

С.Ю. Чикина, Н.Н. Мещерякова, А.В. Черняк, А.С. Белевский, А.Г. Чучалин

Влияние физической реабилитации на переносимость физической нагрузки у ликвидаторов аварии на ЧАЭС с хронической бронхолегочной патологией

ФГУ НИИ пульмонологии ФМБА России, Москва

S. Yu. Chikina, N. N. Meshcheryakova, A. V. Chernyak, A. S. Belevsky, A. G. Chuchalin

Effect of physical rehabilitation on exercise tolerance in Chernobyl clean-up workers with chronic respiratory pathology

Summary

This prospective open comparative non-randomized study was aimed to assess effect of physical rehabilitation on exercise tolerance in Chernobyl clean-up workers with radionuclide-induced pneumopathy. The inpatient training programme included skeletal muscle training of upper and lower extremities and breathing strategies. Of 26 patients, 14 males underwent ≥ 4 training courses during the study and 12 males underwent < 4 courses. As a result, physical rehabilitation in patients with radionuclide-induced pneumopathy improved physical tolerance but it should be more prolonged and be targeted both to skeletal and respiratory muscles. Further studies are necessary to assess long-term effects of rehabilitation in these patients.

Резюме

Комплексные реабилитационные программы оказывают положительное влияние на состояние пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ). Влияние физической реабилитации на состояние лиц с хронической бронхолегочной патологией, развившейся после ингаляционного воздействия радионуклидсодержащей пыли, не изучалось. Целью данного проспективного открытого сравнительного нерандомизированного исследования была оценка влияния физической реабилитации на динамику функционального состояния ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС. Функциональное состояние 26 пациентов оценивали по индексу массы тела, бодиплетизмографии, диффузионному легочному тесту, расстоянию, пройденному в 6-минутном тесте, выраженности одышки по шкале MRC, силе и выносливости дыхательных мышц. Физическая реабилитация включала тренировку верхней и нижней групп мышц и дыхательные упражнения без использования тренажеров; 14 человек получили за период исследования ≥ 4 курсов тренировок, 12 человек — < 4 курсов. Полученные результаты показали, что физическая реабилитация при радионуклид-индуцированной пневмопатии улучшала переносимость повседневных физических нагрузок, но она должна быть более длительной и включать тренировку как скелетных, так и дыхательных мышц. Требуется дальнейшие исследования для оценки отдаленных результатов физической реабилитации при этой форме легочной патологии.

Снижение переносимости физических нагрузок — одна из наиболее важных проблем большинства больных с бронхолегочной патологией. Основной причиной низкой физической толерантности, как правило, является одышка, ограничивающая повседневную физическую активность таких пациентов, что, в свою очередь, ухудшает состояние дыхательной и скелетной мускулатуры и еще больше снижает физические возможности, приводя к инвалидизации, социальной изоляции и депрессиям [1].

Хорошо известно положительное влияние комплексных реабилитационных программ на состояние при хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ): уменьшение одышки при физической нагрузке и повседневной активности (класс рекомендаций IA) [2], повышение толерантности к физической нагрузке [3] и силы респираторных и скелетных мышц [4, 5].

В предыдущих работах, изучавших особенности хронической бронхолегочной патологии у участников ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС, было показано, что основным клиническим проявлением этой патологии и ведущей респираторной жалобой также является одышка при физической нагрузке [6–10]. Были разработаны методы медика-

ментозной коррекции [6, 8, 10], но влияние физической реабилитации на состояние лиц с хронической бронхолегочной патологией, развившейся после ингаляционного воздействия радионуклидсодержащей пыли, не изучалось.

В данном исследовании мы оценивали влияние физической реабилитации на динамику функционального состояния ликвидаторов.

Материалы и методы

Данное проспективное открытое сравнительное нерандомизированное исследование выполнено в 1-м терапевтическом отделении городской клинической больницы № 57 Москвы (клиническая база НИИ пульмонологии ФМБА России) с января 2003 г. по декабрь 2007 г.

Пациенты

У всех ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС с хронической бронхолегочной патологией, которые поступали в клинику с января 2003 г. по декабрь 2007 г., определяли индекс массы тела (ИМТ) по стандартной формуле, после стабилизации состояния выполняли бодиплетизмографию, диффузионный

легочный тест, тест с 6-минутной ходьбой (6-МШТ), оценивали одышку по шкале MRC. Затем эти исследования повторяли ежегодно при последующих госпитализациях. Во время последнего обследования также измеряли силу и выносливость дыхательной мускулатуры.

