма-камера со встроенным рентгеновским компьютерным томографом. Эта система является гибридным устройством, совмещающим два метода лучевой диагностики: радионуклидный и рентгеновский. Рентгеновская часть в данном аппарате представлена низкодозовым 4-х срезовым компьютерным томографом, который производит коррекцию передаваемых данных по ослаблению и функционально-анатомическое картирование. Исследование мышечной ткани производится при настройке гамма-камеры на фотопик 140 кЭВ с шириной энергетического окна дифференциального дискриминатора 20%.

2. ^{99m}Tc-тетрофосмин. Это радиофармацевтический препарат, который используется при ОФЭКТ исследованиях мышечной ткани, позволяющий определить кровоток и степень его изменения. Максимальное накопление препарата в мышце определяется через 5 мин и сохраняется до 4 ч. В соответствии с рекомендациями доза введения составляет 400-550 МБк [3].

3. Станция обработки данных Xeleris WS 2.0 GE. Это программное обеспечение для обработки изображений, предназначенное для изображений DICOM, полученных, в том числе, при ОФЭКТ/КТ.

4. Электромиостимулятор ИТО AU-7A-S7/ ES-520. Многофункциональный двухканальный электростимулятор для низко- и среднечастотной терапии, с возможностью выбора токов и видов воздействия.

Проведенное нами исследование состояло из двух последовательных этапов. На первом этапе было проведено ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-тетрофосмином пациенту с повреждением скелетной мышечной ткани, были оценены характер и степень выраженности структурных изменений, проведена оценка кровотока в поврежденной мышечной ткани. На втором этапе была проведена миостимуляция поврежденной мышечной ткани по стандартному протоколу, с последующим ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-тетрофосмином для оценки изменения регионального кровотока в поврежденной мышце.

Результаты. Исследование было проведено пациенту Ф. 50 лет с травматическим повреждением правой нижней конечности в результате транспортной

аварии давностью 18 лет. У пациента выявлено нарушение функционирования конечности, снижение силы в конечности и изменение походки. Для планирования позднего этапа реабилитации рекомендовано проведение ОФЭКТ/КТ с миостимуляцией.

На первом этапе при ОФЭКТ/КТ выявлены жировая посттравматическая атрофия мышечной ткани правой большеберцовой мышцы, снижение регионального кровотока в области атрофированной ткани. Для сравнительного анализа проводилась визуальная оценка накопления РФП в симметричных конечностях и вычисление процента накопления РФП в исследуемой зоне, относительно введенной дозы.

На втором этапе была проведена изолированная миостимуляция большеберцовой мышцы правой голени с использованием электроимпульсного миостимулятора ИТО AU-7A-S7/ ES-520 в режиме EMS (электромиостимуляция) с силой тока 25 мА, несущей частотой 2 КГц, импульсной частотой 50 Гц. Время увеличения/ уменьшения воздействия от минимума/ максимума к минимуму: 0.5-10 сек/ 0.5-10 сек, длительность сеанса миостимуляции 15 минут. При последующем ОФЭКТ/КТ исследовании выявлено отсутствие значимого повышения кровотока в атрофированной мышечной ткани. Увеличение процента накопления РФП в исследуемой зоне, относительно введенной дозы составило 1,7%.

Таким образом, были получены данные, которые позволяют судить о низком реабилитационном потенциале поврежденной мышечной ткани. Прогноз для восстановления структурных повреждений и функциональной реабилитации — неблагоприятный.

Вывод. В ходе проведенного исследования были получены данные, которые свидетельствуют об эффективности применения однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, совмещенной с компьютерной томографией для оценки реабилитационного потенциала поврежденной скелетной мышечной ткани. Применение ОФЭКТ/КТ удешевляет процесс планирования реабилитации без ущерба качеству диагностической информации и снижает лучевую нагрузку на пациента. В дальнейшем, мы продолжим исследования возможности применения этого метода для динамической оценки эффективности проводимых реабилитационных мероприятий.

Responsible for correspondence: Kudryavstev Anton Denisovich - junior researcher of Federal research and clinical center of intensive care medicine and rehabilitology, radiologist. E-mail: kudryavtsev95@gmail.com

Ответственный за переписку: Кудрявцев Антон Денисович - младший научный сотрудник лаборатории инновационно-реабилитационных технологий ФГБНУ ФНКЦ РР, врач-рентгенолог. E-mail: kudryavtsev95@gmail.com