Все исследования проводили в стабильном состоянии пациентов, т. е. при условии, что в течение недели после отмены системных стероидов и антибиотиков не усиливались респираторные симптомы (одышка, кашель, гнойность и объем мокроты), а пиковая скорость выдоха не менялась более чем на 20 %.

В течение всего периода наблюдения пациенты получали обычную терапию в соответствии с клинической ситуацией (ингаляционные β_2 -агонисты, ингаляционные глюкокортикостероиды, системные кортикостероиды при тяжелых обострениях ХОБЛ и бронхиальной астмы, муколитики, теофиллины, антибиотики при инфекциях нижних дыхательных путей) и занимались физическими тренировками под наблюдением специалиста.

Методика физической реабилитации

Программа физической реабилитации ликвидаторов включала 10–14 ежедневных занятий по 20–40 мин в зависимости от тяжести состояния больного. Курсы повторялись 1–2 раза в год. Каждое занятие включало:

- 1) тренировку верхней группы мышц (упражнения с гантелями по 1–1,5 кг, направленные на повышение выносливости мышц рук, плеч и груди, совместно с оптимизацией дыхательного цикла). Начальная длительность тренировки составила 5 мин, по мере улучшения переносимости нагрузки время тренировки постепенно увеличивалось до 15 мин;
- 2) тренировку нижней групп мышц (ходьба по ровной поверхности, упражнения на тредмилле и велоэргометре в зависимости от предпочтений пациентов (средняя мощность – 60 % от нагрузки, достигнутой при стресс-тесте). Длительность тренировки не превышала 10 мин, мощность нагрузки постепенно наращивали, одновременно проводили оптимизацию дыхательного цикла;
- 3) тренировку дыхательной мускулатуры (создание сопротивления на выдохе при дыхании через неплотно сомкнутые губы во время физической нагрузки и диафрагмальное дыхание по 5 мин 3–4 раза во время занятий);
- 4) оптимизацию работы мелких и крупных суставов конечностей с помощью гимнастической палки, гимнастического мяча по 10–15 мин.

Все занятия проводились в аэробном режиме, что позволило избежать утомления дыхательной и скелетной мускулатуры.

Исследование функции внешнего дыхания и легочной диффузионной способности

Спирометрию, бодиплетизмографию и диффузионный легочный тест проводили в соответствии с рекомендациями Американского торакального общества

[11] на оборудовании *MasterScreen-Body* (*Erich Jaeger GmbH*, Германия). Анализировали следующие параметры: форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1-ю с (ОФВ₁) и соотношение ОФВ₁ / ФЖЕЛ, общую емкость легких (ОЕЛ), остаточный объем (ОО), функциональную остаточную емкость (ФОЕ), диффузионную способность легких (DLCO), которые выражались в процентах от должных величин (%_{долж.}), рассчитанных по формулам Европейского сообщества угля и стали [12].

Обструктивные нарушения вентиляции диагностировали при снижении ОФВ₁ / ФЖЕЛ < 0,7; при этом легкая обструкция соответствовала ОФВ₁ > 70 %_{долж.}, умеренная – 60–69 %_{долж.}, среднетяжелая – 50–59 %_{долж.}, тяжелая – 35–49 %_{долж.} и крайне тяжелая – < 35 %_{долж.} [13]. Бронходилатационный тест выполняли с ингаляцией 400 мкг салбутамола через дозированный аэрозольный ингалятор со спейсером, постбронходилатационные значения показателей бронхиальной проходимости оценивали через 20 мин при повторной спирометрии.

Исследование силы и выносливости дыхательных мышц

Силу дыхательных мышц оценивали по давлению, создаваемому волевым усилием пациента. Измеряли максимальное инспираторное (P_Imax) и экспираторное (P_Emax) давление в ротовой полости в течение коротких (по несколько секунд) форсированных инспираторных и экспираторных маневров на оборудовании *MasterScreen-Body* (*Erich Jaeger GmbH*, Германия). Инспираторное давление оценивали на уровне ОО, экспираторное давление – на уровне ОЕЛ. Анализировали абсолютные величины и проценты от должных [14]. Нормальными значениями считали показатели силы > 75 %_{долж.}.

Во всех этих тестах получали 3 сопоставимые попытки с разницей $\geq 5\%$ и анализировали лучшую из них.

Для оценки выносливости дыхательной мускулатуры применяли оборудование и программное обеспечение REM (*Respiratory Endurance Measurement*), произведенное *Micro Medical* (Великобритания).

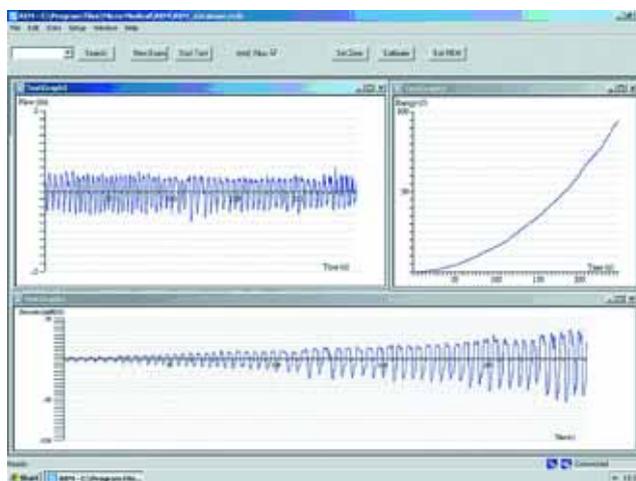


Рис. 1. Исследование выносливости дыхательных мышц (REM-тест)

Таблица 1
Протокол резистивной дыхательной нагрузки в REM-тесте

Степень	Число дыхательных циклов	Сопротивление, кПа/л/с
1	3	0,4
2	3	0,8
3	3	1,2
4	3	1,6
5	3	2,0
6	3	2,5
7	3	3,0
8	3	3,5
9	3	4,0
10	3	5,0
11	3	6,0
12	3	7,0
13	3	8,5
14	3	10,0
15	3	11,5
16	3	13
17	3	15
18	3	17
19	3	19
20	3	21

Суть метода заключается в создании резистивной нагрузки в дыхательных путях во время вдоха, выдоха либо обеих фаз дыхания. Пациенты получали резистивную нагрузку, одинаковую как на вдохе, так и выдохе, прогрессивно нарастающую через каждые 3 дыхательные цикла по специально разработанному протоколу (рис. 1, табл. 1). Тест прекращали, после того как пациент выполнял 3 дыхательных цикла при нагрузке 21 кПа или когда он не мог преодолеть очередное повышение сопротивления. Выносливость дыхательных мышц оценивали по измеренной в Дж общей энергии, затраченной на преодоление дыхательного сопротивления, которую рассчитывали по формуле:

$$\text{энергия} = \text{давление} \times \text{поток} \times \text{время.}$$

Исследование повторяли дважды с интервалом в 15 мин, в анализ включали лучший из полученных результатов.

Исследование толерантности к физической нагрузке

Для определения переносимости повседневных физических нагрузок пациентов просили оценить тяжесть одышки при повседневных нагрузках по шкале MRC. Кроме того, проводили нагрузочный тест с 6-минутной ходьбой в соответствии с рекомендациями Американского торакального общества [15]. Тест выполняли в закрытом коридоре длиной 23,8 м. Перед началом и по окончании ходьбы измеряли частоту пульса и сатурацию артериальной крови (SpO₂) пульсоксиметром *Onyx 9500 (Nonin, США)* и выраженность одышки по шкале Борга. Тест прово-

дили однократно при каждом обследовании. Показателем физической толерантности служило расстояние, пройденное пациентом за 6 мин. Должные величины этого расстояния (6-MP) рассчитывали по формулам с учетом возраста, пола, роста и веса [16]. Десатурацией на фоне нагрузки считали снижение SaO₂ более чем на 4 %.

Пациенты прекращали прием всех лекарственных препаратов, назначенных по поводу респираторной патологии, не позднее чем за 8 ч до обследования. Все исследование проводили в один день в утренние часы в следующем порядке с интервалом в 10–15 мин: 1) исследование силы дыхательных мышц; 2) бодиплетизмография; 3) диффузионный тест; 4) исследование выносливости дыхательных мышц; 5) 6-МШТ. Затем больной ингалировал 400 мкг сальбутамола, после чего через 20 мин выполняли спирометрию.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью компьютерной программы *Statistica 6.0* для *Windows*. Рассчитывали средние величины и 95%-ный доверительный интервал (ДИ), для непараметрических показателей – медиану и интерквартильный разброс. Анализ легочной функции проводили по постбронходилатационным величинам.

Для сравнения данных в динамике и между группами использовали t-критерий Стьюдента, для непараметрических показателей – U-критерий Манна–Уитни.

Корреляционный анализ проводили по методу Спирмена, при расчете корреляций между легочной функцией и результатами 6-МШТ использовали предбронходилатационные показатели легочной функции.

Результаты

Динамика основных респираторных функциональных показателей и эффект физической реабилитации оценивались для 26 пациентов. Средний возраст пациентов в начале исследования составил 47,7 года (45,9–49,5), 17 человек были курильщиками, 5 – экс-курильщиками, средний стаж курения – 17,2 (12,0–22,4) пачки / лет.

С каждым пациентом было проведено в среднем по 4 курса физических тренировок (минимум 1, максимум 7 курсов). Учитывая значительную вариабельность числа повторных курсов физической реабилитации у ликвидаторов, мы выделили 2 группы: пациенты, получившие за период исследования ≥ 4 курсов реабилитации (14 человек), и пациенты, получившие > 4 курсов (12 человек). Исходное состояние пациентов обеих групп существенно не различалось (табл. 2).

Динамика легочной функции

Исходно бронхиальная обструкция регистрировалась у 4 (15,4 %) пациентов, в конце исследования – у 6 (23,1 %) пациентов. Средние показатели бронхиальной проходимости в группе достоверно снизились (табл. 3).

Таблица 2

Исходные данные пациентов, получивших ≥ 4 и < 4 курсов реабилитации

	Пациенты, получившие ≥ 4 курсов реабилитации	Пациенты, получившие < 4 курсов реабилитации
Возраст, годы	48,2 (45,4–51,0)	47,1 (44,6–49,5)
Стаж курения, пачек / лет	15,0 (7,9–22,2)	19,7 (11,0–28,4)
ИМТ, кг/м ²	25,3 (22,8–27,8)	24,5 (21,8–27,2)
ОФВ ₁ , % _{долж.}	104,2 (91,5–117,0)	98,7 (84,9–112,5)
ОФВ ₁ / ФЖЕЛ, %	73,7 (67,5–80,0)	70,2 (62,9–77,5)
ОЕЛ, %	118,2 (109,2–127,2)	110,7 (103,2–118,1)
ОО, % _{долж.}	144,0 (116,4–171,6)	115,6 (101,6–129,6)
ФОЕ, % _{долж.}	120,4 (103,1–137,6)	119,0 (102,8–135,4)
ОО / ОЕЛ, %	37,3 (31,2–43,3)	31,6 (27,6–35,6)
DLCO, % _{долж.}	86,9 (77,8–96,0)	94,0 (86,8–101,2)
6-МР, м	516,3 (477,3–555,4)	472,8 (421,4–524,3)
SaO ₂ до 6-МШТ, %*	97,0 (96,0–98,0)	96,0 (95,0–97,0)
SaO ₂ после 6-МШТ, %*	96,0 (95,0–98,0)	95,0 (94,0–98,0)
ЧСС до 6-МТ, мин ⁻¹	70,0 (64,0–87,0)	76,0 (69,0–81,5)
ЧСС после 6-МШТ, мин ⁻¹ *	86,5 (84,0–102,0)	92,5 (84,5–101,5)
Одышка до 6-МШТ, баллы*	3,0 (2,0–4,0)	3,0 (3,0–4,0)
Одышка после 6-МШТ, баллы*	5,0 (4,0–6,0)	5,5 (5,0–6,0)
Одышка по шкале MRC, баллы*	2,0 (1,0–2,0)	1,0 (1,0–2,0)

Примечание: данные представлены как средняя (95%-ный ДИ); * – медиана (интерквартильный разброс).

Параллельно с обструкцией дыхательных путей у ликвидаторов стала формироваться гиперинфляция легких: достоверно увеличилась ФОЕ, превысив 120 %_{долж.}, возросла доля ОО в общей структуре легочных объемов (ОО / ОЕЛ), хотя увеличение ОО (%_{долж.}) было статистически незначимым (табл. 2).

Диффузионная способность легких существенно не изменилась.

Исследование толерантности к физической нагрузке

Одышка по шкале MRC практически не изменилась, составив 2,0 (1,0–2,0) балла как в начале, так и в конце исследования.

Исходно пациенты проходили в среднем 496,2 м (465,6–526,9 м). Основной и наиболее частой причиной ограничения физической толерантности была одышка, которая в покое оценивалась пациентами в среднем в 3 (2–4) балла по шкале Борга, а на фоне 6-МШТ возрастала до 5 (5–6) баллов. SpO₂ была > 93 % у всех больных в состоянии покоя, десатурация на фоне физической нагрузки не развивалась ни

у одного пациента ни при первом, ни при повторных тестированиях.

За период наблюдения переносимость физических нагрузок имела тенденцию к улучшению, составив к концу исследования 507,7 м (481,2–534,1 м), хотя разница при сравнении с исходным результатом не достигла статистической значимости. Одышка по-прежнему оставалась главным фактором, ограничивающим физические возможности пациентов, однако если в покое выраженность одышки была такой же, как и в начале исследования, то на фоне нагрузки она нарастала в меньшей степени – с 3 (2,5–3,5) до 4,5 (4–5 баллов), хотя различия в постнагрузочном уровне одышки по сравнению с исходными данными не были достоверными.

Число больных, проходивших за 6 мин менее 75 % должного расстояния, за время исследования уменьшилось с 11 до 4 человек.

Исследование силы и выносливости дыхательных мышц

Данные о силе и выносливости дыхательной мускулатуры были получены для 20 пациентов. В целом сила экспираторных дыхательных мышц не выходила за пределы нормы (PE_{max} – 11,5 (9,5–13,5) кПа, или 84,9 % (70,1–99,7 %_{долж.}), а сила инспираторных мышц была снижена (PI_{max} – 7,3 (6,1–8,5) кПа, или 69,7 % (58,4–81,0 %_{долж.}). Снижение силы инспираторных мышц менее 75 %_{долж.} выявлено у 13 человек (минимальное значение – 28 %_{долж.}), экспираторных – у 8 человек (минимальное значение – 29 %_{долж.}), из них у 8 человек были снижены оба эти показателя.

Выносливость дыхательных мышц составила в среднем 79 Дж (42,1–115,8 Дж). Средняя пороговая резистивная нагрузка, при которой пациенты прекращали исследование, составила 7 кПа/л/с (минимальная – 2,8 кПа/л/с, максимальная – 15 кПа/л/с).

Таблица 3
Динамика основных функциональных показателей среди ликвидаторов в целом

	Исходно	В конце исследования
ОФВ ₁ , л	5,10 (4,81–5,40)	3,22 (2,86–3,57)*
ОФВ ₁ , % _{долж.}	101,7 (92,9–110,4)	93,2 (83,8–102,8)*
ОФВ ₁ / ФЖЕЛ, %	72,1 (67,7–76,6)	67,5 (62,6–72,4)**
ОЕЛ, %	114,7 (109,0–120,5)	116,6 (112,1–121,2)
ОО, % _{долж.}	130,9 (114,7–147,1)	143,6 (128,9–158,4)
ФОЕ, % _{долж.}	119,7 (108,7–130,7)	137,0 (126,2–147,9)**
ОО / ОЕЛ, %	34,6 (30,9–38,3)	39,7 (36,3–43,0)*
6-МР, м	496,2 (465,6–526,9)	507,7 (481,2–534,1)

Примечание: данные представлены как средняя (95%-ный ДИ). * – p < 0,01; ** – p < 0,0001.

Таблица 4
Параметры силы и выносливости дыхательных мышц у пациентов с разной интенсивностью физической реабилитации

	Пациенты, получившие ≥ 4 курсов реабилитации	Пациенты, получившие < 4 курсов реабилитации
PI_{\max} , %долж.	66,4 (53,7–79,1)	74,6 (45,8–103,5)
PI_{\max} , кПа	7,46 (6,1–8,9)	7,9 (4,9–10,9)
PE_{\max} , %долж.	82,6 (64,4–100,8)	91,4 (61,5–121,3)
PE_{\max} , кПа	11,2 (8,7–13,6)	12,4 (8,4–16,4)
Энергия в REM-тесте, Дж	70,0 (43,9–96,1)	96,9 (–23,2–217,1)
Величина резистивной нагрузки в REM-тесте, кПа	6,8 (5,1–8,4)	7,7 (4,5–10,9)
Одышка по шкале MRC в конце исследования, баллы*	2,0 (1,0–2,0)	2,0 (1,0–2,0)

Примечание: данные представлены как средняя (95%-ный ДИ); * – медиана (интерквартильный разброс).

Эффекты физической реабилитации

За период наблюдения в группе больных, прошедших ≥ 4 курса тренировок, достоверно увеличился индекс массы тела (ИМТ) (с 25,3 (22,8–27,8) до 26,8 (23,6–29,9) кг/м²; $p < 0,05$) и снизился ОФВ₁ при одновременном увеличении ФОЕ (рис. 2). В группе с < 4 курсов реабилитации существенных изменений ИМТ не было, ОФВ₁ тоже достоверно снизился, значительно возросли ОО, ФОЕ и ОЕЛ (рис. 2).

Изменения 6-МР за время наблюдения ни в одной из групп не достигли статистической достоверности, хотя прирост этого показателя был более выражен в группе с ≥ 4 курсами тренировок (+17,1 м по сравнению с +4,8 м в группе с < 4 курсов). В конце исследования 6-МР в группе с ≥ 4 курсами реабилитации стало достоверно больше, чем во 2-й группе (533,4 (505,1–561,8) м и 477,6 (432,4–522,8) м соответственно; $p < 0,05$).

Показатели силы и выносливости дыхательной мускулатуры, а также одышки при повседневной физической нагрузке (табл. 4) к концу исследования существенно не различались между группами.

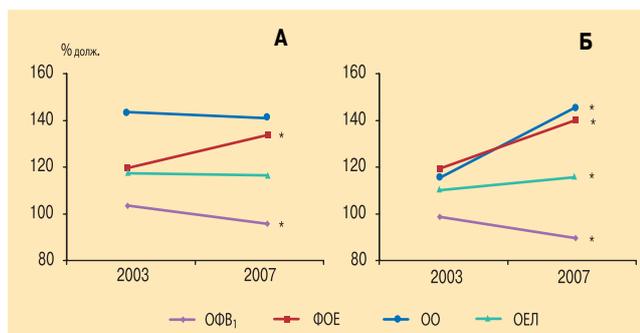


Рис. 2. Динамика некоторых показателей легочной вентиляции в группах ликвидаторов, прошедших < 4 (А) и ≥ 4 курсов (Б) физических тренировок за период исследования
Примечание: $p < 0,05$.

Корреляционный анализ

Выявлены прямая корреляция между 6-МР и силой и выносливостью дыхательных мышц ($r = 0,50$ для PE_{\max} и $r = 0,45$ для энергии в REM-тесте; $p < 0,05$ для обоих показателей).

Выносливость дыхательных мышц (энергия в REM-тесте) прямо зависела от ИМТ ($r = 0,47$; $p < 0,05$), от ОФВ₁ ($r = 0,50$; $p < 0,05$) и отрицательно коррелировала с легочными объемами ($r = -0,46$ для ОО, $r = -0,41$ для ФОЕ и $r = -0,58$ для ОО / ОЕЛ; $p < 0,05$ для всех показателей) и выраженностью одышки при повседневных нагрузках ($r = -0,42$; $p = 0,056$).

Обсуждение

В данном проспективном открытом сравнительном нерандомизированном исследовании оценивался функциональный статус и влияние на него физической реабилитации у больных с радионуклид-индуцированной пневмопатией, развившейся после их участия в ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС. Эта патология имеет ряд принципиальных отличий от других легочных заболеваний [6], вместе с тем, учитывая значительный стаж курения, нельзя полностью исключить одновременное существование ХОБЛ у этих пациентов.

Результаты данного исследования демонстрируют прогрессирующее снижение ОФВ₁, несмотря на регулярную лекарственную терапию и физические тренировки. Вместе с тем средние значения ОФВ₁ в группе ликвидаторов (101,7 %долж. в начале и 93,3 %долж. в конце исследования) не позволяют говорить о наличии у них значимой бронхиальной обструкции. То же касается и изменения легочных объемов, которые, хотя и имели тенденцию к увеличению, все же к концу исследования ненамного превышали должные показатели, и гиперинфляция, появившаяся к концу наблюдения, была весьма незначительной и не могла оказывать существенного влияния на механику дыхания и, следовательно, на ограничение физической толерантности.

Как показывает мировой опыт, 6-МШТ в произвольном темпе объективнее, чем нагрузочное тестирование на велоэргометре, отражает переносимость повседневных физических нагрузок [15] и выявляет десатурацию и усиление одышки на фоне физических нагрузок у больных ХОБЛ [17]. В нашем исследовании 6-МР в целом за период наблюдения значимо не изменилось, но при анализе групп больных с разной частотой физических тренировок стала очевидной разница в динамике этого показателя: больные, получавшие более частые курсы физической реабилитации, к концу исследования стали проходить достоверно большее расстояние по сравнению с больными, которые тренировались реже, хотя исходно уровень физической толерантности в этих группах был одинаков. Более редкие курсы реабилитации были связаны с более редкими госпитализациями больных, в нескольких случаях –

отказом пациентов от занятий по немедицинским причинам.

Согласно рекомендациям по легочной реабилитации для больных ХОБЛ [18], минимальная продолжительность курса физической реабилитации должна составлять 20 занятий (2-3 занятия в неделю), при этом их эффект сохраняется до полугода после завершения курса [19, 20]. Высокодоказательные рекомендации по физической реабилитации больных с другой, помимо ХОБЛ, хронической бронхолегочной патологией на сегодняшний день отсутствуют [18]. В нашем исследовании длительность курсов реабилитации была ограничена сроками пребывания больных в стационаре и составила 8–10 ежедневных тренировок, однако, как показывают результаты, даже эти кратковременные циклы оказали положительное влияние на переносимость пациентами физической нагрузки: 6-МР увеличилась в целом в группе ликвидаторов на 11,5 м и на 17,1 м в группе с более частыми курсами тренировок. Полученный прирост 6-МР не является у наших больных клинически значимым, т. к. при этом не уменьшилась выраженность одышки при повседневной физической активности. Однако исходный уровень одышки был оценен пациентами в среднем в 2 балла, что соответствует достаточно умеренному ограничению повседневной активности, и, вероятно, для того, чтобы уменьшить ее выраженность, нужны более интенсивные физические тренировки.

Нельзя не отметить, что в группе пациентов с более частыми курсами тренировок гораздо медленнее прогрессирует гиперинфляция легких, о чем свидетельствует отсутствие достоверных изменений ОО и ФОЕ по сравнению с группой с более редкими курсами реабилитации, в которой эти показатели значительно возросли.

У пациентов с хроническими обструктивными заболеваниями легких вследствие гиперинфляции меняется механика дыхания, что негативно отражается в первую очередь на силе диафрагмы, которая является основной инспираторной мышцей [21]. У ликвидаторов отсутствует значимая бронхиальная обструкция и гиперинфляция, тем не менее более чем у 50 % пациентов сила инспираторных мышц была ниже 75 %_{долж.}, как и среднее значение P_{1max} в группе в целом – 69,3 % (57,8–80,8 %_{долж.}).

Корреляционный анализ также не выявил зависимости этого показателя от легочной функции, следовательно, причина недостаточной силы инспираторных мышц у этих пациентов не связана с вентиляционными нарушениями и, по-видимому, имеет внелегочный генез.

Прямая связь энергии в REM-тесте с показателями бронхиальной проходимости (ОФV₁) и обратная связь с легочными объемами (ФОЕ, ОО, ОО / ОЕЛ) также соответствуют доказанному влиянию гиперинфляции на состояние дыхательной мускулатуры [22]. Полученная корреляция между выносливостью дыхательных мышц и 6-МР свидетельствует о том, что снижение физической толерантности у наших пациентов обусловлено состоянием не только ске-

летной, но и дыхательной мускулатуры, в первую очередь их выносливостью, т. е. способностью мышц поддерживать необходимый уровень работоспособности в течение определенного времени, а не только создавать кратковременное усилие. Программа физической реабилитации включала в основном упражнения для тренировки скелетных мышц как верхних (упражнения с гантелями), так и нижних конечностей (упражнения на велоэргометре и беговой дорожке). Вероятно, этих воздействий недостаточно для эффективного улучшения функционального состояния респираторных мышц.

Энергия, затрачиваемая на преодоление резистивной нагрузки, коррелировала у пациентов с ИМТ, что согласуется с данными, полученными в исследовании выносливости дыхательных мышц у больных муковисцидозом [23], в котором было показано, что при низком нутритивном статусе достоверно снижены сила и выносливость инспираторных мышц по сравнению с нормальной массой тела. В начале исследования ИМТ был сходным в обеих группах, к концу исследования ИМТ достоверно увеличился в группе с ≥ 4 курсами реабилитации, в отличие от 2-й группы. При достоверном повышении 6-МР и отсутствии улучшения легочной вентиляции это может быть косвенным подтверждением положительного влияния физической реабилитации на скелетную мускулатуру, хотя более уверенно об этом можно говорить при оценке тощей (безжировой) массы тела. В то же время мы не получили различий в показателях силы и выносливости дыхательных мышц у пациентов с разной частотой реабилитационных курсов. Возможно, это связано с тем, что у наших больных слабость дыхательных мышц была не очень выраженной. В многочисленных международных исследованиях [24] и в Объединенном соглашении по легочной реабилитации Американского торакального общества и Европейского респираторного общества [18] показано, что при небольшом снижении силы дыхательной мускулатуры эффект тренировок менее заметен, чем у больных с выраженной слабостью дыхательной мускулатуры. В этой ситуации недостаточно использовать диафрагмальное дыхание и оптимизацию дыхания при физической нагрузке, а требуются более интенсивные тренировки инспираторной и экспираторной мускулатуры с помощью дыхательных тренажеров.

Заключение

Таким образом, участники ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС, страдающие радионуклид-индуцированной пневмопатией, нуждаются в физической реабилитации, которая позволяет улучшить переносимость повседневных физических нагрузок. Физические тренировки в условиях стационара недостаточно эффективны из-за кратковременности курсов, поэтому начатая во время госпитализации физическая реабилитация этих больных должна продолжаться амбулаторно. Упражнения, направленные на тренировку скелетной мускулатуры, не-

обходимо дополнять специальными методиками для тренировки дыхательных, в первую очередь инспираторных мышц. Требуется дальнейшее исследование для разработки оптимального режима тренировки дыхательных мышц и оценки отдаленных результатов физической реабилитации при этой форме легочной патологии.

Литература

1. MacNee W. Pulmonary rehabilitation. In: MacNee W., ZyWallack R.L., Keenan J. Clinical management of chronic obstructive pulmonary disease. Caddo, USA: Professional Communications, Inc.; 2005.
2. Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based clinical practice guidelines. Chest 2007; 131: 4S–42S.
3. Porszasz J., Emtner M., Goto S. et al. Exercise training decreases ventilatory requirements and exercise-induced hyperinflation at submaximal intensities in patients with COPD. Chest 2005; 128: 2025–2034.
4. Mador M.J., Deniz Q., Aggarwal A. et al. Effect of respiratory muscle endurance training in patients with COPD undergoing pulmonary rehabilitation. Chest 2005; 128: 1216–1224.
5. Beckerman M., Magadle R., Weiner P. The effect of 1 year of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. Chest 2005; 128: 3177–3182.
6. Чикина С.Ю. Клинико-морфологическая и генетическая характеристика бронхолегочной системы у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленные сроки: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2002.
7. Якушин С.С., Зайчиков В.М., Цинкина Г.К. Клинико-морфологические особенности патологии органов дыхания у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС. В кн.: Национальный конгресс по болезням органов дыхания, 7-й: Сборник резюме. М.; 1997. № 1217.
8. Копылев И.Д., Аммосова С.П., Марачева А.В. и др. Особенности заболеваний органов дыхания у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС, программа их лечения и реабилитации. В кн.: Чучалин А. Г., Черняев А. Л., Вуазен К. (ред.). Патология органов дыхания у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС. М.: Грантъ; 1998. 165–176.
9. Свирина В.И., Якушин С.С., Смирнова Е.А., Решетова И.В. Распространенность хронических обструктивных заболеваний легких у участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. В кн.: Национальный конгресс по болезням органов дыхания, 7-й: Сборник резюме. М.; 1997. №1210.
10. Кирюхин А.В. Отдаленные результаты наблюдения и лечения патологии органов дыхания у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС во Владимирской области: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 1999.
11. American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. Am. Rev. Respir. Dis. 1991; 144: 659–692.
12. Стандартизация легочных функциональных тестов. Пульмонология 1993; прил.: 1–165.
13. Pelegriano R., Viegi G., Brusasco V. et al. Interpretative strategies for lung function tests. Eur. Respir. J. 2005; 26: 948–968.
14. Black L.F., Hyatt R.E. Maximal inspiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. Am. Rev. Respir. Dis. 1959; 99: 696–702.
15. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2002; 166: 111–117.
16. Enright P.L., Sherrill D.L. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1998; 158: 1384–1387.
17. Palange P., Forte S., Onorati P. et al. Ventilatory and metabolic adaptations to walking and cycling in patients with COPD. J. Appl. Physiol. 2000; 88: 1715–1720.
18. American Thoracic Society / European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2006; 173: 1390–1413.
19. Sewell L., Singh S.J., Williams J.E.A. et al. How long should outpatient pulmonary rehabilitation be? A randomised controlled trial of 4 weeks versus 7 weeks. Thorax 2006; 61: 767–771.
20. Verrill D., Barton C., Beasley W., Lippard W.M. The effects of short-term and long-term pulmonary rehabilitation on functional capacity, perceived dyspnea, and quality of life. Chest 2005; 128: 673–683.
21. Dyspnea. Mechanisms, assessment, and management: a consensus statement. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1999; 159: 321–340.
22. Ottenheijm C.A., Heunks L.M., Dekhuijzen R.P. Diaphragm adaptations in patients with COPD. Respir. Res. 2008; 9 (1): 12.
23. Rabinovich R.A., Bastos R., Ardite E. et al. Mitochondrial dysfunction in COPD patients with low body mass index. Eur. Respir. J. 2007; 29 (4): 643–650.
24. Belman M.J., Shadmehr R. Targeted resistive ventilatory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. J. Appl. Physiol. 1988; 65: 2726–2735.

Поступила 23.05.08

© Коллектив авторов, 2008

УДК [616.233+616.24]-036.12-057-085.82